
1.4.2. LAS CONDICIONANTES DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PROYECTO DE ARQUITECTURA

(a) El cambio en las formas de vida

Cualquier reflexión acerca del hábitat contemporáneo y las formas de vida requiere ser situada en su contexto ambiental, acotado por las diferencias socioeconómicas y singularidades sociales, culturales y políticas.

El cambio en las formas de vida no es igual en todas las sociedades, si comparamos solamente el aspecto formal del “habitar colectivo”, entre una sociedad de economía desarrollada y otra en desarrollo. En la primera, la habitación colectiva es de preferencia en altura, impulsado por una política de uso del suelo y de servicios que favorecen la densidad y concentración de la ciudad. En cambio, en la segunda, las políticas habitacionales de construcción masivas, son mayoritariamente de baja altura, extensos conjuntos habitacionales compuestos por unidades de viviendas adosadas de uno a dos pisos repetidas casi hasta el infinito.

Observando este fenómeno desde la transformación de la vivienda, es evidente que a pesar de sus innumerables inconvenientes en términos urbanos, el modelo por extensión se ajusta más a una sociedad en desarrollo, éste deja abierta la posibilidad a que cada grupo familiar, de acuerdo a sus posibilidades transforme la vivienda. El sistema de autoconstrucción o de viviendas progresivas en una sociedad en desarrollo, es un importante hecho social, si bien, este modelo no genera una ciudad de estética homogénea, encontramos en ella una posibilidad de expresión libre, en constante evolución. Formas dialogantes con el entorno, formas vinculantes surgidas de relaciones topológicas de vecindad y proximidad.

La transformación de la vivienda en virtud de las necesidades reales de los usuarios, ha sido un tema recurrente en la arquitectura habitacional, dar flexibilidad a los espacios es una aspiración que queda mediada por factores económicos, pero también, por un desconocimiento de las formas de vida y de cómo el producto satisface esas necesidades.

Fig. N° 44 VIVIENDAS PÚBLICAS NEMAUSUS, NIMES, FRANCIA
 Arquitecto: NOUVEL, Jean [1987]
 Fuente:[En línea]
 <<http://www.cse.polyu.edu.hk/~cecspon/lwbt/CaseStudies/Nemausus/Nemausus.htm>>



Una de las grandes autocríticas de los arquitectos, recogidas en los congresos es que, "seguimos diseñando viviendas con un programa estándar, de tres dormitorios más dependencias y servicios, que poco tiene que ver con la realidad de los usos" [PARICIO, 1996]. Si los arquitectos modernos pensaban que las habitaciones debían tener funciones específicas, la arquitectura actual libera a las habitaciones y transforma el espacio definido en un espacio de probabilidades [IGARASHI, 2002].

La familia y las formas de relacionarse de las personas están sufriendo un importante proceso de cambio⁸¹, que aún no se refleja en su hábitat. La realidad es que estamos sufriendo una arquitectura que no se adapta a nuestras necesidades ni al medio ambiente. La vivienda de diseños inflexibles, altas y anchos estándares, que no soportan las transformaciones de la vida funcional o habitaciones preparadas sólo para alojar una familia, frenan la ilusión de expansión de la vida.

El diseño de ambientes habitables que posibiliten la superposición de actividades, que permitan variedad, diversidad y transformación de acuerdo a las necesidades de sus habitantes, pareciera ser una utopía. Si bien, existen algunas notables soluciones referidas a este tema, como por ejemplo, las viviendas Nemausus de Jean Nouvel⁸², en Nimes. Esta obra realizada en 1987, con carácter de vivienda social experimental cuya intención de diseño busca entregar flexibilidad a las viviendas partiendo de módulos estructurales y espaciales completamente idénticos. Especialmente están formadas más por un espacio vacío que por piezas, en las cuales, ha de ser el proceso posterior de apropiación y adecuación de los ocupantes el que completa la formalización interior de la vivienda. Desde el punto de vista climático-ambiental se diseñaron amplios balcones que intervienen como protección solar [Fig. N°44].

Sin embargo, aún podemos observar como las aspiraciones humanas están siendo desatendidas en razón de valoraciones económicas y comerciales por rígidos modelos funcionales. De manera que sigue siendo un reto para la arquitectura actual la innovación en esta área temática.

⁸¹ [PEREMIQUEL, 2000] Introducció: mètodes, instruments i tècniques pel projecte residencial. En: Habitatge: Innovació i projecte. Ed. COAC. Barcelona.

⁸²[SURT, 2000] Innovación tecnológica e innovación tipológica. Pág. 61-72. En: Habitatge: Innovació i projecte. Ed. COAC. Barcelona.

Fig. Nº 45 ESTRUCTURAS RÍGIDAS / CAJAS AJENAS A SU ENTORNO
Edificios en Barcelona. (Plaza de Ildelfons Cerdà)
Fotos: J. Guerra.



(b) El impacto energético y ambiental de los edificios

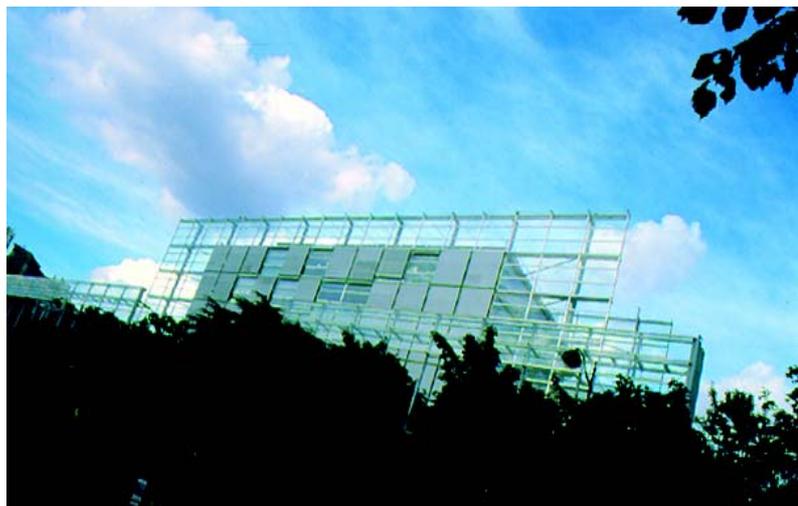
La gran intensidad energética de la edificación, es promovida por diseños asociados con el modelo de desarrollo, el aumento de la población y la concentración urbana. Los principales factores que determinan el consumo energético de los edificios son fundamentalmente: la climatología; la calidad del diseño y equipamiento, pero también, su mantenimiento y forma de explotación de los mismos.

En cifras el impacto real de la edificación es considerable. Así por ejemplo, está comprobado que la energía utilizada en Europa en los edificios residenciales y de servicios, en calefacción, refrigeración e iluminación, constituye aproximadamente, el 40% del consumo de energía primaria convencional.

A escala mundial los datos resultan aún más impactantes. De los seis mil millones de toneladas de carbono emitidas por la actividad humana mundial el año 1988, aproximadamente 4,5 mil millones toneladas son atribuibles a los países industrializados. El 50% de estas emisiones de carbono son atribuibles a los edificios de una forma u otra, si a ello se le agrega la energía usada en viajes hacia y desde los edificios, la cifra se aproxima al 70%. Por lo tanto, si lo observamos de este modo arquitectos e ingenieros tienen en su poder la gran responsabilidad de reducir estos altos índices de emisión de carbono, diseñando edificios energéticos y ambientalmente sostenibles [SMITH & PITTS. 1997]. [Fig. Nº45].

Por otra parte, el proceso constructivo tiene un gran impacto ambiental para el entorno próximo en todas sus fases, desde la implantación en el entorno natural; pasando por los materiales de construcción y los residuos de orígenes diversos, y continuando toda la vida útil del edificio en fases de ocupación y mantenimiento. Como contraparte, el sector de la edificación es el más accesible a las modificaciones, cada una de sus fases se presentan propicias para la implementación de acciones de transformación y cambio hacia procesos de eficiencia energética y ambiental que permitiría reducir el impacto sobre el medio ambiente [Fig. Nº46].

Fig. N° 46 ESTRUCTURA FLEXIBLE MATERIALIDAD-
INMATERIALIDAD.
El edificio a pesar de su materialidad plantea su incorporación a
su medio ambiente extendiendo sus límites, atrapando la
energía que recibe.
FUNDACIÓN CARTIER. ARO. JEAN NOUVEL.
Foto: J. Guerra.



(c) Las nuevas exigencias al edificio integradas en el diseño del proyecto

A la lista de requerimientos que el proyecto normalmente debe satisfacer, se han agregado las nuevas exigencias ambientales, que integradas al diseño incorporan mayor complejidad a los proyectos de arquitectura. Así por ejemplo, a los conceptos de sostenibilidad, eficiencia y ahorro energético, se agrega una interminable lista de requerimientos entre los que se destacan: la valorización de los residuos, la gestión ambiental, el reciclaje, la calidad del ambiente interior, el confort y la contaminación acústica entre otros. Si bien, las nuevas herramientas incorporadas al proceso de diseño permiten cumplir en parte con estas exigencias, se tiende cada vez más a la especialización y coordinación de expertos.

75

En la actualidad es posible contrastar los criterios de diseño con los criterios energéticos y medio ambientales. La posibilidad de visualizar del proyecto en su contexto permite estimar y evaluar prematuramente el comportamiento energético del edificio, y realizar el análisis preliminar del impacto ambiental de los edificios. También es posible con la tecnología existente la utilización de sistemas energéticos renovables especialmente la energía solar pasiva como combustible en viviendas y edificios. Su uso masivo contribuiría a la disminución de los costos y factibilidad económica. La capacidad reguladora de los sistemas naturales y mecánicos de control del edificio, según Serra, será la que determine su rendimiento en confortabilidad [SERRA, 1992].

Por otra parte, las normativas y controles de calidad de los materiales permiten conocer las cualidades energéticas y seleccionar los más adecuados, las instalaciones más eficientes. Sin embargo, no podemos decir que ello haya implicado un avance en la calidad espacial del habitar, en cuanto a satisfacer realmente las necesidades cambiantes de la sociedad actual, nuestras viviendas siguen siendo inflexibles en el sentido más literal del concepto.



Fig. N° 47 RESIDENCIA DE ESTUDIANTES, Instituto de Tecnología de Massachussets. (MIT)
Arquitecto: HOLL, Steven [2001]
Fuente: [En línea]< <http://www.stevenholl.com/pages/mit.html>>

1.4.3. LA TRANSFORMACIÓN DEL LENGUAJE ARQUITECTÓNICO

Todo este proceso de transición y transformación ha generado un nuevo lenguaje con el que opera la forma arquitectónica, conceptos como los que se definen en la Tabla N°4 forman parte de este nuevo lenguaje. Con expresiones procedentes de la biología, de la termodinámica o de la geometría no euclidiana, se busca conectar e interpretar la lectura contemporánea del espacio arquitectónico y adecuarlo a esta nueva realidad.

76

Para Soriano y Valor este lenguaje es el enunciado de la complejidad, caracterizada por la indeterminación y la inestabilidad aplicadas a la materia arquitectónica [SORIANO & VALOR, 1998].

Una obra que expresa muy bien este nuevo lenguaje, es el edificio diseñado por el arquitecto Steven Holl, para el Instituto de Tecnología de Massachussets (MIT) como residencia de estudiantes en Cambridge. El programa arquitectónico contempla 350 dormitorios con comedores y espacios públicos. El concepto de diseño espacial del edificio es el de una “esponja”. De tal modo que la fachada, es una membrana porosa, una doble piel que lo cubre todo, con diversas aberturas a gran escala. La “porosidad” del edificio se desarrolla también en el sentido vertical, esto otorga gran dinamismo a la estructura de circulación y conexión de los espacios interiores [Figs N°47 / 48].

Ambientalmente el edificio está pleno de luz natural, lleno de referencias al paisaje; los corredores exteriores actúan como controladores ambientales proporcionando sombra en verano y favoreciendo que el sol en invierno puede penetrar a los interiores dada la permeabilidad de la fachada. Entendemos, que con esta obra se intenta hacer lo que comentábamos en párrafos anteriores, es decir, dejar que el edificio sea un elemento activo y dinámico, un componente artificial que se vincula totalmente con el medio ambiente natural, con todos los agentes climáticos y energéticos que le rodean.

Fig. N° 48 POROSIDAD / RESIDENCIA DE ESTUDIANTES, MIT
 Dibujo del concepto de porosidad para el edificio Residencia de Estudiantes (MIT) . Arquitecto Steven Holl, 2001.
 Fuente: [Revista área 61, 2002]

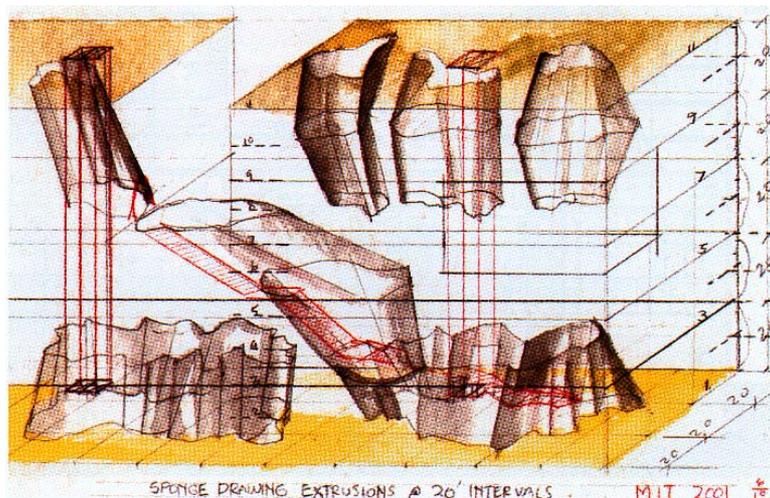


TABLA N° 4 NUEVOS CONCEPTOS DEL LENGUAJE ARQUITECTÓNICO

INJERTOS, ALTERACIONES y MODIFICACIONES: Se trata de aplicar una porción de pensamiento vivo a alguna parte del organismo de manera que tenga lugar una unión orgánica.

ESPACIO FORMA: La forma congela unas determinadas relaciones, donde alterar no es sinónimo de cambiar su esencia. El espacio no se define desde la forma sino desde sus conexiones. Se establecen órdenes basadas en relaciones topológicas y no formales. Según Ignacio Paricio, el aumento en la sofisticación de las prestaciones, a escala de la vivienda implicará la flexibilidad, acondicionamiento y perfectibilidad, en función de ganar espacio, para los nuevos usos introducidos en las formas de vida [PARICIO 1996]. Con relación a este aspecto, la definición de la forma debiera venir dado por criterios derivados del estudio del ambiente natural.

FRACTAL: Los modelos fractales sirven para describir fenómenos complejos, aplicados a la arquitectura pueden llegar a proporcionar un nuevo concepto de orden.

MATERIA: La arquitectura pierde peso sin que por eso pierda consistencia, su forma depende más del observador y no del objeto.

SECCIONES: Es un espacio definido por relaciones y no por geometrías, en el cual podemos establecer continuidades entre puntos lejanos donde el tiempo no es sinónimo de recorrido narrativo.

PLIEGUES: Complejidad dimensional no prevista.

FRAGMENTOS: La idea de destrucción, colisión o incompletitud. El aumento de la velocidad del proceso de producción y consumo, implica el desvío de los productos hacia inferiores duraciones y tendencias hacia lo desechable común a escala de los objetos. Se está verificando inviable en productos como la vivienda donde la tendencia es más a la durabilidad en términos de estructura, de modo que soporte la velocidad de los cambios.

FICCIÓN: Los procesos naturales y los sistemas complejos, con leyes propias intentan ser incorporados como métodos arquitectónicos. Crear formar desde criterios no formales.

Fuente: [SORIANO & VALOR, 1998].

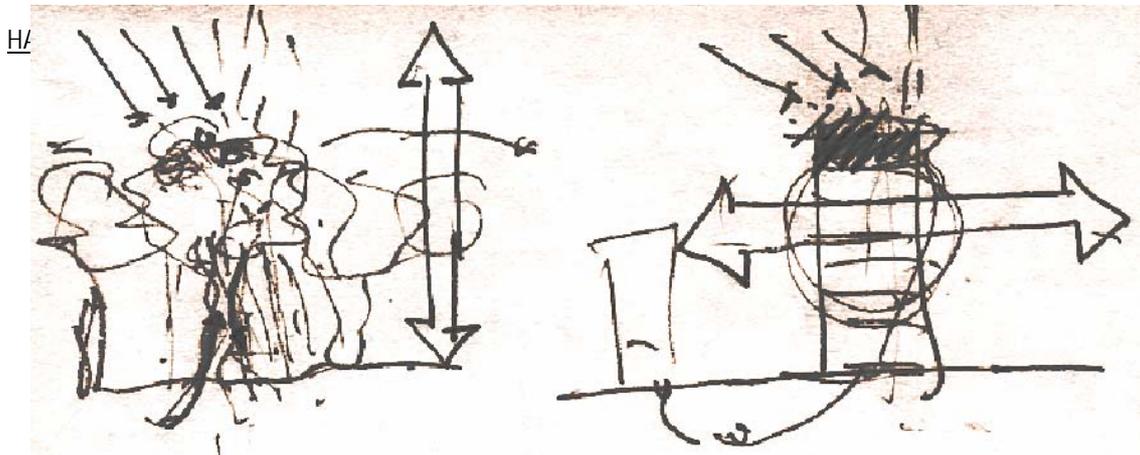


Fig. Nº 49 ESQUEMA EL EDIFICIO COMO UN ÁRBOL
Relación de orden vertical y horizontal en una estructura natural y artificial.
Dibujo: R. Serra.

1.4.4. LOS NUEVOS ENFOQUES DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

La transición como proceso ha definido diversas orientaciones implícitas en una situación de cambio donde se pone en juego la creatividad, la experimentación y la búsqueda de propuestas alternativas con las cuales afrontar la nueva situación.

Con relación al proyecto arquitectónico lo creativo según Manzini, se expresa en la necesidad de *replantear las formas productivas del hacer*, las cuales deberían **tender hacia el equilibrio ecotecnológico**. Lo creativo se encuentra en la capacidad de refundir el diseño entre los *ciclos de la materia* y los *flujos de la energía*, compatibles con el ambiente, expresada en la fórmula “*de la rigidez a la flexibilidad*” [MANZINI, 1996].

78

Así, como la arquitectura de la época de la industrialización se diseñó sin una preocupación hacia a los problemas ambientales y más bien con una actitud de dominio, depredación y contaminación de la naturaleza. En general, el estilo arquitectónico internacional, se asumió como una solución casi única para toda la humanidad, para todo lugar y tiempo.

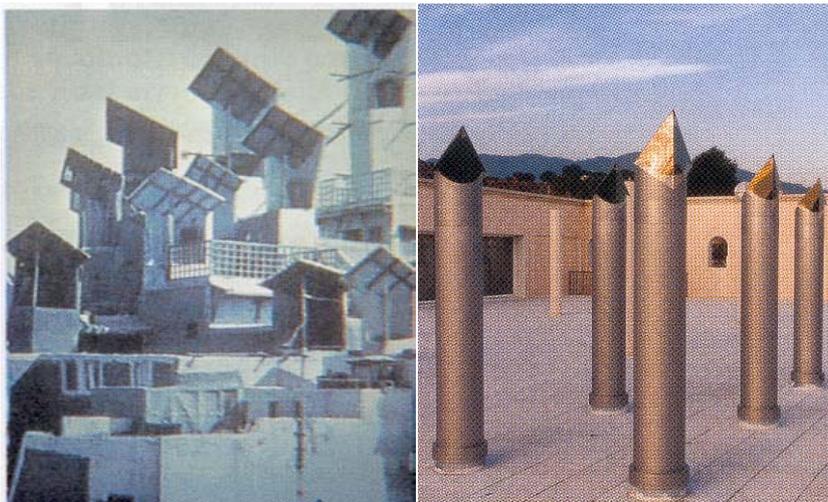
En la actualidad, el enfoque pretende el contacto o la conexión entre la primera naturaleza, la preexistente y la segunda naturaleza, la que hemos construido, la artificial, la que se encuentran en la búsqueda de lo apropiado, en el acoplamiento de las condiciones, en términos de *sistemas dinámicos* y del paradigma *entrópico* [Fig. Nº49].

Los diversos enfoques fomentados por esta nueva actitud, asociados con el proceso de transición energética tienen un origen común, y por tanto resulta complejo analizarlos por separado, ya que, de alguna manera son visiones simultáneas, que persiguen los mismos objetivos, es decir, son desarrollos que forman parte de un mismo discurso expresado con diferentes matices. Desde esta perspectiva, hemos organizado los enfoques de diseño en tres ámbitos: energético; ecológico y sostenible, que se especifican a continuación.

Fig. N° 50 DUCTOS DE VENTILACIÓN E ILUMINACIÓN NATURAL

Integración de componentes pasivos en la arquitectura sostenible

Fuente: (1) Arquitectura bioclimática. Marco Sala
(2) Informativo UPC. Proyecto R. Serra.



1.4.4.1. EL ENFOQUE ENERGÉTICO

El enfoque energético, surge casi exclusivamente como un planteamiento de ahorro de energía asumido desde la arquitectura bioclimática, dando paso posteriormente a una concepción integral de diseño energético y de eficiencia energética, en la que se tiene en cuenta toda la complejidad de sistemas y componentes asociados al proyecto de arquitectura, tanto en su fase de construcción como de mantención.

Antes de la crisis energética de los años setenta, una práctica habitual del proceso de diseño, era que los edificios se proyectaban con muy poca consideración al problema del ahorro energético. Así, una vez concebido el proyecto por el arquitecto, se llevaba a un ingeniero para que sin estropear el diseño arquitectónico incorporara los sistemas de climatización y acondicionamiento ambiental. Debido a que el principal objetivo del diseño de edificios era proporcionar confort ambiental para apoyar y reforzar las habilidades productivas de las personas. La calefacción, la refrigeración, el control de humedad y aire, no se observan como sistemas y técnicas relacionadas, sino, como condiciones en sí mismas productoras de “confort humano”, sin reparar en el ahorro energético.

79

La crisis energética implantó un desarrollo integral del diseño, con la mayor participación e integración de los diversos profesionales. Desde ese período el enfoque energético junto al diseño solar, bioclimático, o diseño biomórfico son las concepciones de un diseño sensible al clima, que describen con mayor precisión la conexión entre la biosfera y la forma de los edificios [SMITH & PITTS, 1997] [Fig. N°50].

El proyecto solar, por su parte se ha ofrecido desde siempre como una alternativa limpia no contaminante del medio ambiente y de ahorro de energía. Inicialmente, su desarrollo estuvo sujeto a los artefactos creados para aprovechar la energía solar adosados al edificio, aparatos y elementos que con el tiempo forman parte de un lenguaje arquitectónico característico y reconocible, como por ejemplo: los colectores solares integrados a las paredes o tejados, invernaderos o galerías solares adosadas a las fachadas.

Fig. Nº 51 COSECHANDO ENERGIA /
FACHADAS SOLARES
(1) Biblioteca Nacional de Francia, París
(2) Fachada de paneles fotovoltaicos, Museo
de Mataró
Fotos: J. Guerra



A pesar de que muchos de estos esfuerzos resultaron nada simples y poco económicos, en la actualidad, gracias a esas experiencias, existen criterios de diseño, tecnologías y materiales que incorporados al proceso inicial del proyecto permiten conseguir un buen funcionamiento energético del edificio.

El óptimo aprovechamiento de los recursos energéticos ambientales en los edificios ya no se plantea en términos de incorporar elementos adosados al edificio, sino que, el edificio en su totalidad es entendido *como productor de energía, capaz de captar o "cosechar" la energía que le rodea y que recibe*. De esta manera la energía *introduce la vida a la forma; al mundo inanimado de la materia arquitectónica, incorporándose a los procesos y al devenir* [FERNÁNDEZ-GALIANO, 1991] [Fig. Nº51].

80

No obstante, según el planteamiento de autores como Jeremy Rifkin y Ezio Manzini, el papel que desarrolla la energía desde la innovación tecnológica y la evolución socio-cultural, aún es ineficiente, puesto que no logramos que la materia artificial pueda asimilar a la materia natural, cuestión que requiere de una tecnología muy distinta a la actual.

Los esfuerzos de transformación energética están asumidos desde diferentes aspectos. Por una parte, se realizan a través de nuevos materiales de construcción que participan como las sustancias energéticas. Y por otra, se ejecutan mediante el análisis de las propiedades físicas del edificio aplicadas durante su proceso de diseño. Explotando la tecnología solar pasiva para calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación natural; e incorporando las variaciones estacionales o diarias del medio ambiente exterior, con el fin de reducir la dependencia de los sistemas mecánicos y eléctricos, como también, los efectos a largo plazo en el balance energético y medioambiental [LEWIS, 2000].

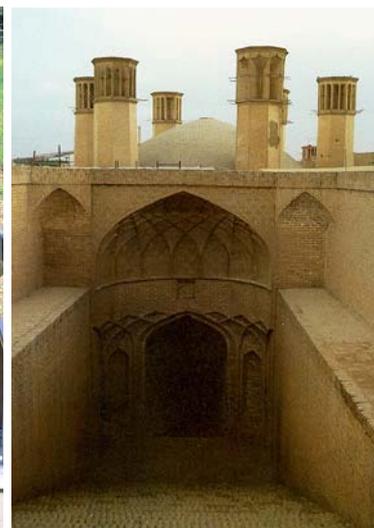
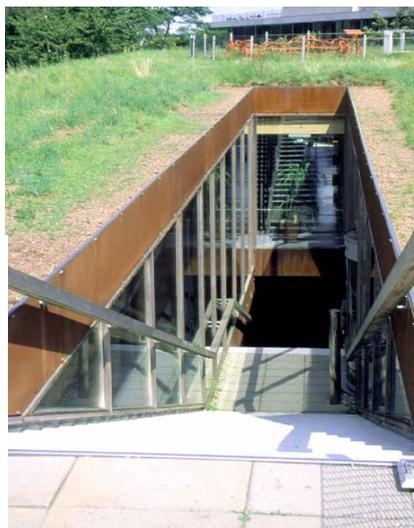
Fig. N° 52 VÍNCULO ECOLÓGICO: TIERRA / AGUA / VIENTO/ SOL

(1) Cubierta vegetal, edificio RVU uno de los edificios del campus de las cadenas de televisión. En Hilversum, Holanda

Foto: J. Guerra.

(2) CASA DEL AGUA Y DUCTOS DE VENTILACIÓN EN ARGE BAM KERMÁN

Fuente: [En línea] Archivo UNESCO.



1.4.4.2. EL ENFOQUE ECOLÓGICO

En un principio, el enfoque ecológico se comprendió como un movimiento alternativo, que intentaba regresar al vínculo original hombre–naturaleza. Hoy, desde una visión holística, se plantea la idea de entender el edificio como un ecosistema abierto y de naturaleza evidentemente artificial [Fig. N°52].

Un claro referente ecológico en la historia de la arquitectura lo encontramos en el movimiento “orgánico” desarrollado por arquitectos como Frank Lloyd Wright o Alvar Aalto, que introdujeron, en las primeras décadas del siglo XX, el protagonismo del lugar vinculado a la arquitectura⁸³. Buscando integrar armónicamente la construcción humana con la naturaleza, en actitud de rechazo a la irracional concentración edificatoria de la ciudad. En términos de Aalto, la arquitectura no debía herir la naturaleza sino al contrario basarse en ella, creando lugares específicos destinados al hombre⁸⁴.

Lo orgánico, se proponía incorporar el proceso tecnológico, el mundo de las máquinas, a un desarrollo que estuviera en armonía con la naturaleza. La primera idea latente detrás de esta aspiración era el *mito del retorno a la tierra*, la búsqueda de un equilibrio agrario y comunitario⁸⁵. De esta forma, Wright quien utilizaba el concepto “orgánico” casi como equivalente de la palabra “viviente”, escribió en su autobiografía, que la idea de la *arquitectura orgánica* consistía en que, “*la realidad de un edificio yace en el espacio interior a ser habitado*”: Asimismo, Levertov citando a Coleridge apunta que “*así como es la vida, es la forma*” [LEVERTOV, 2001].

Con la crisis energética, también surge una manifestación hacia lo ecológico, pero con una orientación biológica, que intentaba imitar o reproducir a la naturaleza en sus formas, creando espacios adaptados al cuerpo humano, semejantes al claustro materno, a los refugios de los animales. Esta tendencia se aproximó hacia un camino más “espiritual”, despertando un deseo de restablecer eslabones más íntimos entre la naturaleza y la humanidad [PAPANEEK, 1995].

⁸³ [LEVERTOV, Denise .2001] Sobre la forma orgánica [En línea] < <http://www.poesia.com/dp/n57/nota1.htm>>

⁸⁴ [MIKKOLA, K.1998] De lo tecnológico a lo humano: Alvar Aalto versus el funcionalismo. En: Alvar Aalto. Estudios críticos Ed.del Serbal. Barcelona.

⁸⁵ La arquitectura orgánica de Wright y Manifiesto de la Arquitectura orgánica. [En línea] <<http://www.temakel.com/osolarwright.htm>>

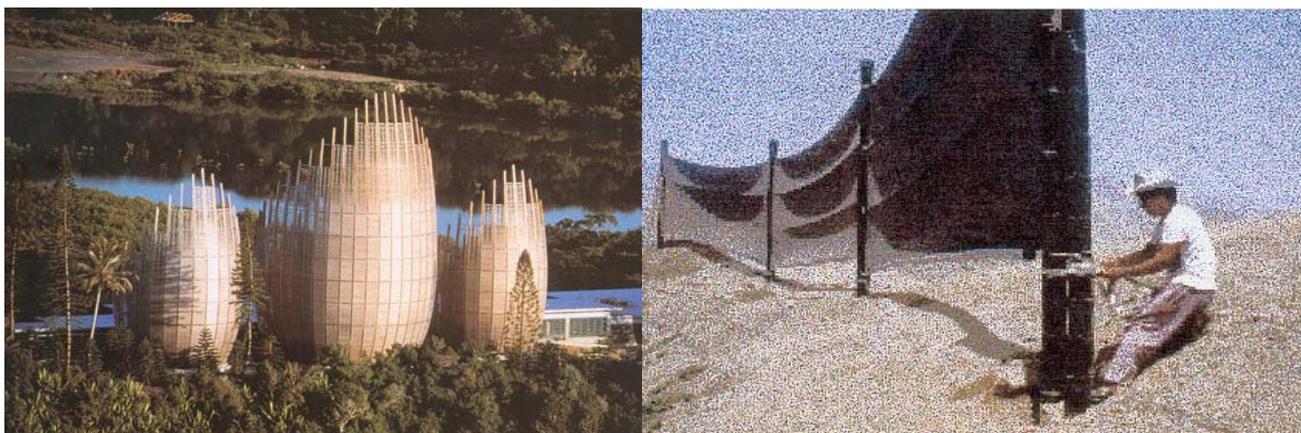


Fig. Nº 53 LA FORMA DEL VIENTO / ACOPLAMIENTO A LOS ECOSISTEMAS ECOLÓGICOS
 Edificio Centro Cultural Tjibaou, Nueva Caledonia.
 Arq., Renzo Piano
 Fuente: [WINES, 2000] Green Architecture

Atrapanieblas: sistema para captar agua de las neblinas en la zona del desierto costero de Chile
 Fuente: [En línea] <Conama.cl>

El diseño ecológico actual, se distancia de los planteamientos anteriores por su capacidad de integrar los parámetros ambientales y climáticos, transformarlos en cualidades de confort y de forma, estableciendo las interacciones y traspasos entre el medio natural y el construido.

En la Tabla Nº5 se presentan las posibles interrelaciones existentes entre medio natural y el medio construido según Ken Yeang. Para este arquitecto, la aproximación del proyecto es a “*un todo*”, es una gestión cuidadosa de los materiales y de la energía, como también, un esfuerzo por reducir el impacto ambiental de su funcionamiento a lo largo del ciclo de vida del sistema proyectado [YEANG, 2000].

TABLA Nº5: INTERACCIONES ENTRE EL MEDIO CONSTRUIDO Y EL MEDIO NATURAL

- Las interdependencias externas del sistema proyectado (sus relaciones externas o ambientales)
- Las interdependencias internas del sistema proyectado (sus relaciones internas)
- Los traspasos de energía y materia del exterior al interior del medio edificado
- Los traspasos de energía y materia del interior al exterior del medio edificado

Fuente: [YEANG, 2000].

La arquitectura se contempla entonces como *transformación del ambiente material por seres vivos y cambiantes, continuamente modificada para adecuarse a las variaciones del uso y del entorno, en permanente degradación y reparación de las agresiones climáticas y del paso del tiempo* [FERNÁNDEZ-GALIANO, 1991].

El diseño ecológico requiere conocer e interpretar las transformaciones físicas del medio ambiente –geología, hidrología, meteorología, biología– y comprender los complejos sistemas de interacción, transformación o intercambio energético existente en un ecosistema abierto [Fig. Nº53]. Desde el enfoque ecológico, la biosfera, todo el conjunto de seres vivos del planeta, es un sistema termodinámico, la vida es, ella misma una pura manifestación energética.

Los vegetales son los mayores captadores energéticos, los grandes agentes foto sintetizadores capaces de hacerse cargo de la energía solar y captarla en forma de enlaces bioquímicos. Todo el proceso de la civilización de la humanidad es un proceso de domesticación de las potencialidades energéticas existentes en la biosfera [FOLCH, 1994].

Passar del concepto del edificio como sistema cerrado⁸⁶ al de edificio como sistema abierto⁸⁷, implica la comprensión del éste, como un componente del ecosistema y como tal, sometido a la lógica del intercambio entre medio ambiente y sistema, de cuyas relaciones energéticas de intercambio depende cada vez más, de la capacidad de permanencia y de transformación del ecosistema [RUEDA, 1995].

Para Mark Childs, los edificios son *ecosistemas cívicos*. Es decir, *emergen de las interacciones entre las formas construidas dentro del medio ambiente físico y conceptual, éstos poseerían la coherencia y las características de resiliencia de los sistemas complejos*. La gran diferencia de la forma construida con el mundo biótico, es que los edificios no actúan por sí, ni crecen por sí mismos, más allá de ser entidades físicas, que arrojan sombras, afectan la tierra y consumen energía. Desde esta perspectiva el edificio es entendido como algo más que un "tipo edificatorio". Se le atribuye la connotación de "especie construida" [CHILDS, 2001].

La orientación conceptual del actual proceso, propone dejar de pensar en los edificios como formas físicas congeladas, como objetos quietos o inmutables para observarlos como elementos dinámicos integrados a la naturaleza, en el ámbito de los procesos y de la vida.

⁸⁶ Sistema cerrado: Es un sistema aislado del ambiente, se explica a partir de la primera ley de la termodinámica o ley de la conservación de la energía, donde el flujo o ciclo de la energía es constante. Fuente:[En línea]<http://www.wantwit.com/Biol/espanol/intrometa_1.htm>

⁸⁷ Sistema abierto: La energía se transfiere entre sistemas, se expone a partir de la segunda ley de la termodinámica o ley de la entropía, donde cada transferencia o transformación de energía implica el aumento de la entropía. La entropía se define como la medida de desorden. En un sistema abierto, como la naturaleza misma, el intercambio de energía con el exterior lleva al sistema a un estado lejos del equilibrio, en el que las trayectorias están lejos de ser lineales y predecibles, en donde la entropía se dispara al máximo. El conocido "efecto mariposa" es sólo una de las tantas imágenes que ejemplifican este tipo de procesos. Los sistemas biológicos son señal de la irreversibilidad, donde la "flecha del tiempo" entra en escena en forma de devenir, cambio o muerte, como la negación misma de la reversibilidad. Fuente:[En línea]<http://www.wantwit.com/Biol/espanol/intrometa_1.htm>

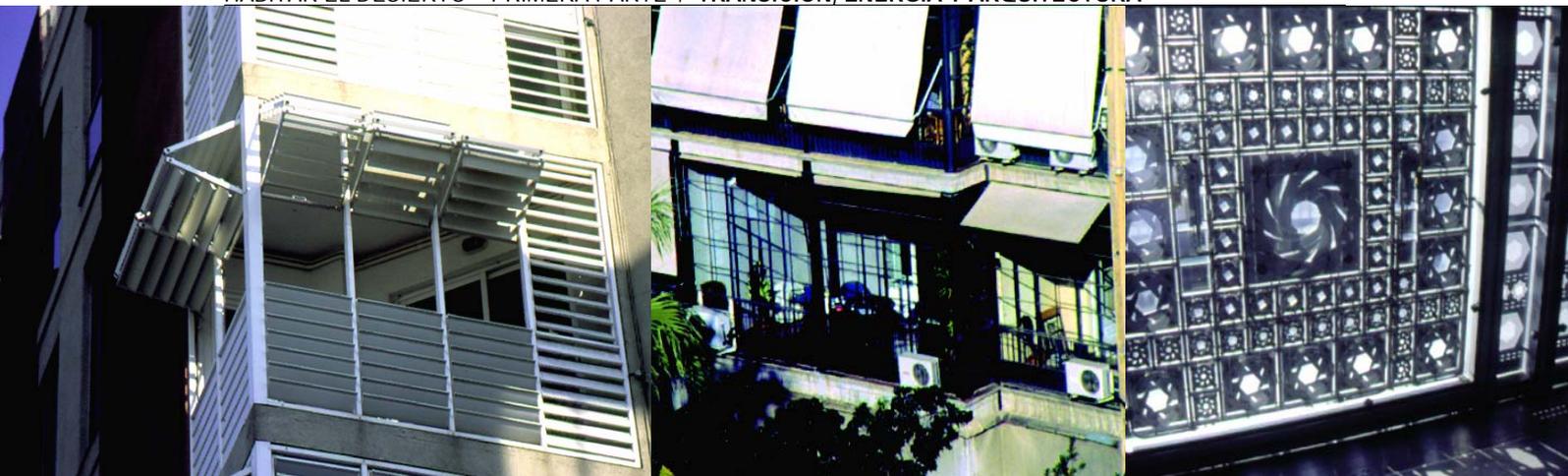


Fig. N° 54 ARQUITECTURA FILTRO / INTERACI3N Y TRASPASO INTERIOR-EXTERIOR

La fachada es el primer elemento que define la actitud del edificio con su ambiente, constituyéndose en un elemento dinámico.

(1) Edificio Casa de la Marina, Barceloneta. (Coderch yValls) (2) Fachada interior típica del Eixample barcelonés. (3) Edificio Instituto del Mundo Árabe, París.
Fotos: J. Guerra.

En una relación constructiva con su entorno, el edificio, debiera responder como un árbol, presentando las siguientes características semejantes con los ecosistemas naturales:

- Los edificios cuentan con una comunidad de organismos vivos, un medio físico que se transforma y un funcionamiento basado en el intercambio de materia, energía e información.
- Los edificios son como sistemas organizados, constituidos por redes de intercambio, de materia y energía. Condicionan el comportamiento de los componentes de la baja troposfera.
- Así como las variables medioambientales (temperatura, humedad y viento) modifican la estructura y funcionamiento del edificio. De igual modo, los edificios modifican los flujos aire, temperatura, radiación, humedad, pluviometría, hidrografía, y geografía.

Fuente: [FOLCH, 1994; RUEDA, 1995]

De este modo, *“el edificio en áreas urbanas podría cumplir el mismo papel que tiene un árbol en el bosque. Es decir, captar y transformar la energía radiante, depurar y regenerar el agua y el aire, regular los niveles hídricos, transformar los compuestos minerales en orgánicos, y sobre todo, constituirse en el hábitat de especies animales que enriquecen la complejidad del ecosistema”* [SERRA, 1998].

El edificio está abierto a recibir las energías naturales que se encuentran en estado libre en el medio ambiente –radiación, viento– y las energías artificiales que obtiene por acción del hombre –electricidad y combustibles–. De la misma forma, que los organismos biológicos que se encuentran en un ecosistema y van construyendo su propio entorno, a través de procesos evolutivos que dan lugar a formas de vida complejas, que con el tiempo tienden hacia una diversidad más amplia y desarrollan una relación simbiótica y sostenible con su entorno [FOLCH, 1994] [Fig. N° 54].

Fig.Nº 55 ESPACIOS CONTENIDOS Y FILTRO

La doble cubierta actúa como elemento integrador del edificio con su medio ambiente.

(1) Casa doble techo y lucernario.
Iquique, Chile

Fuente: [Cuadernos del Norte. UCN]

(2) Edificio Tribunales. Arq. R. Rogers – Francia.

Fuente: [Arquitectura del próximo milenio. Ed Taschen]



1.4.4.3. EL ENFOQUE SOSTENIBLE

El enfoque sostenible, pone en crisis la insostenibilidad del desarrollo humano, situando la problemática en las limitadas capacidades de los sistemas naturales, la necesidad de equidad social y la preservación de los derechos y oportunidades de las futuras generaciones.

La sostenibilidad, se refiere a las condicionantes sistémicas en razón de las cuales, a escala planetaria y/o regional, las actividades humanas no pueden sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas. Límites a partir de los cuales se activan fenómenos irreversibles de degradación.

85

En el ámbito de la arquitectura, lo sostenible se fundamenta tanto en el uso de las energías renovables como en el cierre de los ciclos de vida de los materiales, que comprende desde el proceso de fabricación de los materiales y finaliza con su posterior reutilización.

Esto último, nos lleva a entender lo sostenible también ligado con el concepto de durabilidad, en cuanto a que lo sostenible no admite desechos, o que la materia tenga un solo uso. Por lo tanto pensar en edificios que sean fáciles de dismantelar, capaces de desaparecer sin dejar rastro, significa desarrollar una arquitectura durable en el tiempo, significa pensar en proyectos abiertos, capaces de aceptar las futuras normas de uso. Lo que no implica una falta de consistencia, la capacidad de mutar o modificarse es garantía de subsistencia, de vínculo con la realidad [SORIANO, 1998].

La experiencia del edificio sostenible en economías desarrolladas, se ha impulsado basándose en rígidas normas ecológicas y de ahorro energético, instauradas principalmente en criterios técnicos, materiales y constructivos. En la actualidad, esta tendencia está cambiando hacia la idea de que lo realmente importante en un diseño sostenible, no es que se cumplan las normas a cabalidad, sino que lo prioritario es crear espacios habitables, ambientes confortables para desarrollar la vida. Es decir, una arquitectura donde las personas puedan controlar el ambiente interior y tener un contacto sensible con el mundo exterior, para experimentar emociones y contrastes vitales.



Fig Nº 56 FACHADA DE PANELES FOTOVOLTAICOS / BIBLIOTECA PÚBLICA DE MATARÓ
 Toda la fachada sur de este edificio se contempló como un gran muro captador de energía solar que es transformada en electricidad. Además de funcionar como un elemento de protección solar semi-transparente y filtro de la iluminación natural.
 Foto: J. Guerra.

Una arquitectura sostenible es una arquitectura inspirada en la idiosincrasia y las necesidades de los futuros habitantes y en la naturaleza del lugar, que pone el énfasis en lo cualitativo, porque está orientada a conseguir una mejora en la calidad de vida, admitiendo los principios de eficacia, suficiencia y equidad [Figs. Nº 55/56].

Un edificio sostenible para el arquitecto Ton Venhoeven⁸⁸, *es una apuesta por vivir naturalmente a diferencia de los edificios que se mantienen artificialmente vivos*. Se plantea como el proceso en que el edificio deja de ser un consumidor de energía o un receptor estático para transformarse en un generador de energía, un receptor dinámico ambientalmente controlado [MELET, 1999].

La definición más destacada de Desarrollo Sostenible⁸⁹, se expresa como aquel "*desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer los límites o las capacidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*" [GOODLAND, 1997]. Este enunciado contiene en sí dos conceptos claves para los profesionales de la arquitectura, el de "necesidad" y "límite". Ambas nociones habituales en el lenguaje del arquitecto, adquieren una nueva dimensión en el enfoque sostenible, dirigida al buen-hacer y hacia la combinación de los atributos de una arquitectura no solamente racional sino también sensual y emocional.

Las necesidades, por su parte ya no son los simples y habituales requerimientos del programa arquitectónico. Sí para hacer la arquitectura de siempre, se debía escuchar las exigencias de los usuarios, para hacer una arquitectura sostenible se deben *escuchar los deseos de los beneficiarios*.⁹⁰

En cuanto a la noción de límite, desde la perspectiva de la sostenibilidad, éste no sólo tiene relación con la dimensión del predio y las restricciones de la ordenanza, sino que sobretodo con la dimensión incommensurable del habitar la Tierra. Es decir, un compromiso con el uso eficiente de los recursos naturales y el impacto ambiental del edificio en el paisaje.

⁸⁸ [VENHOEVEN, 1999] En Sustainable Architecture. NAI Publishers, Netherlands. pág.17.

⁸⁹ [LA ROCA. Francesc, 2000] *El desarrollo sostenible según la economía ambiental*, En: Seminaris Urbans (V) Hacia una economía sostenible. Ed. CCCB.

⁹⁰ [BHALOTRA. Ashok, 1999] Director de Kuiper Compagnons. En: Sustainable Architecture. Ed. NAI Publishers. Netherlands.

COMENTARIOS

Los ejemplos más significativos de cada uno de estos enfoques los podemos encontrar en la arquitectura vernácula o tradicional de cualquier región del mundo. Ésta por definición, se concibe como una arquitectura que establece una relación directa entre las formas de vida y su entorno ecológico–ambiental. Así, por ejemplo, es reconocible la sensibilidad y habilidad en el manejo de los recursos naturales, especialmente del agua en las culturas que habitan los desiertos más extremos, estableciendo relaciones más allá de un pragmatismo funcional, alcanzando aspectos enlazados con la cultura y la religiosidad.

87

La reducción del consumo de energía de los edificios usando técnicas de calefacción y refrigeración pasiva, optimizan el uso de recursos solares, combinado con estrategias de enfriamiento o refrigeración basadas en la protección térmica de la envolvente del edificio, y la disipación de la carga termal del edificio.

El mejoramiento de la calidad medioambiental de la arquitectura, a través de una adecuada ventilación interior junto con agradables condiciones térmicas, visuales y acústicas.

Adaptar los edificios a las condiciones medioambientales específicas de las ciudades, en orden a incorporar la energía solar y la eficiencia energética para neutralizar el efecto de los cambios y transformaciones de las características de irradiación, térmica, humedad y aerodinámicas en un ambiente urbano.

Éstas consideraciones, no hacen más que recuperar para la arquitectura aspectos que le son propios y que en un momento dejaron de valorarse como esenciales. En esta nueva lógica, es importante tener presente, que cada componente del edificio tiene una función en la obra, en este sentido es una reevaluación del principio "menos es más", llevado hacia la noción de *desmaterialización*⁹¹ de la arquitectura.

⁹¹ [BERMÚDEZ & HERMANSON, 1996] *Reflexiones sobre la Arquitectura Contemporánea*. University of UTAH.

La desmaterialización a medida que nuestra civilización se sumerge más profundamente en la era de la información, las expresiones culturales (fuentes, procesos y productos) son cada vez más desmaterializadas y virtualizadas. En la cultura del simulacro, lo corpóreo pierde importancia frente a lo informático, lo concreto a lo representativo, y lo real a lo simulado. El acto arquitectónico se está desplazando, quizás inconscientemente, desde la materialización a la visualización. El lenguaje de texturas está siendo sustituido por el lenguaje de imágenes.



Fig. N°57 LA PRENSA DE LA ÉPOCA MANIFIESTA UN AMBIENTE OPTIMISTA Y ABIERTO AL DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN LA REGIÓN DEL DESIERTO DE ATACAMA. ANTES DE 1970.
Fuente: Archivo Diario El Mercurio de Antofagasta, 6 de febrero de 1963.

1.5. LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO DE UNA CULTURA SOLAR EN EL DESIERTO DE ATACAMA

El proceso de transición energética en Chile, no es diferente al de cualquier país *en desarrollo*, es decir, con características que hacían probable entrar en la era solar antes que el mundo industrial, ya que en general se disfruta de mayor luz solar y sus poblaciones están más dispersas, facilitando así, la explotación de fuentes de energía descentralizadas [ROMAN, 1994]. Ejemplo de este espíritu, son las informaciones de prensa de 1963 [Fig. N°57]. No obstante, la falta de una estrategia coherente que suministrara el conocimiento detallado de las necesidades, junto a una estructura de desarrollo y de utilización de tecnologías apropiadas, desvió la transición energética hacia lo convencional y dependiente [ZULETA, 1976a].

El proceso de transición chilena se puede caracterizar como un híbrido, que guarda relación tanto con el modelo de las economías desarrolladas y también con el de economías *en desarrollo*, mezclan exigencias y patrones del primero, con costumbres, hábitos y desequilibrios propios del segundo, de acuerdo con el perfil presentado en la Tabla N°6.

TABLA N°6 CARACTERÍSTICAS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y DESARROLLO ECONÓMICO

En economías <i>desarrolladas</i>	En economías <i>en desarrollo</i>
Es prioritaria.	No es prioritaria.
Factible a corto y largo plazo es más rentable.	A corto plazo, es más rentable el sistema actual.
Existen normativas, programas de subvención y concienciación.	No existen normativas, ni programas de subvención o incentivo, tampoco programas de concienciación.
Se ha invertido muchos esfuerzos humanos y económicos durante ya bastante tiempo para revertir un proceso.	Los temas ambientales y energéticos son de reciente creación, y aun no existe una conciencia ambiental extendida.
Se intenta actuar en coherencia, no siempre con los resultados esperados, el tema comienza a ser parte del problema creativo.	No hay coherencia cultural ambiental, se adoptan normas y comportamientos que tiene como referente otras realidades socioeconómicas.

Fuente: Estructurado por José Guerra en base a [JIMÉNEZ, 2000; IGLESIAS, 1981]



Fig. N°58 DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN LAS ZONAS ÁRIDAS

Fuente: Archivo Diario El Mercurio de Antofagasta. 6 de febrero de

El caso chileno, es peculiar en su forma porque es una sociedad muy abierta a adoptar y aplicar modelos o sistemas de otras colectividades, que poco tienen que ver con su realidad social y tecnológica. Según Hopenhayn, la identidad cultural en Chile ha tendido siempre a construirse y reconstruirse en función de –y abierta a– un otro significativo altamente valorado [HOPENHAYN, 1996] [Fig. N°58].

Esta máxima, es reveladora para entender la actitud con la que se ha desarrollado el proceso ambiental y de transición energética en Chile, en el cual se plantean dos lecturas:

- (1) La primera lectura, consiste en relacionar la transformación económica del país con los problemas ambientales. En ésta, se identifica al Chile de hoy, como un país eficiente en muchos aspectos, pero que tiene una actitud convencional en ámbitos en los cuales podría ser original, fundamentalmente porque este proceso surge de una exigencia exterior y por tanto se renuncia a la construcción de un perfil propio [HOPENHAYN, 1996]⁹².

Es un hecho manifiesto que la regulación ambiental existente actualmente en el país, no nace de las preferencias de la sociedad y los diferentes ecosistemas, sino como una respuesta a los requerimientos ambientales de mercado a los productos y a los procesos de la normativa de la Unión Europea y/o de Estados Unidos [COCUZZA, 1996].

En este sentido, Chile no está aprovechando su transformación económica para incentivar modelos alternativos apropiados a sus ecosistemas, que signifiquen un desarrollo autónomo de las regiones⁹³. Así por ejemplo, se podría haber iniciado bajo las inmejorables condiciones solares en la región del Desierto de Atacama el uso masivo de la energía solar y con ello la transición energética del país.

⁹² [HOPENHAYN, Martín. 1996] *Inserción global y medio ambiente: identidad*. En: Ponencias VI Encuentro del medio ambiente. Ed. CIPMA Santiago. Pág. 12-17

⁹³ [VALDES, Gabriel. 1993] *Desarrollo y sustentabilidad: la compatibilidad posible*. En: Ponencias VI Encuentro del medio ambiente. Ed. CIPMA Santiago.



Fig. N° 59 DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN LAS ZONAS ÁRIDAS
Fuente: Archivo Diario El Mercurio de Antofagasta 6 de febrero de

En este sentido Maldonado⁹⁴ plantea que, la política energética chilena arraigada en un enfoque tradicional y basado en los recursos convencionales, deja al país sometido a la dependencia energética exterior.

Esta lógica de integración complaciente de la sociedad chilena por asumir la tendencia imperante, ha traído como consecuencia la introducción en nuestra cultura del tema energético y ambiental de modo obligatorio y prioritario [HOPENHAYN, 1996].

Si se aplica la misma lógica, es posible pensar entonces, que esa apertura a experiencias foráneas también permita imitar y aplicar las buenas prácticas en el uso de las energías renovables, prestando especial atención al proceso de integración y apropiación.

- (2) La segunda lectura, fusiona **transición energética e identidad ambiental**, como aspectos conducentes y compatibles con el crecimiento económico y desarrollo de las energías renovables. Chile, a pesar de los esfuerzos de descentralización sigue siendo unitario y centralizado desde el punto de vista de su estructura y organización.

El reconocimiento de las singularidades territoriales, queda en un segundo plano, bajo políticas que dejan pocas posibilidades de interpretación local, y desarrollo de los recursos alternativos disponibles en las regiones. Históricamente, se reconoce en la regional del Desierto de Atacama una época con una decidida apuesta por una “cultura solar”, construida por personas e instituciones, en torno a la energía solar. Actualmente esa cultura está sumergida en un proceso de involución, como producto de los destinos impuestos por el modelo central [Fig. N°59].

⁹⁴[MALDONADO, Pedro. 1996] *Inserción Global y Medio Ambiente. Energía*. En: V Encuentro Científico del Medio Ambiente, Temuco. Ed. CIPMA, Santiago.

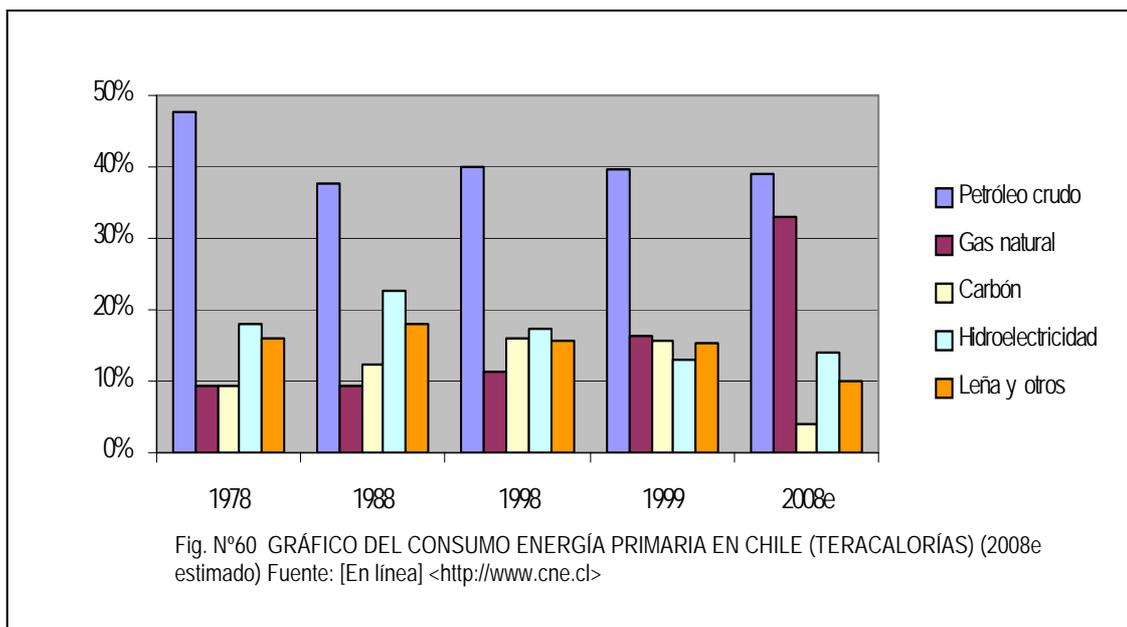
Esta circunstancia debilita la identidad regional, quedando sometida al centralismo y a la cultura de la dominación que produce la dependencia, la concentración del poder de toma de decisiones tanto económicas como políticas [SABATTINI, 1993].

En este contexto, el cuestionamiento con relación a cómo desarrollar la transición energética en un ámbito desértico pareciera no tener cabida por las razones imitativas. Desde luego, la transición energética es posible y ella debe tener un perfil definido por la valoración de la identidad del medio ambiente regional.

Los procesos de transición más exitosos, son los que han significado en algún aspecto mejorar la calidad de vida de las personas, es decir, los que han estado fuertemente dirigidos a la participación de las personas o tienen una *escala humana*, al decir de Max Neef, motivados por iniciativas locales y regionales.

La transición energética, puede entenderse aquí como una verdadera revolución en el sentido actual del concepto donde, *lo revolucionario deja de ser pensado como grandes cambios en el tiempo para reconocerse como pequeños y significativos cambios en el espacio* [HOPENHAYN, 1994].

La revolución en el plano de la cultura solar de las ciudades del norte de Chile, debería tender a recuperar la conciencia de sus habitantes respecto al "habitar el desierto", lo que implica un proceso de revalorización del territorio y ecosistema desértico, el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos renovables y del diseño energético-ambiental como base en el ámbito de la arquitectura.



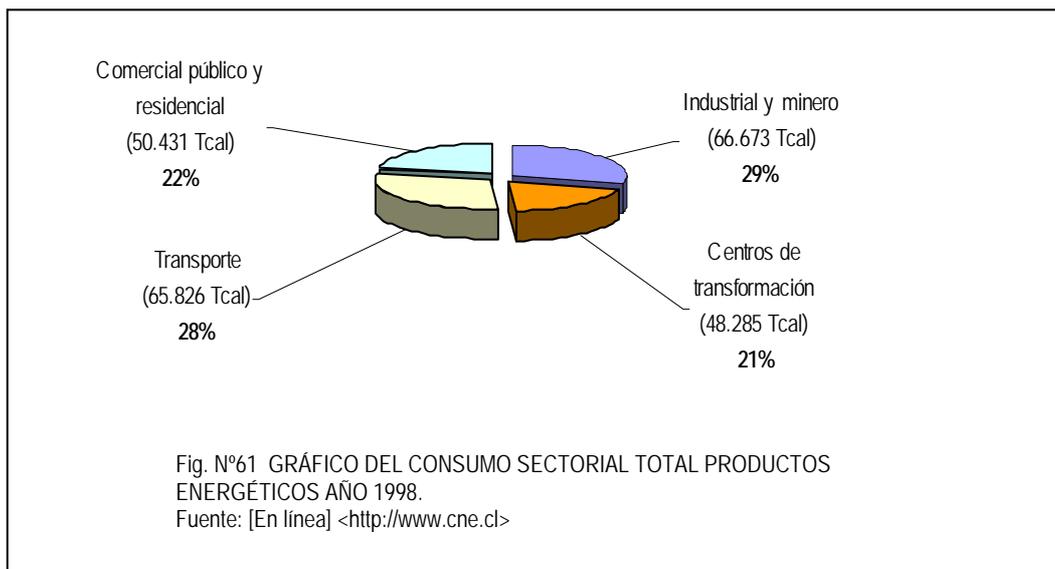
1.5.1. EL PANORAMA ENERGÉTICO CHILENO

La matriz del consumo de energía primaria⁹⁵ de Chile, está compuesta por seis recursos, definidos como “energéticos convencionales” por la Comisión Nacional de Energía (CNE), entre los que se encuentran: el petróleo, la leña, el carbón, el gas natural, la hidroelectricidad (en mega escala) y el biogás (en mega escala).

Las cifras del gráfico de consumo, [Fig. N°60] demuestran la fuerte dependencia de Chile con respecto a las energías fósiles, convirtiendo al país en un importador neto. El petróleo y el gas natural representan más del 50% del consumo de energía primaria, con una clara proyección al aumento. La participación del gas natural, con un notable crecimiento debido a los proyectos de interconexión con Argentina, permitirá disminuir la dependencia del petróleo, el carbón y la leña. En este sentido cabe señalar que a pesar de que la leña y la energía hidroeléctrica han rebajado su porcentaje de contribución, otras energías renovables como la solar o la eólica no cuentan en la matriz energética del país [CNA, 2000].

Respecto al comportamiento del consumo energético en Chile, el gráfico de consumo sectorial nos revela que el comportamiento por sectores a escala nacional es muy homogéneo [Fig. N°61]. Por su parte, el gráfico de comportamiento energético del sector comercial público y residencial, nos indica que existe un alto porcentaje de pérdida energética, del orden del 45%, atribuidas a diseños inadecuados y malos hábitos de consumo [Fig. N°62]. En efecto, el consumo por pérdidas en los centros de transferencia es del orden del 20%, el sector minero e industrial es el mayor consumidor con un 29%, aquí las pérdidas más importantes son termodinámicas, es decir, aquella fracción de energía que se disipa de modo inevitable como producto de la eficiencia tecnológica de los procesos de transferencia de energía involucrados, por tanto aquí sólo cabe mejorar aún más la tecnología utilizada.

⁹⁵ Energía primaria: se denomina a los recursos disponibles en la naturaleza y que pueden utilizarse en forma directa o indirecta en su aplicación energética final. La energía secundaria por su parte es la que se deriva de los anteriores y pueden incluir a algunos recursos de energía primaria.



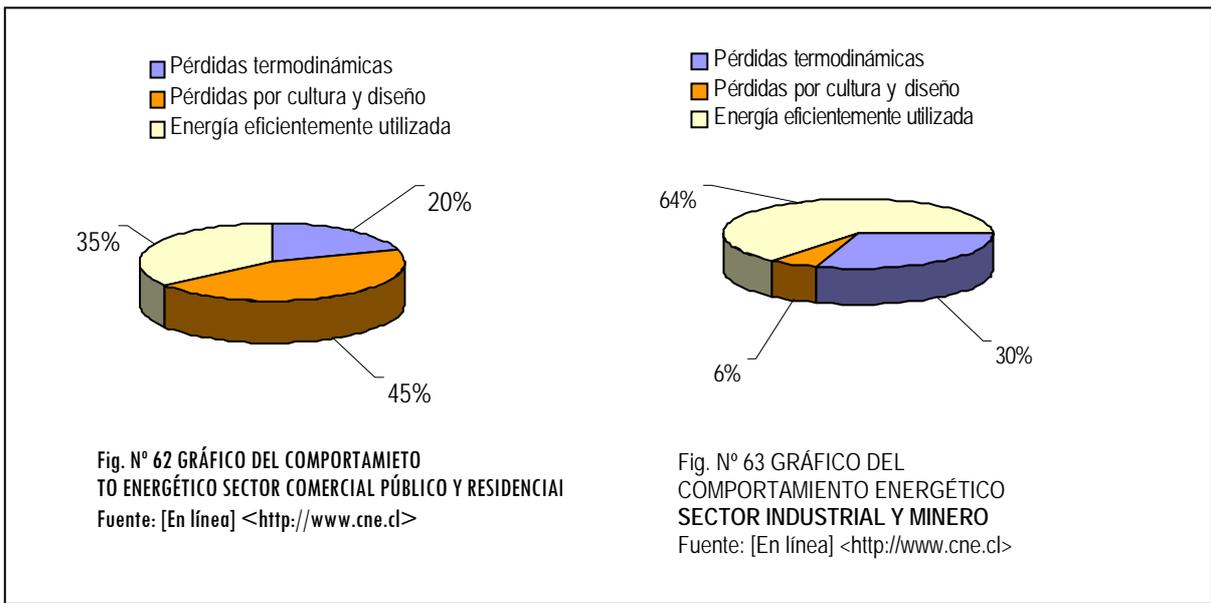
En el sector comercial público y residencial el consumo es del 22% de la energía total que se utiliza en el país, en este sector las pérdidas energéticas son muy importantes, del orden del 65% de la energía utilizada en el país. De ésta pérdida, el 70% se debe a diseños inadecuados y malos hábitos en cuanto al uso de la energía [CAMPOS, 1992]⁹⁶ [Fig. N° 62/63].

En los últimos años, Chile entró en una importante dinámica de crecimiento económico y de aumento de la demanda energética. A consecuencia de esta demanda y de las exigencias de competitividad al país para su inserción en los mercados internacionales, aparece la urgente necesidad de desarrollar una política energética sustentable. Se desarrolla un plan que enfocará el problema de forma tradicional limitándose a aumentar el abastecimiento, explotando los recursos hidroeléctricos, carboníferos y petrolíferos, mediante instalaciones cada vez más costosas, complejas y de mayor tamaño.

La implementación del Programa Nacional de “Uso Eficiente de la Energía”, fue dirigida en primer lugar al sector industrial, éste consistió en incluir el factor de eficiencia energética a través de la utilización de equipos y procesos de alto rendimiento, para lograr modificar los hábitos de consumo.

En el ámbito del edificio, la estrategia consistió en aplicar medidas de control de las actividades que producen un consumo de energía eléctrica y de otros combustibles, con el propósito de optimizar su uso.

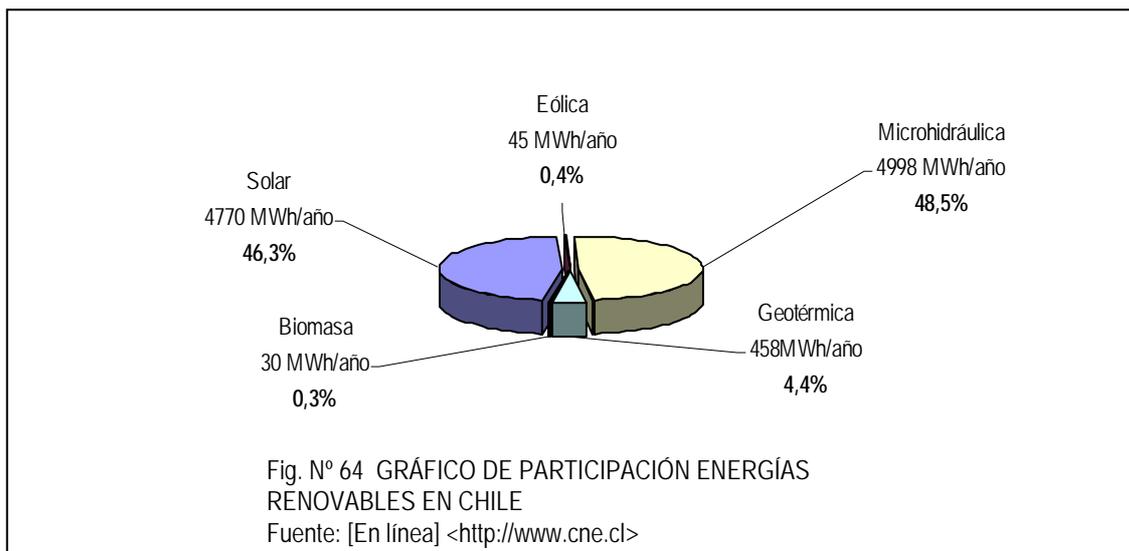
⁹⁶ [CAMPOS, Pedro 1992] *Gestión ambiental en la localidad: Incentivo a la “eficiencia térmica habitacional” en la comuna de La Florida*. Revista Ambiente y Desarrollo. Pág. 29-35 ; Julio 1992.



Las líneas de trabajo específicas que se impulsaron en el plan fueron las dirigidas a identificar y eliminar barreras que impedían la realización de inversiones y proyectos en el campo de la eficiencia energética, promoción, difusión y marco normativo. Podemos observar que el plan de eficiencia energética, solamente guarda relación con el “uso racional de la energía”, es decir, está referido únicamente a los energéticos considerados como *convencionales*.

Las energías renovables o no-convencionales no tenían cabida, quedando fuera de las matrices de cálculo y proyección, a través de las cuales se proponen las acciones desde el Estado. Ello refleja además la poca adaptabilidad de las políticas energéticas a las características regionales.

Frente a este contexto, han surgido voces que demandan una política energética no divorciada de una política ambiental, exigiendo opciones alternativas para el abastecimiento de parte de los requerimientos energéticos necesarios para el crecimiento del país. Planteamientos que requieren de la adopción de estrategias sostenibles que satisfagan los requerimientos de la actividad productiva, y que mejoren la calidad de los servicios energéticos domésticos enfatizando el uso eficiente de la energía, el abastecimiento de sectores geográficamente marginados. Opciones energéticas que minimicen los impactos ambientales, la introducción de tecnologías limpias y eficientes, el desarrollo de las energías no-convencionales o renovables y la flexibilización del sistema energético. Todo ello está fundamentado en la diversidad y potencialidad evidente de los recursos energéticos renovables existentes en el país [MALDONADO, 1996]; [Fig N°65].



1.5.2. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN CHILE

Chile cuenta con un gran potencial de recursos energéticos renovables a lo largo de su geografía, destacándose el hidroeléctrico en la zona sur, la energía eólica y solar en la zona norte desértica, con el actual desarrollo tecnológico se podría cubrir más del 50% de la demanda energética del país [ROMAN 1994].

Por otro lado, el país cuenta con una reconocida tradición de más de cuarenta años en el ámbito de la investigación y la experimentación en el uso de la energía solar y de los recursos energéticos no renovables que debe explotar. Si bien, la energía hidroeléctrica y la biomasa han contribuido con importantes cuotas a la matriz energética del país, otras energías renovables como la solar y eólica no han podido desarrollarse, el principal argumento en contra de éstas, son los elevados costes iniciales, lo que las hace económicamente poco rentables. Aunque éstas sí han demostrado ser competitivas en regiones aisladas en las que se ha fomentando su implementación, con programas como de electrificación rural.

En Chile, las energías renovables solamente tienen existencia política a partir del año 1993, lo que implica que es posible incorporarlas a las decisiones sobre energía que la Comisión Nacional de Energía (CNE) propone como organismo asesor del Gobierno de Chile. La Comisión define como energéticos "no-convencionales", de interés y viabilidad para Chile, a la hidroelectricidad en pequeña escala (menos de 5000 kW.), la energía solar, la eólica, la geotérmica, el biogas en plantas de pequeño tamaño y la biomasa (excluida la leña)⁹⁷ [Fig. N° 64].

La historia de los recursos energéticos en Chile cuenta con hechos muy significativos que se detallan en las próximas páginas, especialmente relacionados con el aprovechamiento de la energía solar en la región del Desierto de Atacama. Específicamente en el ámbito de la energía solar, Chile posee un gran potencial en las regiones áridas y semiáridas del norte, de la I a IV regiones⁹⁸.

⁹⁷ [CNE 1989] *El sector energía en Chile: energías no convencionales*. Pág. 219 - 229.

⁹⁸[SALINAS, Rolando. 1983] *Mapa energético de Chile, distribución de los recursos y producción de energía: Localización de los recursos energéticos no convencionales*. En: II Simposio interuniversitario de Energía, Santiago de Chile. Pág. 375-396.

La mayoría de los estudios realizados para la aplicación de la energía solar en Chile, ponen de manifiesto las buenas condiciones ambientales para la aplicación de la tecnología solar y otras fuentes de energía renovable [Fig. N°65]. Argumentos como los que se detallan a continuación y que fueron válidos entonces, cuando se iniciaron las investigaciones sobre el desarrollo de la energía solar en Chile, hace cuarenta años, actualmente se señalan como sólidos y vigentes para su aplicación y desarrollo.

Chile, recibe una “*constante solar*” de algo más de 1 billón de kWh sobre su superficie expuesta a la radiación solar, lo que equivale a 35 veces la energía que consume la humanidad en un año.

Chile, tiene un consumo bruto por habitante del orden de 879 kWh/año, doce veces inferiores al consumo bruto por habitante que los EE.UU. Recibe 1000 veces más energía solar, que la totalidad de la energía que gasta.

El norte de Chile, dadas sus condiciones climáticas, ambiente seco y limpieza atmosférica, registra áreas con más de 4000 horas-sol/año, y con una intensidad de radiación de hasta 1,2 kWh/m². En Francia, se han realizado experiencias con excelentes resultados, tan sólo con 2600 horas-sol al año.

El sector de la minería en Chile, ha prestado bastante atención a las posibilidades del uso de energía solar, mientras que sectores como el habitacional o agrícola presentan un desarrollo moderado.

El desierto de Atacama en el Norte de Chile, presenta condiciones muy favorables para la utilización de la energía solar. La radiación solar global (directa+celeste) alcanza valores de 4.849 kcal/m² al día en promedio anual, con valores máximos en verano de 6.400 kcal y valores mínimos en invierno del orden de las 3.300 kcal.

La radiación de onda larga recibida de la atmósfera tiene una intensidad promedio anual del orden de las 6.600 kcal/m² (máximos en verano 7.000 kcal/m² y un mínimo de invierno del orden de las 6.100 kcal/m²).

Los valores de energía media anual sobre superficies horizontales se encuentran entre los más altos del mundo.

Fig. N°65 GRÁFICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN CHILE / DESARROLLO POTENCIAL REGIONAL
Fuente: J. Guerra.

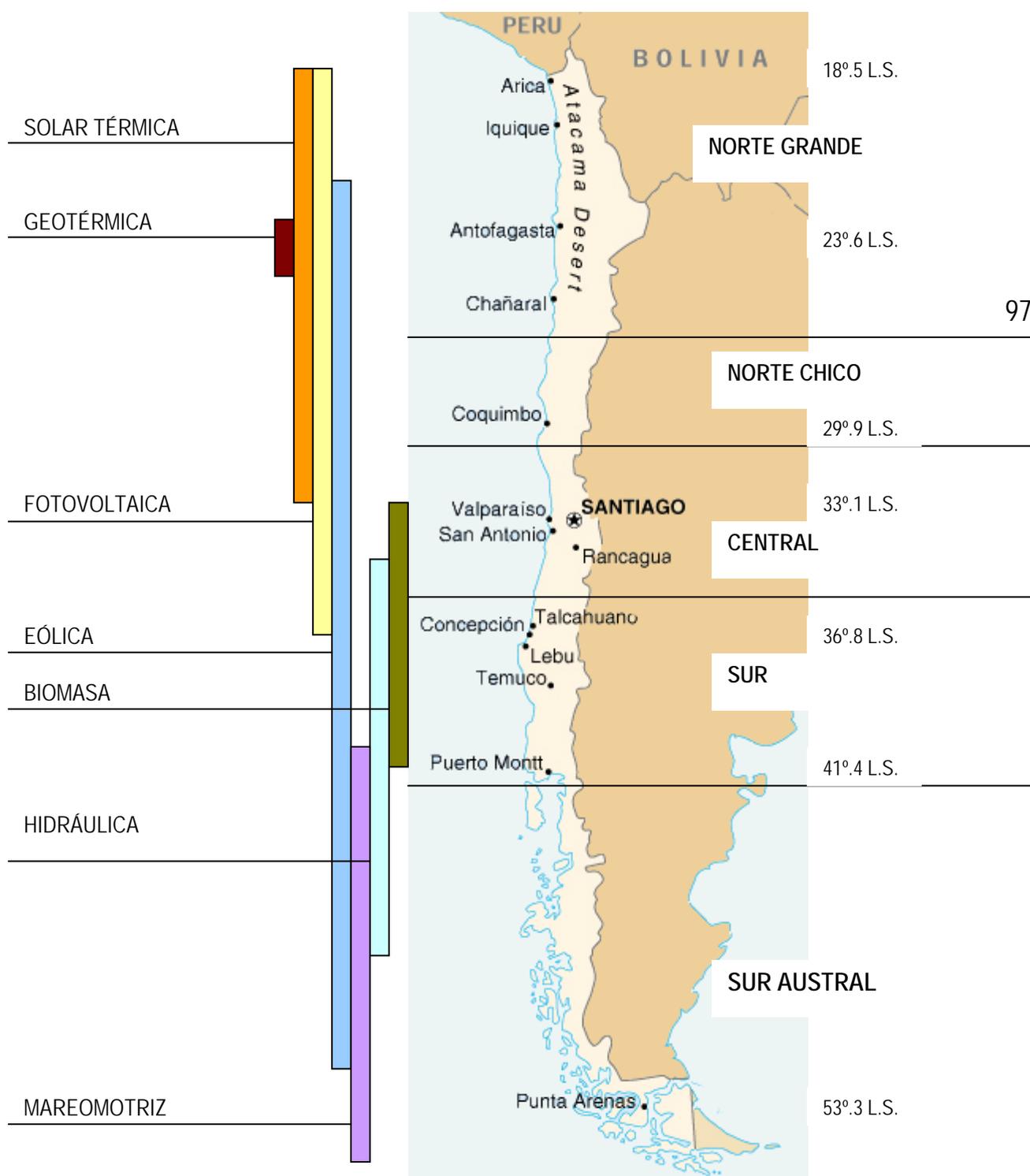
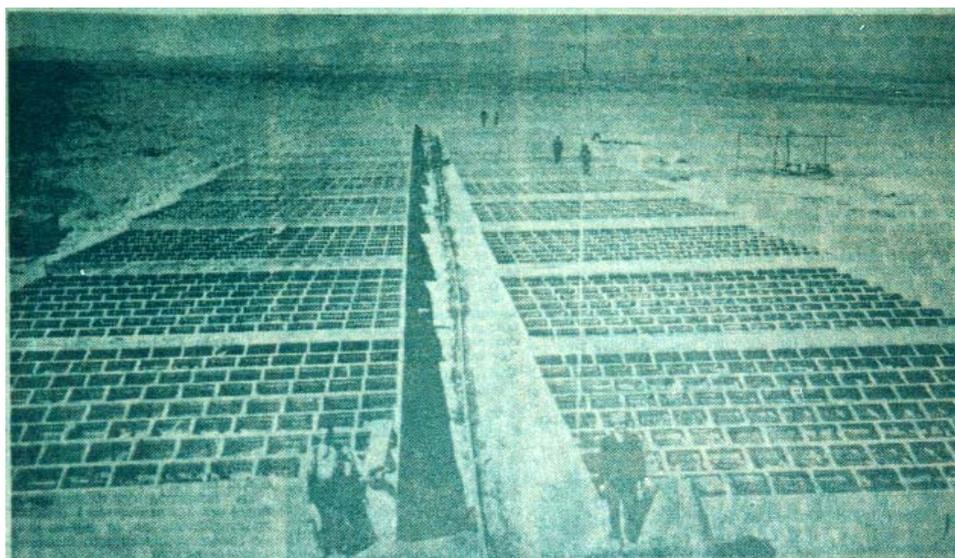


Fig. N°66 DESTILADOR SOLAR EN LAS SALINAS

Situado a 33 km al este Baquedano (poblado al interior de Antofagasta) En plena pampa atacameña funcionó desde 1872 hasta 1908. Con una dimensión de 4750 m², proporcionó hasta 27 mil litros de agua potable.



1.5.3. ESCENARIOS DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN CHILE

La historia del desarrollo de los recursos energéticos renovables en Chile ha vivido períodos significativos y de gran apogeo especialmente relacionados con el aprovechamiento de la energía solar en la región del Desierto de Atacama. Partiendo de estos hechos sucedidos el año 1973, (período de inicio de la crisis energética y de golpe de estado en Chile). En orden temporal se describen tres escenarios: (1) antes de 1973; (2) entre 1973 y 1990; (3) desde 1990 - 2002.

98

(1) Antes de 1973

Este es un período con un marcado carácter progresivo en la experimentación y utilización de las energías renovables, encontrándose notables testimonios a favor de la arquitectura solar y el aprovechamiento energético de los recursos renovables en la región del Desierto de Atacama.

Numerosos son los grupos de investigación de organizaciones e instituciones públicas y privadas que trabajan para desarrollar el tema, en las que se destaca los investigadores de la Universidad Católica del Norte (UCN) y de la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM). De este período, también existen trabajos e informes de las visitas realizadas por expertos mundiales, los cuales en sus viajes por el país y estudios de campo constatan las excepcionales cualidades del clima para la realización de proyectos en el área de la energía solar.

En el terreno arquitectónico, se puede evidenciar el florecimiento de una "cultura solar" significativa y representativa de la diversidad cultural y ambiental del desierto. Múltiples ejemplos de la arquitectura vernácula atacameña o de la arquitectura industrial y residencial de raíz anglosajona o la arquitectura contemporánea e informal. Todas ellas comparten soluciones características de diseño pasivo, elementos de protección solar o aplicaciones de sistemas activos incorporados a las cubiertas.

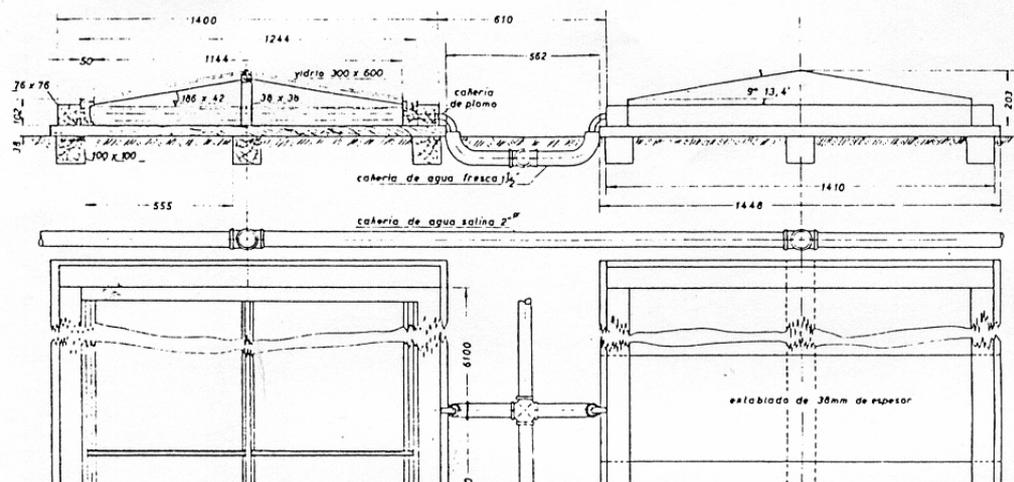


Fig. N°67 DETALLE DESTILADOR SOLAR EN LAS SALINAS DISEÑADO POR CARLOS WILSON.
Fuente: CEDOC 0005 [HIRSCHMANN, 1983]

Algunos hitos históricos de éste período se recogen a continuación:

En 1872 instaló la Planta Destiladora Solar de agua salina de Carlos Wilson. Chile fue el primer país del mundo en utilizar industrialmente la energía solar por medio de una instalación tecnológica. La planta ubicada en plena pampa salitrera cerca de Baquedano, tenía una superficie de 4.757m² y producía cerca de 20.000 litros de agua destilada por día [Fig. N°66/67]. Los destiladores se basaban en el principio de aceleración de la evaporación del agua mediante calor, obtenido por un cuerpo negro expuesto al sol, los rendimientos aproximados eran de 5 l/m² en verano y 3,5 l/m² en invierno. Al margen hay que señalar que se requieren 50 a 60 m²/persona para el consumo normal habitual [HIRSCHMANN, 1976].

99

En 1966 Félix Trombe presentó el estudio para la construcción de un Horno Solar en el cerro Montezuna, próximo a la ciudad de Calama⁹⁹. Dadas las excelentes condiciones de transparencia, altitud, nubosidad y de ausencia de polvo y humo. El horno solar consideraba un reflector que concentraba un flujo energético de 300 a 400 kW de potencia a una temperatura sobre los 3000°C [TROMBE, Félix, 1973 /Nota Preliminar N°1]¹⁰⁰.

En 1966 Félix Trombe presentó el informe sobre la aplicación solar en Chile. En el cual se expone que desde Santiago en el centro del país al norte, podrían aplicarse tecnologías solares. En el Norte Chico de Ovalle a Copiapó existen buenas condiciones. En el Norte Grande de Antofagasta a Ollague presentan condiciones excepcionales, con un 95% o más de días con sol todo el año y una radiación directa de alrededor de 1.1 kW/m², (exceptuando la zona de la mina de Chuquicamata por sus humos industriales) [Fig. N°65].

⁹⁹[TROMBE, Félix. 1993] El famoso director científico del Centro Nacional de Investigación Científica de Francia, cumplió dos misiones en Chile, en 1966 y 1973. De la primera misión se conoce su "Informe sobre las posibilidades de instalación y utilización e un horno solar en Chile, Revista Ciencia N° 142 [1971]; de la segunda visita sólo existe una "Nota preliminar", entregada a la Universidad Católica del Norte, en junio de 1973.

¹⁰⁰[MORALES, Joaquín. 1973] Análisis preliminar de las posibilidades de utilización económica de la Energía Solar en Chile. Universidad Católica del Norte. Antofagasta. Documentos CEDOC E0837.



Fig. N° 68 APROVECHAMIENTO DEL ROCIO / LOS ATRAPANIEBLAS

- (1) Experto Israelí en rocío colaborará en las investigaciones de la UCN
Fuente: Archivo Diario El Mercurio de Antofagasta, 18 de Diciembre de 1961. Pág. 2
- (2) Diversos planteles mineros del Norte empezarán a captar el agua

En 1960 se experimenta con calentadores de agua de placas planas: Estos pueden ser utilizados sin restricción en las cuatro regiones del desierto chileno, inclusive en la franja costera donde se encuentra concentrada la mayor parte de la población. En Chile, la Universidad Técnica Federico Santa María (UTFSM), registra experiencias desde hace más de una década y la Universidad Católica del Norte (UCN) tiene práctica con prototipos instalados en Antofagasta que datan de 1960¹⁰¹.

En 1973 Félix Tombe autorizó a la Universidad Católica del Norte la utilización del principio conocido como "muro trombe" para la calefacción solar de viviendas. Dicho principio consistente en anteponer a un muro pintado de negro y convenientemente aislado una pared de vidrio tratado para una menor reflexión solar, entre ambos se forma una zona de aire caliente la que por medio de un sencillo "by pass" se regula la entrada de calor en la casa.

En 1961 se instalan los primeros atrapanieblas o captadores de camanchacas o densas neblinas costeras. Los primeros diseños de atrapanieblas datan de 1961, su funcionamiento se basa en la condensación de las gotas de agua sobre los monofilamentos, que por acción fricción del viento adquieren una pequeña carga eléctrica que atrae las partículas de agua aéreas, su ubicación es entre los 800 y 1.000 msnm. El rendimiento de un atrapaniebla en un buen lugar puede estimarse en unos 30 l. (20 l/día m² de superficie útil ocupada) [Fig. N° 68/69].

En 1972 se experimenta con la congelación por radiación. El sistema utiliza la re-irradiación de la energía absorbida en el día y que en la zona de la pre-cordillera de los Andes, alcanza elevados niveles, de esta forma durante la noche se produce una capa de hielo de buen grosor que permite obtener un promedio de 15 l/día por m²¹⁰².

¹⁰¹ op. cit. [5][Simposio mundial realizado en Arizona en 1955]
¹⁰² [JACQUES FOURNIER 1972] En: Revista Chile Industrial vol II, N°2 .Pág. 37.



Fig. N° 69 PROTOTIPOS DE CAPTADORES DE CAMANCHACA O ATRAPANIEBLAS INSTALADOS EN LAS ZONAS COSTERAS DEL NORTE DE CHILE / IMAGEN ÁEREA DE LA CAMANCHACA EN EL BORDE LITORAL
Fuente: [En línea] <www.conaf.cl> Foto: J. Guerra.

(2) Entre 1973 y 1990

En los años setenta, acontecieron dos hechos trascendentales que condicionaron la situación actual. Por una parte, la crisis energética mundial afecta plenamente a Chile dada su elevada dependencia energética del mercado exterior de los hidrocarburos. Por otra parte, el país se ve inmerso en una gran crisis socio-política generada por el Golpe Militar y el advenimiento de la dictadura chilena. En éste período, el proceso de transición hacia las energías renovables entra de forma violentamente en regresión, el régimen militar mantuvo una actitud displicente en temas de control de la contaminación y conservación de recursos naturales, postergando los asuntos medioambientales. Por lo tanto, los diversos proyectos que se venían fraguando quedan interrumpidos, los distintos grupos de investigación desmontados y la investigación universitaria sin financiamiento.

Otros elementos que conspiran en el abatimiento de un proceso de transición hacia energías alternativas, es la adopción del modelo económico de libre mercado que favorece el individualismo y el consumo, introduciendo importantes cambios socio-culturales en los modos de vida de la sociedad chilena, en desmedro de los valores de cuidado y respeto del medio ambiente.

Remitiéndonos a la crisis del petróleo, los países *desarrollado*, comprendieron que ese momento era clave para romper con la tendencia de conseguir el desarrollo a expensas del aumento del consumo energético. Por ello, especialmente en Europa, se inician los planes de uso eficiente de energía y reconversión tecnológica, que han significado seguir creciendo pero con un reducido consumo energético. Así, lo demuestra el gráfico de la evolución del consumo energético y producto geográfico bruto (PGB) en los países de la Organización Económica de Cooperación y Desarrollo (OCDE ó OECD) [Fig. N°70], entre los años 1970 y 1990.

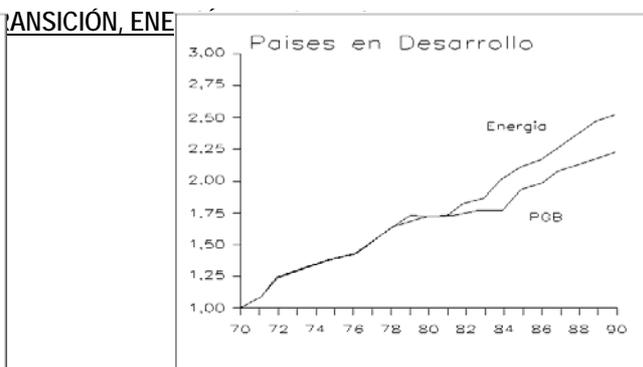
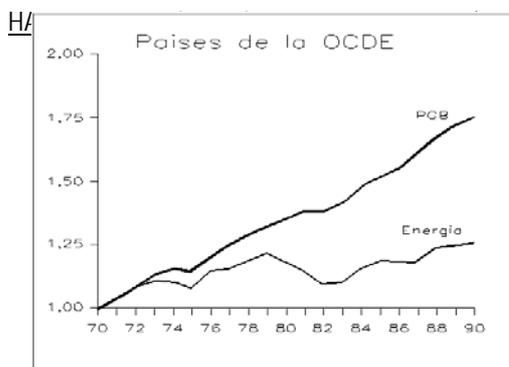


Fig. N° 70 Grafico Evolución del PGB y consumo de energía PGB y consumo de energía

Fig. N° 71 Grafico Evolución del

EN PAÍSES DESARROLLADOS

EN PAÍSES EN DESARROLLO

Fuente: [En línea] <http://www.cec.uchile.cl/roman/can_01.htm>

En tal período, el PGB creció a una tasa mucho mayor que el consumo energético, evidenciando el esfuerzo realizado en la búsqueda procesos y sistemas energéticamente eficientes [ROMAN, 1994].

En cambio, en los países *en desarrollo* el crecimiento fue equivalente o directamente proporcional al aumento del consumo energético. Este fenómeno, queda en evidencia en el gráfico de la [Fig. N°71]. En el mismo período (1970 - 1990) el PGB de los países en desarrollo ha crecido más rápido que en los países de la OCDE. Sin embargo, el consumo de energía también ha crecido aún más. En consecuencia, el desarrollo de un proceso de transición se hace más complejo y difícil.

(3) Desde 1990 al 2002

Con el reestablecimiento de la democracia, se inicia un período de recuperación y puesta al día después de la inmovilización y deterioro que significó el período anterior. Chile, llega a la década de los noventa sin disponer de un código coherente de leyes sobre medio ambiente, ni de una autoridad medioambiental central. Con la creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), se logra en 1994 tener una política de desarrollo sostenible materializada en la ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

El proceso de inserción económica que debió asumir Chile, convertido en la economía más dinámica de Latinoamérica con un crecimiento económico que llegó al 10% en 1992, introduce de lleno al país en el tema medio ambiental, dando inicio una incipiente transición en el uso de la energía eficiente y a un peculiar proceso de ambientalización.

En 1994, la Comisión Nacional de Energía (CNE) inicia un programa de ahorro energético en el sector industrial; para el sector residencial y comercial no se contempla una política de ahorro energético; recientemente en el año 1999 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, incluye una

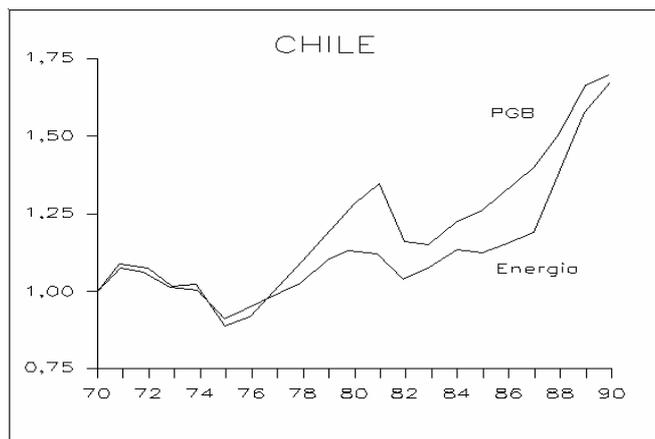


Fig. N° 72 GRÁFICO EVOLUCIÓN DEL PGB Y CONSUMO DE ENERGÍA EN CHILE
 Fuente: [En línea] <http://www.cec.uchile.cl/roroman/cap_01 htm.>

modificación a la Ordenanza General respecto a la reglamentación térmica de las viviendas. La normativa existente en cuanto a calidad térmica de la edificación era de 1973 y estaba hecha con criterios de pre-crisis.

Otro aspecto problemático que debe enfrentar el país, tiene que ver con la gestión del ambiente regional, esto quiere decir, recuperar el sentido de identidad ambiental de manera que los problemas se enfrenten desde la realidad local. Puesto que, en Chile es común que la legislación tenga la misma aplicación para todo el territorio, sin contemplar la singularidad de realidades ambientales tan extremas. Así por ejemplo, en el caso de la utilización del agua, rige la misma normativa que regula su consumo en una ciudad de clima desértico como Antofagasta y una de clima lluvioso, como Valdivia [PONCE, 1993].

La transición energética en Chile tiene abiertos cinco frentes estratégicos, acciones mediante las cuales lograr la eficiencia energética [MALDONADO, 1996].

- (1) Uso eficiente de la energía, disminución de pérdidas optimizando tecnologías, normativas y cambios culturales.
- (2) El rediseño de procesos y sistemas de distribución a los usuarios.
- (3) El desarrollo y fomento de las fuentes renovables de energía, especialmente la solar y eólica.
- (4) La flexibilización del sistema energético.
- (5) La diversificación de las fuentes, conversión evolutiva del modelo energético del país.

En el caso de Chile, el gráfico de la evolución del consumo de energía y PGB [Fig. N° 72], sigue la evolución de los países en desarrollo. Sin embargo, la tendencia entre 1990 - 2000, debido al cambio político y económico, apunta hacia un uso más eficiente y racional de la energía, con períodos en los que el consumo nacional de energía eléctrica ha experimentado crecimientos iguales o inferiores a la variación del PGB.

TABLA N°7 VENTA EN PORCENTAJE DE ELECTRODOMÉSTICOS POR REGIONES

Región	1992	2000	% crecimiento 1992/2000
Europa occidental	39.9 %	38.4 %	10%
Sud Este Asiático	20.2 %	23.6 %	35%
Norte América	25.0 %	21.1 %	(-) 3.2%
Europa oriental	6.8 %	7.2 %	21%
Sud América	1.8 %	2.6 %	71%
Medio Oriente	1.9 %	2.5 %	49%
Australia e Islas del Pacífico	1.6 %	1.6 %	15%
otros	2.8 %	3.0 %	7%

Fuente: Euromonitor [TURIEL, 1997]

Esta situación no hace más que evidenciar la necesidad de perfeccionar aún más las infraestructuras, de optimizar la eficiencia energética y sobretodo explica por qué Chile al igual que el resto de los países en desarrollo, deben asumir como una prioridad un proceso de transición energética apropiado que aún se encuentra en una etapa muy primaria.

En suma, que los problemas eficiencia energética y contaminación ambiental, junto con las exigencias de competitividad económica de los mercados internacionales, deben asumirse en la emergencia ya que el desarrollo económico no puede sostenerse a costa del deterioro sus recursos naturales.

También, queda de manifiesto que la que la definición de una política ambiental no puede estar divorciada de la política energética, en las que además se apueste decididamente por las energías renovables y alternativas¹⁰³.

Un dato revelador respecto al comportamiento de los países en desarrollo y desarrollados respecto al crecimiento del consumo energético, lo difunde la venta de productos electrodomésticos en el período 1992-2000. Se puede observar que aproximadamente el 85% del valor de las ventas de electrodomésticos ocurrieron en tres regiones en desarrollo, como se concluye de los datos que se presentan en la Tabla N° 7.

¹⁰³ [MÁRQUEZ, Miguel. 1999] Programa de Investigaciones en Energía de la Universidad de Chile. En: Semanario El Siglo N° 928.

1.6. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

EL DIAGNÓSTICO LA CRISIS ENERGÉTICA Y LA TRANSICIÓN

Desde la crisis energética de los años setenta, la discusión de la problemática ambiental ha trascendido a todos los ámbitos de la sociedad, aunque en un primer momento, el problema se limitó a buscar alternativas para satisfacer la creciente demanda energética, se han sucedido diversas formas de acercamiento y de afrontamiento de un proceso de transición hacia las energías renovables que resultará inevitable.

105

El proceso de transición energética ha transcurrido en diversas fases. En un primer momento, que se define como de inmovilización, shock, se produce una minimización del problema, posteriormente, se entró en una fase de duda e inmersión, identificada por el esfuerzo para dimensionar el problema. En la actualidad la humanidad aún se encuentra en una fase de exploración y reflexión. Pues, en el mes de septiembre del 2002 se realizó en Johannesburgo, la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable. La que se realizó y concluyó en un ambiente de pesimismo lamentable. Puesto que, pasará a la historia como *la oportunidad perdida para incorporar efectivamente las energías renovables en el proceso de transición*. Dado que éste era el gran desafío, diez años después de la Conferencia de Río, que representó un hito histórico de reflexión y definición sobre la manera como consideramos el medio ambiente y el desarrollo en la actualidad.

Sin embargo, los objetivos siguen siendo los mismos, aún se subraya la necesidad de incrementar significativamente los esfuerzos para apoyar un desarrollo sostenible que permita una mejor administración de los recursos mundiales. La idea de sostenibilidad en acción, todavía es rechazada en favor de intereses económicos, prueba de ello es que los acuerdos del Protocolo de Kyoto, fueron rechazados por el representante de los Estados Unidos de Norteamérica.

En definitiva el plan de acción:

-
- No contempla proporcionar energía renovable a dos mil millones de personas que carecen de ella.

 - No tiene objetivos ni calendarios para intensificar las energías renovables.

 - No contempla reducir los subsidios a la industria de los combustibles fósiles, causantes del cambio climático.

 - Repite acuerdos firmados e incumplidos en años anteriores.

Fuente: [En línea] < www.greenpeace.org >

Este ordenamiento pone de manifiesto que persisten aún posiciones encontradas y desacuerdos fundamentales, respecto a la urgente necesidad de poner por delante de los intereses económicos, una conciencia ecológica-ambiental y de cambio en los estilos de vida.

En tanto, mientras la lentitud y desidia están toleradas en el plan de acción, el deterioro ambiental continuará aumentando. Así también las ciudades continuarán creciendo y consumiendo recursos de manera no-controlada; se estima que más de la mitad de la población del mundo ya está viviendo en ciudades, y que el año 2100, el 80% de la población mundial ocuparán zonas urbanas [BOTKIN Y KELLER, 1995 op cit SANTAMOURIS, 2001].

Todo lo cual, no hace más que reafirmar la urgencia de dar inicio definitivo al proceso de transición energética y de desarrollo sostenible cuyo predicado "satisfacer las necesidades energéticas de hoy sin comprometer el desarrollo futuro" debe dejar de ser un eslogan, ya que, mientras más tarde reaccionemos, mayor es la posibilidad de llegar a la autodestrucción, como afirma Manzini [MANZINI, 1996].

ARQUITECTURA Y TRANSFORMACIÓN

Aunque el consumo de energía primaria en edificios se ha reducido en los últimos años, en algunos países, como resultado de medidas intensivas de conservación de energía. Los esfuerzos realizados hacia el uso de recursos renovables tienen aún una respuesta limitada y débil.

El consumo de energía primaria mundial de edificios, está cerca de los 19 millones de barriles de petróleo por día y representa casi la producción diaria de los países de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) [FLAVIN & DURNING, 1988; SANTAMOURIS, 2001].

Los edificios siguen siendo el sector productivo más importante en el consumo de energía en las ciudades europeas, entre el 50% y el 30% del consumo de energía total [ICLEI, 1993; LRC, 1993; IBGE, 1993, op.cit SANTAMOURIS, 2001]. Este consumo continúa creciendo principalmente en las ciudades del Mediterráneo, como resultado del aumento en el uso de aire acondicionado [SANTAMOURIS & ARGIRIOU, 1994].

Por lo cual, la transición energética tiene una repercusión trascendental en el edificio, lo que involucra una transformación significativa en la forma de plantear la relación de la arquitectura con la energía.

Al mismo tiempo, así como los edificios tienen un fuerte impacto en el medio ambiente y el medio ambiente tiene también un impacto mayor sobre los edificios. Desde esta perspectiva, el edificio se entiende como parte del ecosistema ecológico, al que debe acoplarse de forma activa, en su naturaleza artificial. Puesto que como mencionábamos anteriormente el edificio es un captador de energía, de manera análoga a la naturaleza del árbol, que procesa y transforma la energía solar que recibe. Por lo tanto, el edificio debiera ser capaz de utilizar esa energía que recibe y capta su envolvente. Así, el edificio vuelve a entenderse como un todo, no sólo como una realidad edificada, sino que su enfoque se extiende mediante imbricaciones físicas o contextuales directas y estrechamente ligadas al proceso entrópico del edificio.

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La transición es un proceso que involucraría cambiar la matriz energética en todos los sectores por un uso intensivo de energía renovables. Cambio que implica pasar de una sociedad de alta entropía a una de baja entropía o de bajo consumo energético.

La transición demanda el conocimiento detallado de las necesidades, pero sobre todo, se requerirá de una estrategia energética coherente, que proporcione la estructura para el desarrollo y la utilización de tecnologías a escala del contexto regional, es decir, desarrollos tecnológicos o estrategias apropiadas a las singularidades de la sociedad local.

La transición hacia una sociedad sostenible, es un proceso viable que está dado por el desarrollo de una tecnología nueva que utiliza recursos renovables y técnicas pasivas avanzadas. Este proceso es de carácter urgente e inevitable. También conlleva una gran complejidad dada la magnitud y diversidad de los factores que intervienen y se relacionan. En su condición de proceso dinámico se plantea como un aprendizaje, en el que, ya no son tan importantes los programas sino más bien el análisis de los procesos. Finalmente la transición supone no sólo ahorro energético, eficiencia energética, diversificación de fuentes productivas, sino que sobre todo una transformación profunda de las formas in-sostenibles de habitar.

LA MEJOR TRANSICIÓN POSIBLE EN PAÍSES EN DESARROLLO

Si la transición la definimos como el proceso que hace operativo el desarrollo sostenible, y que éste en la práctica ha demostrado ser un proceso en el cual las singularidades y particularidades son relevantes para ajustar las estrategias. Entonces, resulta absolutamente necesario que las economías en desarrollo, tomen conciencia de que el único desarrollo posible, la única forma de transición posible, está en ser coherentes con su realidad.

La transición debe ser un proceso que se ajuste consecuentemente a la alta variabilidad de las demandas, que combine las características de desarrollo social y prioridades regionales específicas, con el tipo de desarrollo tecnológico a adoptar. La tecnología más apropiada se encuentra en los sistemas pasivos de acondicionamiento climático. Sistemas que por definición no son distintos de los que habitualmente utiliza el diseño, lo importante es que se piense en ellos como componentes del sistema energético, aunque pueda parecer evidente, muchas veces se olvida pensar en que la ventana por ejemplo, es un elemento de control de la aportación solar, de la ventilación y aireación de la vivienda, de la cantidad de luz y de control del flujo térmico.

109

TRANSICIÓN EN LA ECOLOGÍA DEL DESIERTO

En un ámbito desértico, como en ningún otro ámbito se debe diferenciar el proceso de transición global del regional y local. La alternativa de los países en desarrollo para transitar hacia la sostenibilidad, no puede ser otra que no esté vinculada con los sistemas energéticos pasivos. En un contexto de regiones áridas, la afirmación anterior cobra mayor sentido, la apuesta en favor del uso de energía solar, debe ser categórica, cualquier otra solución representa una acción insatisfactoria e inapropiada.

El sello de una gestión singular en la transición energética y ambiental de las zonas áridas pasa por cambiar la percepción de las regiones áridas, como áreas vacías, apreciación que está provocando la mayor destrucción ambiental y las posibilidades futuras de desarrollo de las regiones áridas.

El uso apropiado de la energía solar ha influenciado de manera significativa el modo de construir, pero paradójicamente en las zonas desérticas cada vez más la arquitectura ignora el factor energético solar en el proyecto.

El proceso de la transición energética en zonas áridas debe ser asumido o interpretado como:

- Un objetivo prioritario, ya que no hay regiones más propicias para la utilización de los recursos renovables, como la energía solar, más aún, si tenemos en cuenta que la tecnología necesaria para el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables tiende a ser cada vez más sencilla, flexible y eficiente con relación a las necesidades, y relativamente más económica.
- Debe tener como propósito reafirmar, recuperar y construir un perfil ambiental contextualizado a las condiciones ecológicas.
- Plantear los temas de la sostenibilidad en relación con la identidad ecológica ambiental y el aprovechamiento de las energías renovables en una cultura solar.

110

LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN EL DESIERTO DE ATACAMA

La transición energética en la región del desierto de Atacama presenta claras manifestaciones de encontrarse lamentablemente en un proceso de regresión. Aún cuando se ha puesto en las energías renovables gran parte del desarrollo futuro de la región, con la promoción de proyectos en esa área, hoy nos encontramos que se ha sucumbido a las ideas de una falsa y equívoca idea de modernidad. Porque, las relaciones de identidad o desarraigo del hombre con el desierto van desapareciendo, para dar lugar a una ciudad, a unos edificios y a unos habitantes que han perdido la **conciencia de habitar el desierto**, porque si lo tuviera tendría conciencia de habitar el oasis. El hombre del norte no sueña con llegar a un oasis, sueña con llegar a la urbanidad artificial de una ciudad cada vez más sin identidad con su medio ambiente árido.

BIBLIOGRAFÍA

PRIMERA PARTE: TRANSICIÓN, ENERGÍA Y ARQUITECTURA

- [AA.VV, 2000] RENEWABLE ENERGY. *Renewables:the energy for the 21st century* World Renewable Energy Congress VI 1-7 July 2000 Brighton. UK, Edited by A.A.M. sayigh. Pergamon.
- [ALVARADO, 2001] ALVARADO, Javier [2001] [En línea] *Teoría de las transiciones*. En: Diccionario crítico de la Ciencias Sociales. Universidad Complutense d Madrid.<<http://hc.rediris.es/tres/bibliografía>.
- [ALVARADO, 1977] ALVARADO, Sergio. [1977] *Utilización de recursos energéticos no convencionales para el desarrollo de zonas áridas*. UCN. Antofagasta. Documento CEDOC.
- [ALVARADO, 1983] ALVARADO, Sergio. [1983] *Opciones de investigación y desarrollo en el área de la energía*, II Simposio Interuniversitario de Energía. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas UCH. Santiago.
- [ANDERSON, 1990] ANDERSON, Bruce [1990] *Solar Building Architecture*, Ed. MIT Press Massachusetts, Págs. 3-35.
- [BALTAÑAS, 2001] BALTAÑAS, José [2001] *Disseny i història.Invariants*. Ed. Fundació Caixa de Sabadell.
- [BANHAM, 1982] BANHAM, Peter [1982] *Scenes in américa deserta*. Ed. Gibbs M.Smith. Salt Lake City.
- [BERMÚDEZ & HERMANSON. 1997] BERMÚDEZ & HERMANSON [1997] *Reflexiones sobre la arquitectura contemporánea*. University of Utah Ponencia ACSA International Conference en Copenhagen, Dinamarca Royal Academy of Fine Arts School of Architecture.
- [CALLENBACH,1975] CALLENBACH, Ernest [1975] *Ecotopia*. Ed. Bantam Nueva York.
- [CALLENBACH,1999] CALLENBACH, Ernest [1999] *La Ecología: guía de bolsillo*. Ed. Siglo XXI. Madrid.
- [CAMPOS, 1991] CAMPOS, Pedro [1991] *Programa de incentivo al Acondicionamiento térmico*, I. Municipalidad de La Florida. En: 7ºSENESE. Pág. 104.
- [CARCAVALLO, 1973] CARCAVALLO, Rodolfo [1973] *Ecología y salud humana*. Ed. Inter-médica. Buenos Aires.
- [CHILDS, 2001] CHILDS, Mark.[2001] *Civic Ecosystems*. En: Journal of Urban Design. Vol.6 N°1 pág 55-72.
- [COCUZZA, 1996] COCUZZA, Fiammetta [1996] *La Política ambiental de la Unión Europea: Las tendencias actuales y su impacto en Chile*. En: Ponencias 5º Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, Temuco. Ed. CIPMA; Santiago.
- [CORBEIRA, 2000] CORBEIRA [2000] *¿Construir o deconstruir? Monografía de Gordon Matta-Clark*. Ed. Universidad de Salamanca. Salamanca.
- [DOCKENDORFF, 1979] DOCKENDORFF, Eduardo.[1979] *Energía solar para el hábitat en Chile*. Documento de Trabajo N° 71. Serie CPU. PUC. Santiago de Chile.
- [ESPUCHE, 2000] ESPUCHE, Albert.[2000] *Una única Tierra ¿dos humanidades?*. En: V Seminaris Urbans: Hacia una economía sostenible. Ed CCCB. Barcelona.
- [FERNÁNDEZ-GALIANO 1991] FERNÁNDEZ-GALIANO, Luis. [1991] *El fuego y la memoria, sobre arquitectura y energía*. Ed. Alianza. Madrid.
- [FIBLA, 1997] FIBLA, José [1997] *El Arte ante la problemática ambiental contemporánea*. En: La Interpretación de la Problemática Ambiental, enfoques básicos. II. Ed. UNED, Madrid

- [FOLCH, 1994] FOLCH, Ramón [1994] *L'impacto ambiental del consum energètic*. En: V Fòrum energètic L'energia: font de qualitat de vida. Ed. A. Enginyers Industrials de Catalunya.
- [GARCÍA, 2000] GARCÍA, Albert E [2000] *Una única Tierra ¿dos Humanidades?* En: Hacia una economía sostenible. V Seminari Urbans. Ed. Centre de Cultura Contemporània de Barcelona CCCB, Barcelona. Pág. 8.
- [GARCÍA, 2001] GARCÍA, Roberto. [2001] *Energía Nuclear*. [En línea] <<http://go.to/nuclear2>>
- [GAUSA, 2001] GAUSA, Manuel y otros [2001] *Lands in lands* En: *Otras "naturalezas" urbanas : Arquitecturas es (ahora) geografía*. Ed. Generalitat Valenciana. Castelló Pág. 88-99.
- [GAUSA, 1998] GAUSA, Manuel [1998] *Arquitectura reactiva*. En: Revista Quaderns 219, Ed. COAC, Barcelona, pág 6-11.
- [GAUSA, 1999] GAUSA, Manuel [1999] *Tiempo dinámico-orden<in>formal: Trayectorias*. En: Revista Quaderns 222, Ed. COAC, Barcelona.
- [GEANET, 2000] GEANET, Patrice.[2000] *La planificación energética i la implantació d'energies renovables en l'arquitectura i les ciutats*. En: Les energies renovables en l'arquitectura i les ciutats. Ed COAC. Barcelona.
- [GOODLAND, 1997] GODDLAND, Manuel [1997] *Medio Ambiente y Desarrollo sostenible, más allá del informe Brundtland*. Ed. Trotta. Madrid.
- [HERNÁNDEZ,FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, 1991] [HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA, [1991] *Metodología de Investigación*. Ed McGraw- Hill, Mexico. DF.
- [HIRSCHMANN, 1976] HIRSCHMANN, Julio. [1976] *Radiación Solar: Energía sin contaminación ambiental*. En: INTERCIENCIA N°2 Jul-Ago 1976.
- [HERAS, 1998] HERAS, R. [1998] *La situación energética española y el porque de la energía solar en la edificación*. En: La energía solar en la edificación. Ed. CIEMAT, Madrid
- [HIRSCHMANN, 1972] HIRSCHMANN, Julio [1972] *Discurso con ocasión de celebrarse el centenario de la planta de destilación solar de Carlos Wilson*. Universidad Católica del Norte CEDOC .Doc. E005 Antofagasta.
- [HOPSON, 1981] HOPSON, Barrie [1981] *Lifes Kills Teaching* (faces del proceso de transición) Ed.McGraw-Hill.London.
- [HOPENHAYN, 1996] HOPENHAYN, Martín [1996] *Inserción global y medio ambiente: identidad*. En: Ponencias VI Encuentro del medio ambiente. Ed CIPMA. Santiago de Chile.
- [IGARASHI, 2002] IGARASHI, Taro [2002] *Del sueño a la realidad*. En Pasajes, Arquitectura y crítica N°32. Ed. América ibérica. Madrid.
- [IGLESIAS, 1981] IGLESIAS, Enrique [1981] *La transición hacia un sistema energético múltiple*. En: The UNESCO courier Serie XXXIV,7 vol 34/ nº 1-12 ene-dic 1981.
- [JIMÉNEZ, 2000] JIMÉNEZ, Luis [2000] *Desarrollo sostenible, transición hacia la coevolución global*. Ed. Pirámide. Madrid.
- [LEVERTOV, 2001] LEVERTOV, Denise [2001] *Sobre la forma orgánica*. [En línea] < <http://www.poesia.com/dp/n57/nota1.htm>>
- [LLEÓ, 1998] LLEÓ, Blanca [1998] *El sueño de habitar*. Ed. Fundación caja de Arquitectos. Barcelona.
- [LEWIS, 2000] LEWIS, Owen [2000] *Arquitectura i sostenibilitat* En: Quaderns d'arquitectura i urbanisme nº225, pág 33-36
- [LONGOBARDI & HANCOCK, 2000] LONGOBARDI, M & HANCOCK, M. [2000] *Field trip strategies:Towards understanding the passive thermal performance of building using the example of a case study in Naples*. En. 3er International Conference for teachers of Architecture. Oxford.
- [LOVINS, 1999] LOVINS, Amory [1999] *Natural Capitalism*. Ed. Back Bay. New York.

- [MALDONADO, 1996] MALDONADO, Pedro [1996] *Energía y medio ambiente en la perspectiva de la inserción global de la economía* En: Ponencias 5º Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente, Temuco. Ed. CIPMA .Santiago.
- [MARGALEF, 1980] MARGALEF, Ramón [1980] *La biosfera, entre la termodinámica y el juego*. Ed. Omega Barcelona.
- [MANZINI, 1996] MANZINI, Ezio [1996] *Ecologia i Democràcia, la transició vers la sostenibilitat com a procés d'aprenentatge col·lectiu*. Ed. Dep. Cultura Generalitat de Catalunya.
- [MANZINI, 1996] MANZINI, Ezio [1996] *Artefactos: Hacia una nueva ecología del ambiente artificial*. Ed. Celeste. Madrid.
- [MANZINI, 1993] MANZINI, Ezio [1993] *La Materia de la invención: Materiales y proyectos*. Ed CEAC: Barcelona.
- [MAX-NEFF, 1994] MAX-NEFF, Manfred [1994] *Desarrollo a escala humana*. Ed. Icaria. Barcelona.
- [MELET, 1999] MELET, Ed.[1999] *Sustainable architecture, towards a diverse built environment*. Ed. NAI Publishers. Rotterdam.
- [MIKKOLA, 1998] MIKKOLA, K.[1998] *De lo tecnológico a lo humano: Alvar Aalto versus el funcionalismo*. En Alvar Aalto. Estudios críticos. Ed. Del Serbal. Barcelona.
- [MORALES, 1973] MORALES, Joaquín [1973] *Análisis preliminar de las posibilidades de utilización económica de la energía solar en Chile*. UCN. Santiago. Documento CEDOC
- [MUÑOZ, 1996] MUÑOZ, Ángel [1996] *World Resources Población y medio ambiente*. Ed. Ecoespaña, Madrid Pág 227-283.
- [NORTON, 1992] NORTON, R.B. [1992] *Sustainability, human welfare and ecosystem health*. En: Ecological economics. Vol 14 n2 pág 113-127.
- [OLGYAY, 1998] OLGAYAY, Víctor [1998] *Arquitectura y Clima, manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Ed. G.Gili. Barcelona.
- [PARICIO, 1996] PARICIO, Ignacio [1996] *L' habitatge contemporani: programa i tecnologia* . Ed. ITEC, Barcelona.
- [PERELMAN, 1983] PERELMAN, Lewis [1983] *Transiciones de las fuentes de energía: perspectivas a largo plazo*. Ed. Aragón Buenos Aires.
- [PEREMIQUEL, 2000] PEREMIQUEL, Francesc [2000] *Introducció: mètodes, instruments i tècniques pel projecte residencial*. En. Habitatge: Innovació i projecte. Ed. COAC. Barcelona.
- [PONTE, 1996] PONTE, Alessandra [1996] *Politique du logement et catégories sociales. Une lecture du livre de Reyner Banham*. [En línea] <http://www.archi.fr/RECHERCHE/cahiers/niv3_12h.htm>
- [PRATT, 1983] PRATT, Joseph [1983] *El ascenso del petróleo: La transición del carbón al petróleo en los EEUU a comienzos del siglo.XX.*. En: Transiciones de las fuentes de Energía. Perelman y otros. Ed. Aragón Buenos Aires. pág 17-39.
- [RAPOPORT, 1977] RAPOPORT, Amos.[1977] *Aspectos humanos de la forma urbana*. Ed. G.Gili. Barcelona.
- [RIFKIN, 1990] RIFKIN, Jeremy [1990] *Entropía: Hacia el mundo invernadero*. Ed Urano. Barcelona.
- [ROAF, 1998] ROAF, Susan [1998] *Blueprint:Building a new century-Future initiative and steps*, En Building a new century. 5ta European Conference Solar Energy in Architecture and urban Planning, Bonn, 1998 , pág 376-380.
- [ROMÁN, 1994] ROMÁN, Roberto [1994] *Energías renovables y desarrollo: un desafío para Chile*. En: Anales SENESE VIII Congreso internacional de Energías renovables, Universidad de Tarapacá, Arica.
- [ROSENFELD, 1999] ROSENFELD, Arthur.[1999] *The art of Energy Efficiency: Protecting the environment with better technology*. En Anuario Revista Energy Environment pág.33-82.
- [SABATTINI, 1993] SABATTINI, Francisco [1993] *Regionalismo e identidad: centralismo y cultura de la dominación*, En: Seminario La Hora de las regiones, Valparaíso 1993. Ed. CIPMA. Santiago.

- [SÁNCHEZ, 2001] SÁNCHEZ, Rafael [2001] *Chan kiin. Las fuentes de las energías renovables*. [En línea] <<http://www.conae.gob.mx>>
- [SANTAMOURIS, 2001] SANTAMOURIS, M.[2001] *Solar and natural resources for a better efficiency in the built environment*. En: *Solar Energy: The state of the art*. Ed. ISES. London. Pág1-28
- [SCHULZ-DORNBURG, 2000] SCHULZ-DORNBURG, Julia [2000] *Arte y Arquitectura, nuevas afinidades. Hacia una percepción sensual del espacio*. Ed. G. Gili. Barcelona.
- [SCHLOSSBERG, 1994] SCHLOSSBERG, Nancy [1994] *Counseling adults in transitions: linking practice with theory*. Ed. Springer. New York.(Teoría de las transiciones).
- [SERRA, 1991] SERRA, R y COCH, H [1991] *Arquitectura y energía natural*. Polítext. Ed. UPC. Barcelona.
- [SERRA, 1992] SERRA, Rafael [1992] *Aspectos a tener en cuenta en el diseño de edificios*. En: *La Energía Solar en la Edificación*. Ed. CIEMAT. Pág 3-1 a 3-43.
- [SERRANO, 1999] SERRANO, Pedro [1999] *Energía solar en la eficiencia energética de Chile*. En: *Arquitectura solar, diseño y tecnología*. Seminario Internacional sobre Arquitectura Bioclimática. Ed Universidad de Talca.
- [SERRANO, 1981] SERRANO, Pedro. [1981] Centro de Estudios en Tecnologías Apropriadas para América Latina. (CETAL) Transferencias de Tecnologías Socialmente Apropriadas con Energía Solar; En 5° Congreso Latinoamericano de Energía Solar. Tomo II, pág 1-9.
- [SMITH & PITTS, 1997] SMITH & PITTS [1997] *Concepts in practice energy, Building the Third Millennium*. Ed Batsford, London.
- [SORIANO & VALOR, 1998] SORIANO, F. & VALOR J. [1998] *Empelt d' hiperminims*. En: *Revista Quaderns 219*, Ed. COAC. Barcelona. Pág. 68-73.
- [STILL, 1999] STILL, Fred [1999] *Ecological Desing Handbook, Sustainable strategies for architecture, landscape architecture, interior design, and planning*. Ed Mcgraw Hill, New York.
- [SURT, 2000] SURT, Xavier [2000] *Innovación tecnológica e innovación tipológica* En: *Habitatge: Innovació i projecte*. Ed. COAC. Barcelona. Pág 61-72.
- [UNESA, 1990] UNESA [1990] *La Industria eléctrica en 1989*. En: *La energía solar en la edificación*. Ed. CIEMAT, Madrid.
- [VEZIROGLU, 1992] VEZIROGLU, T .N., Barbir F.[1992] *Hydrogen: The Wonder Fuel*, J. Hydrogen 17 (16), pp 391-404, 1992.
- [VILANOVA, 1996] VILANOVA i Tané, Santiago. [1996] *La evolución de la comunicación medioambiental*. En: *Homo ecologicus: per una cultura de la sostenibilitat*. Ed. Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, Pág 210-227.
- [VIRILIO, 1997] VIRILIO, Paul [1997] *Advertencia de paso, un paisaje de acontecimientos*. Ed. Paidós. Buenos Aires.
- [WREC, 2000] WREC, [2000] *VI World Renewable Energy Congress*. Elsevier science Ltd. Editor: A.A.M. Sayigh.
- [YEANG, 1999] YEANG, Ken [1999] *Proyectar con la naturaleza*. Ed G.Gili. Barcelona.
- [ZAERA, 1994] ZAERA [1994] *Order out of Chaos. The material organisation of Advanced capitalism*. En *Architectural Design Profile N°108 The periphery*. Londres.
- [ZULETA, 1976 a] ZULETA, Ricardo [1976a] *Recursos energéticos en transición*. En: Informe del Seminario CONICYT, UCN Antofagasta.
- [ZULETA, 1976] ZULETA, Ricardo [1976] *Cuantificación de los recursos energéticos naturales de la segunda región*, En: Informe del Seminario CONICYT, Antofagasta.