

TESIS DE INVESTIGACIÓN: ACCESO Y DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN CHILE / SERC 2013



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
DEPARTAMENTO DE URBANISMO

ACCESO Y DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN CHILE

“Evaluación de las intervenciones humanas e
impacto en el Confort Ambiental de un conjunto
habitacional social”

-Tesis de Investigación para optar al Título de Arquitecto-

Sebastián Esteban Román Crisóstomo
Profesora Guía: Luz Alicia Cárdenas Jirón

Santiago, Chile
Agosto 2013





UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

DEPARTAMENTO DE URBANISMO

-ACCESO Y DESARROLLO DE LA ENERGÍA SOLAR EN CHILE-

**“Evaluación de las intervenciones humanas e
impacto en el Confort Ambiental de un conjunto
habitacional social”**

Tesis de Investigación para optar al Título de Arquitecto

SEBASTIÁN ESTEBAN ROMÁN CRISÓSTOMO

Profesora Guía: Luz Alicia Cárdenas Jirón

Santiago, Chile
Agosto 2013

Dedicado a mi esposa Eliza por todo su apoyo en este largo proceso de trabajo, a nuestro hijo Santiago por haberse convertido en el motor de nuestras vidas que nos anima a seguir esforzándonos cada día más y a mis padres por todo su amor, apoyo y consejos durante toda la vida para poder llegar a esta etapa. Por último, gracias a Dios por ser el centro de mi familia y de mi vida, por sus fuerzas, su amor incondicional y por desafiarnos cada día a hacer todas las cosas con excelencia:

"Y todo lo que hagáis, hacedlo de corazón, como para el Señor y no para los hombres" (Colosenses 3:23)

-Sebastián Román C.-



AUTOR: SEBASTIÁN ESTEBAN ROMÁN CRISÓSTOMO
PROFESORA GUIA: LUZ ALICIA CÁRDENAS JIRÓN

DISEÑO DE PORTADA: SEBASTIÁN ROMÁN
EDICIÓN: SEBASTIÁN ROMÁN

Santiago, Chile
Agosto 2013

CAP. 01 Introducción	Pág. 5
CAP. 02 Hipotesis de la Investigación	Pág. 17
CAP. 03 Metodología	Pág. 23
CAP. 04 Marco Teórico y Antecedentes	Pág. 33
4.1 Línea Investigativa	
4.2 Contexto Internacional	
4.3 Contexto Nacional: Chile	
4.4 Políticas Energéticas de los Gobiernos de Chile	
4.5 Resumen del Estado de las Artes	
4.6 Conceptos	
4.6.1 Matriz Energética	
4.6.2 Acceso Solar	
4.6.3 Reglamentación térmica	
4.6.4 Confort ambiental	
4.6.5 Variables de medición	
4.6.6 Diagramas de Confort	
CAP. 05 Área de Estudio	Pág. 67
5.1 Antecedentes del sitio a estudiar	
5.2 Clasificación de las tipologías y selección de la muestra	
5.3 Planimetrías de la Casa tipo y Fachadas	

CAP. 06 Experimentación Pág. 79

- 6.1 Experimento 1: Comparación del Comportamiento higr-térmico en las diferentes tipologías de viviendas.
- 6.2 Experimento 2: Medición del impacto de los cobertizos en el Confort térmico y Lumínico
- 6.3 Experimento 3: Medición del Confort lumínico a través de un modelo de simulación: Radiance
- 6.4 Impacto lumínico y térmico del cobertizo en base a los experimentos anteriores:

- 6.5 Experimento 4: Toma de Temperaturas en el Espacio Exterior

- 6.6 Experimento 5: Modelamiento tridimensional en Ecotect: Análisis de la situación Original del Conjunto.

- 6.7 Síntesis del Proceso de Experimentación.

CAP. 07 Conclusiones y Recomendaciones Pág. 105**Bibliografía** Pág. 117

Capítulo 1

-Un acercamiento al problema energético-

Antecedentes

Estamos frente a una crisis energética y no podemos negarlo. Todos los números apuntan a que Chile sufre un creciente déficit de energía, producto del crecimiento de la población y de las demandas que la industria y el transporte han manifestado en los últimos años. Sin embargo no poseemos gas ni petróleo. Lo importamos en gran cantidad¹, provocando al mismo tiempo una gran contaminación al medio ambiente. En contraste a esta realidad, la naturaleza en Chile nos ha privilegiado con una gran variedad de recursos energéticos de gran valor, en su gran mayoría libres de contaminación en su ejecución.

Ejemplo de esto, es que disponemos de grandes recursos hidráulicos para macro centrales eléctricas gracias a las lluvias que alimentan caudalosos ríos desde la cuenca del Aconcagua al sur. No obstante,

"menos del 10% de las necesidades energéticas del país se cubren por esta vía" (Rodríguez Jaque G., 2011).

En esta misma línea, poseemos miles de pequeñas centrales hidráulicas, pequeños cursos de agua y cascadas que, a través de una política energética adecuada, podrían generar trabajo a personas que se dediquen a producir energía para venderla al estado o simplemente para el uso doméstico de familias o localidades específicas. Algunos países del mundo ya tienen experiencia en esta materia.

Chile cuenta además con vientos suficientes para la generación

¹ En el año 2008 el 44% del total de energía fue petróleo (Rodríguez Jaque G., 2011).

de energía eólica. España, Noruega, la pampa de Argentina y otros países generan importantes porcentajes de su matriz energética en base a los vientos.

"Poseemos energía geotérmica, en primer lugar por ser parte del cinturón de fuego y por poseer una gran cantidad de volcanes de norte a sur en nuestro país, siendo el punto más interesante en la generación de energía geotérmica de alta entalpía el encuentro de las placas de Nazca y la placa Sudamericana. De ella se habla desde hace más de cincuenta años, sin embargo, no se ha hecho mucho más que investigar". (Allendes 2013)

En la mayoría de los recintos termales, de los cuales hay más de un centenar en la Cordillera de los Andes, existe un potencial tremendo de obtener energía térmica². Incluso, podría inyectarse artificialmente agua al magma subterráneo para producir vapor. *"Italia, Islandia y otros países la utilizan desde hace décadas"* (Rodríguez Jaque G., 2011).

Chile de norte a sur cuenta con más de 5.000 km de costas con olas y mareas con un gran potencial para la generación de energía mareomotriz a la espera de iniciativas y proyectos que motiven su explotación. *Francia y la ex Unión Soviética tienen alta experiencia en esta materia*, a diferencia de Chile, que apenas empieza a realizar investigaciones en esta materia, (Ministerio de Energía 2013).

² Los expertos manifiestan que es posible, a nivel viviendas, obtener una parte de energía del subsuelo. Actualmente hay empresas que ofrecen estos estudios e implementación" (Rodríguez Jaque G., 2011).

Desde hace años se comenta que Chile dispone de carbones minerales de variada calidad aún sin explotar, los cuales hoy en día se podrían perfectamente extraer a través de la tecnología, generando la mínima contaminación y el máximo rendimiento.

La biomasa casi no se explota, excepto en Santiago, donde de los basurales se extrae algo de gas metano que se inyecta a la red de la ciudad. Sin embargo,

"usamos más del 50% de la energía necesaria en viviendas quemando leña con un pésimo rendimiento (menos del 15%) y alta contaminación" (Rodríguez Jaque G., 2011).

En Temuco (IX Región de Chile) usan casi exclusivamente leña como fuente energética en las viviendas, de allí su contaminación actual y los problemas que esto ha acarreado a la población. De hecho la segunda semana del mes de Junio del presente año 2013, los índices de contaminación llegaron a niveles que algunos titularon como *"terremoto negro"* (Gallardo Susana 2013) ya que esto ha provocado un aumento masivo de enfermedades asociadas a la mala calidad del aire. La solución es prohibir la leña y entregar un subsidio de equipos de calefacción eléctricos?³.

³ Se pone el término "electricos" en signos de interrogación ¿? ya que me surgió esta la pregunta respecto a la solución que el gobierno dió a este problema medioambiental: Si se sabe que la matriz está en su límite a nivel nacional ¿Por qué se plantea una solución que aumenta la demanda de energía eléctrica, elevando al mismo tiempo los costos económicos en las familias afectadas? ¿Es esta una solución sustentable?

En el norte de nuestro país la energía solar (ES) llega en abundante cantidad. Incluso el reconocido físico-químico norteamericano Farrington Daniels⁴ calculó que el desierto de Atacama recibe cada año más energía solar que aquella energía que emplea toda la humanidad durante el mismo periodo. A modo de ejemplo,

"en Chile se puede obtener el doble de la producción de energía que en Alemania (país con la mayor capacidad instalada del mundo) y 45% más que en el sur de España." (Sjögren Cristián 2012).

En las fig.1 y la fig.2 se puede observar el avance que otros países llevan en esta materia, y el gran desarrollo que se ha obtenido en el lapso de tan solo 1 década.

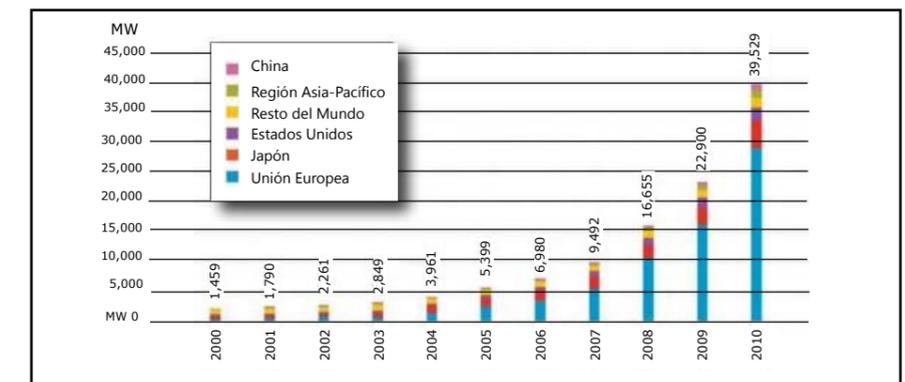


Figura 1: Potencia acumulada de Energía Solar Fotovoltaica en el mundo al 2010
Fuente: (IDAE, EurObserv'ER 2010)

⁴ Farrington Daniels (8 marzo 1889 hasta 23 junio 1972) físico-químico Americano, considerado uno de los pioneros en el uso moderno de la energía solar. Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Farrington_Daniels

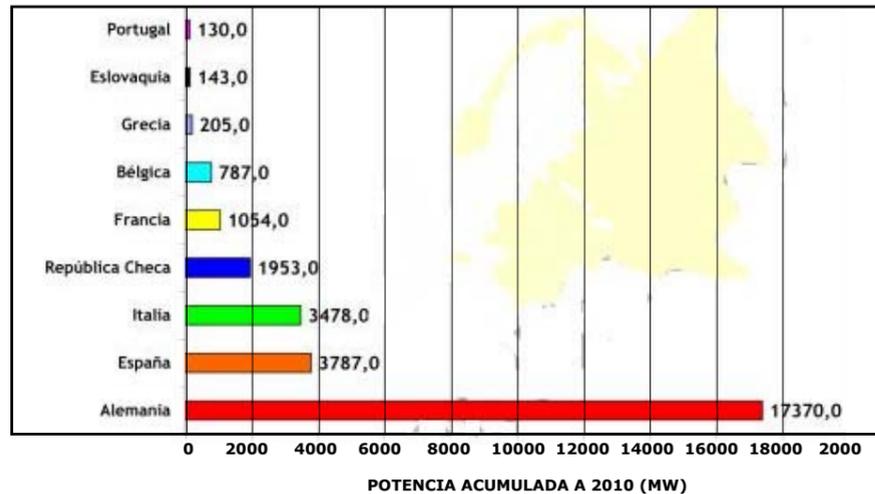


Figura 2: Potencia acumulada en Europa al cierre del 2010
Fuente: IDAE, EurObserv'ER 2010

Actualmente se puede observar que algo se está haciendo en este campo, sin embargo aún es en insignificante proporción de acuerdo a la necesidad que aumenta con el pasar del tiempo versus el derrochamiento de este recurso que sobreabunda en el país.

Alemania es el país de la Unión Europea con mayor potencia fotovoltaica acumulada, con 17.370MW instalados en 2010. Domina claramente el mercado europeo, representando el 59 % de éste. España, con 3.787 MW acumulados, es el segundo país por potencia acumulada en 2010. (Antonia Lecue 2011)

Si comparamos los datos de las figuras.1 y 2 versus la fig.3 que muestra la matriz energética en Chile, podemos observar que las ERNC representan uno de los menores porcentajes a nivel general e incluso al mirar la fig.4 de la capacidad instalada al año 2009 en Chile aún no se observa la Energía Solar como parte de la matriz.

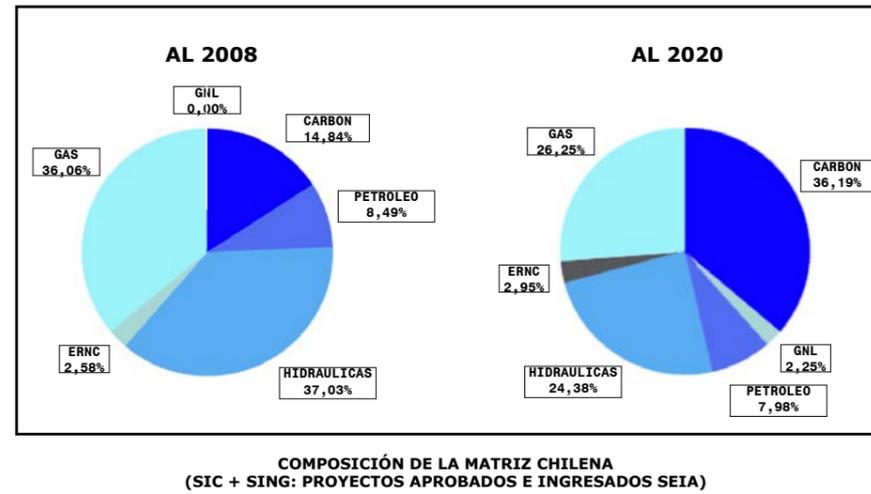


Figura 3: Matriz energética Chilena del 2008 y proyección al 2020.
Fuente: Elaboración propia en base a datos de CNE (Marcelo Tokman 2008)

Categoría	Tipo	2005	2006	2007	2008	2009
Térmicas	Carbón	2051	2051	2051	2051	2201
	Diesel	667	677	866	1014	1753
	Gas Natural	4293	4293	4651	4820	5075
Renovables Convencionales	Hidro >40MW	4376	4376	4447	4502	4502
	Hidro entre 20 y 40MW	238	238	270	270	270
No Convencionales	Hidro <20MW	92	92	111	131	150
	Biomasa	138	138	140	178	178
	Eólica	0	0	18	18	21
	Geotérmica	0	0	0	0	0
TOTAL		11854	11864	12554	12984	14149

CAPACIDAD INSTALADA (SIG + SING) EN MW POR AÑO

Figura 4: Matriz energética Chilena al 2009, durante el Gobierno de Bachelet
Fuente: Elaboración propia con datos de CNE 2009

La reflexión que se recoge de esta información es que a pesar de tener un potencial de energía solar mayor al de otras naciones, aún no se está aprovechando este recurso.

Por otro lado, es interesante ver como durante los últimos gobiernos se ha planetado la opción de incluir la energía nuclear como alternativa para ampliar la matriz energética en Chile, sabiendo que los residuos que estas plantas producen son altamente contaminantes y riesgosos para un país sísmico como el nuestro. Además de esto, no cambiaría nuestra dependencia de suministros desde el extranjero. A esta condición algunos han planteado la siguiente afirmación:

"somos irresponsablemente dependientes de energéticos importados" (Rodríguez, 2011).

Dentro de los avances que se han desarrollado en esta materia a nivel nacional podemos mencionar el "Programa de Protección del Patrimonio Familiar"⁶ (MINVU 2013), en cual en su Título II referido al: "Mejoramiento de la Vivienda" la letra b.5 plantea que este subsidio permite la construcción de obras de Innovaciones de Eficiencia Energética y dentro de estas considera que:

"Los proyectos a financiar pueden ser, entre otros, colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de aguas u otros similares". (PPP 2006: Pág. 7)

⁵Esta es una de las afirmaciones que posteriormente ayudarán a la construcción de la hipótesis.

⁶Texto actualizado del Decreto Supremo N° 255, (V. y U.), de 2006 D.O. de 25.01.07

Los objetivos que plantea este mismo párrafo del programa van direccionados a -rebajar los gastos generales, costos de man-tención y/o los cobros por servicios básicos, por medio de la tecnología- ((PPP 2006: Pág. 7). Quisiera destacar este punto para dejar en claro que el corazón de este programa gira en torno a aplicaciones directamente relacionadas al aspecto tecnológico aunque al mencionar -iluminación solar- deja abierta la posibilidad de interpretarlo como un acercamiento a lo que pretende la investigación que se desarrollará a continuación: Acceso Solar.

Por otro lado podemos mencionar los esfuerzos que se han realizado para fomentar el uso de la Energía Solar por medio de la Ley 20365 sobre -FRANQUICIAS TRIBUTARIAS RESPECTO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS⁷-, en la cual se establece que:

" (...) las empresas constructoras tendrán derecho a deducir, del monto de sus pagos provisionales obligatorios de la Ley sobre Impuesto a la Renta, un crédito equivalente a todo o parte del valor de los Sistemas Solares Térmicos y de su instalación que monten en bienes corporales inmuebles destinados a la habitación construidos por ellas..." (Ministerio de Hacienda, 2009)

La mayor crítica que hasta hoy se le ha realizado a esta Ley es su corta duración (publicada el 2009 vigencia hasta el 2013), tiempo que según los expertos en la materia no es suficiente para masificarse y a su vez no genera incentivos a las empresas constructoras -las cuales han ido dejando de lado la incor-

⁷Esta Ley se Publicó en el Diario Oficial el 19 de Agosto del 2009

poración de colectores solares térmicos (fig.5) en los proyectos futuros, producto de que se aproxima el fin de la Ley- (Millas 2012).

Durante el año 2012 el gobierno de Chile a través del MINVU y el Ministerio de Energía entregaron una suma significativa de subsidios para instalar paneles solares en viviendas sociales (MINVU 2012).

Respecto a estos avances es importante señalar la creación de ACESOL⁸ (Asociación Chilena de Energía Solar), la cual es la única Asociación Gremial que reúne a todas las personas y empresas interesados en promover el desarrollo de la energía solar en Chile, con el fin de representarlos, mantenerlos informados y colaborar en el posicionamiento de esta energía a nivel nacional. Su principal finalidad es -impulsar el empleo masivo de las energías renovables no convencionales (ERNC), con especial acento en la energía solar térmica, fotovoltaica y otras que surjan en el futuro, con el propósito de contribuir a la matriz energética nacional en la reducción en el empleo de combustibles fósiles- (ACESOL 2013).

Esta asociación se ha encargado de sensibilizar al gobierno acerca de la necesidad de incentivos y políticas energéticas adecuadas, (subsidios o sistemas de netmetering), con el objetivo de masificar el empleo de la energía solar en el ámbito de la construcción e industrias.

Por último, ha sido sumamente importante el aporte de las dis-

⁸ Uno de los mayores avances en materia de Energía Solar por parte de ACESOL es la creación de conferencias, exposiciones y cursos de perfeccionamiento a los profesionales que se desempeñan en esta área.



Figura 5: Sistema solar térmico para uso domestico
Fuente: <http://www.energiasolartermica.biz/>

tintas universidades en la investigación de la Energía Solar y su potencial en sus diferentes aplicaciones.

Sin embargo, el problema de fondo que existe en el tema de la crisis energética, es que aún con todos estos incentivos y avances aún no es suficiente para llegar a un uso masivo de las ERNC.

En cuanto a marcos regulatorios Chile cuenta con la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), la cual establece los conceptos de distanciamientos mínimos, antejardines, alturas máximas permitidas, porcentajes de ocupación de suelo y rasantes (entre otros), con la finalidad de resguardar la privacidad y el asoleamiento entre edificaciones colindantes, (MINVU, 2013).

Desde el año 2001 en adelante se han venido realizando modificaciones en la manera de calcular las rasantes, de entre las cuales surgió el concepto de volumen teórico edificable sobre un predio y el concepto de superficie de sombras, los cuales responden directamente a intereses estéticos y económicos, (Cardenas y Uribe, 2012). En conclusión, el concepto de acceso solar aún no es parte primordial de la OGUC, lo cual afecta la eficiencia energética de las viviendas y de paso no garantiza que se proyecte bajo principios de arquitectura bioclimática, ya que ésta "eficiencia" es uno de sus componentes fundamentales:

"...la accesibilidad solar, que garantiza el asoleo directo de edificaciones y espacios abiertos, puede ser valorada como uno de los parámetros más determinantes de la calidad ambiental y la calidad de vida, ya que el sol es imprescindible para el desarrollo de la vida..."
(Higueras, 2006: pág. 14)

Desde el año 2000 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo ha incorporado dos modificaciones a la OGUC –denominadas 1° y 2° etapas de Reglamentación Térmica- mediante las cuales se han establecido progresivos requisitos de acondicionamiento térmico a las viviendas, determinando exigencias mínimas para las techumbres (etapa 1), para luego continuar con los muros, pisos ventilados y superficie máxima para ventanas, según se señala en el Artículo N° 4.1.10 de dicho reglamento. Sin embargo esta reglamentación (Rt) se ha criticado por su enfoque general: "evitar las pérdidas térmicas (Cárdenas y Uribe, 2012: Pág. 39) a través de una envolvente, en lugar de incentivar sistemas o mecanismos que trabajen en pos de ganar calor o luz natural desde el exterior".

Si bien uno de los problemas asociados a la crisis energética es el encarecimiento de los servicios básicos, otro más grave aún es que mientras no se vea el concepto de "acceso solar" como factor fundamental dentro de un marco regulatorio, no se podrá garantizar una sostenibilidad urbana, por muchos que sean los intentos de fomentar un urbanismo bioclimático.

Respecto al Urbanismo Bioclimático, existen diversas visiones de como tratar el desarrollo sostenible a nivel de ciudad, sin embargo aún queda mucho por hacer, partiendo por cambiar la mentalidad de mirar la ciudad en dos dimensiones a una mentalidad de ciudad tridimensional en donde se incluyan aquellos aspectos que hasta ahora han quedado fuera de las normas vigentes en el urbanismo de nuestras ciudades, además de comprender que no se puede generalizar una norma única para toda una ciudad, ya que las condiciones climáticas y medioambientales varían entre si en la medida que van apareciendo factores que alteran el entorno inmediato.

Los objetivos del urbanismo bioclimático (Higueras, 2009) son en primer lugar reducir la huella ecológica⁹, realizar una gestión eficiente de recursos energéticos y materiales con el fin de mejorar el ecosistema urbano y por último encontrar una identidad propia de cada lugar con el propósito de mejorar la calidad de vida de los residentes.

Es bajo estos criterios donde han surgido planteamientos interesantes que han sido ejemplo a nivel mundial de una visión que engloba los criterios medioambientales con la finalidad de generar un desarrollo sustentable. Producto de estas iniciativas han surgido los "Ecobarrios" y las ordenanzas bioclimáticas locales, además de algunos proyectos que han podido conseguir el equilibrio entre una buena planificación territorial, ahorro energético y buen funcionamiento de los sistemas que la componen. Dentro de estos ecobarrios se puede mencionar el caso de Vauban (fig.6) y Riesefeld en Freiburg Alemania, en donde el uso del automóvil es mínimo y la edificación de parques y plazas ha contribuido para que los habitantes de estas comunidades puedan encontrarse de forma armónica en el espacio público, (Kreiman 2010).

Como muestra la fig.7 los ecobarrios pueden considerarse un fenómeno europeo, con 70 ecobarrios (78% de los catastrados en una investigación reciente). Allí se reportaron varios que fueron construidos antes de la Cumbre de Río en 1992 (ver anexo). También se puede afirmar que la mayoría de estos se encuentra las economías más grandes del planeta, (Cuello 2012).

⁹ El concepto de huella ecológica fue introducido por Wackernagel y Rees (1996) para visualizar las consecuencias directas del desarrollo urbano. es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Se mide en Ha por habitante, y como la Tierra es un planeta finito, las consecuencias actuales que tiene la urbanización sobre el territorio se han fijado en 5,5 Ha por habitante. (Wackernagel. M y Rees W., 1996)



Figura 6: Barrio de Vauban en Freiburg, Alemania. Fue una de las primeros Ecobarrios construidos en el mundo.
Fuente: (Goliznar y Pedrueza 2011)



Figura 7: Ecobarrios en el Mundo
Fuente: Cuello 2012

En base a los antecedentes mencionados anteriormente mencionados podemos iniciar esta investigación planteando que: "en el ámbito de la energía solar y el urbanismo sustentable, en Chile solo se pueden observar avances en la reglamentación térmica para la envolvente de las viviendas y algunos artículos de la OGUC que se refieren a aspectos de asoleamiento de una manera superficial". Los incentivos actuales aún son insuficientes para el desarrollo y fomento de la Energía Solar a una escala mayor. Actualmente es muy necesario un desarrollo urbano sustentable con criterios medioambientales, que por ejemplo, promuevan barrios diseñados de acuerdo al recorrido del sol y del viento, considerando la Energía Solar como una prioridad. La realidad es que todavía se siguen construyendo enormes conjuntos de viviendas que quedan con sus recintos habitables mal orientados, lo que provoca una ineficiencia energética que afecta considerablemente la economía y el confort ambiental de las familias en general.

Esta realidad se enmarca dentro de otro problema que tenemos como país: "una política energética aún en proceso de proceso de formación". La mayoría de las propuestas para sobrellevar la crisis energética en Chile han sido medidas a corto plazo, razón por la cual las ERNC siguen siendo una opción secundaria, ya que para que éstas se establezcan y aparezcan los resultados, necesitan un largo plazo.

Es justamente en esta línea problemática donde se enmarca esta tesis: "poner en evidencia los beneficios que la ES podría traer a proyectos de vivienda social si se incentivara una política energética que considerara este recurso que es gratuito y que se encuentra en abundancia sobre nuestro país". Nótese eso si que esta tesis dejará abierta una puerta hacia el desarrollo de la ES y el "Acceso Solar en las edificaciones".

Como profesional creo que es sumamente importante crear conciencia de la realidad que vivimos como chilenos en materia energética, y a su vez reconocer que sólo en los últimos 3 años hemos podido empezar a vislumbrar una política energética clara, que garantice preocupación por parte del Estado en asegurar una matriz diversa y libre de contaminación. Actualmente las medidas en sobre las cuales nos regimos no garantizan seguridad, por ejemplo, en la economía de las familias más vulnerables: "en tiempos de crisis los sectores más pobres se ven afectados en sus cuentas de electricidad, mientras en paralelo los grandes empresarios regulan estos precios con el fin de no verse ellos afectados (política de mercado)".

Esta tesis de investigación se basa en estos tres desafíos:

- Evaluar el confort térmico y algunos conceptos de habitabilidad de un conjunto de viviendas que originalmente eran todas idénticas y que con el paso del tiempo han sido intervenidas por sus mismos propietarios.
- Comparar el impacto en la habitabilidad y confort térmico y lumínico que éstas intervenciones han provocado en cada una de las tipologías de las viviendas a analizar.
- Evidenciar la precariedad de la actual Ordenanza General de Urbanismo y Construcción en aspectos de acceso solar, como consecuencia de una ausencia de políticas energéticas claras y a largo plazo.

No quiero que se entienda esta investigación como una crítica destructiva a las herramientas normativas actuales, por el contrario, mi desafío es poder ser un aporte al urbanismo y a las futuras propuestas que se vayan a desarrollar.

Creo que es sumamente urgente mejorar los mecanismos de planificación urbana, sobre todo en materia energética. Como hemos podido ver al comienzo de este informe, las políticas medioambientales dejaron de ser un mito lejano: “cada día se habla un poco más acerca de esto y la población se sigue informando en la medida que los problemas han aumentado”. Quizás hace unos años el medio ambiente parecía ser un tema que sólo podían conocer y manejar los sectores “más informados”, sin embargo hoy es un tema que se discute sin prejuicios en todos los niveles socioeconómicos. De hecho en esta última década pareciera ser que la población exige con más fuerza sus derechos y no está dispuesta a quedarse de brazos cruzados.

Como ejemplo de lo anteriormente mencionado: el encabezado de un periódico en internet titulaba el día 20 de Agosto del año 2012: “Impactantes protestas: Comunidad v/s proyectos polémicos”. El cuerpo de la noticia mostraba algunos pensamientos muy interesantes, como por ejemplo: “que no cabe duda que la mayor judicialización de proyectos energéticos en Chile apunta a comunidades mejor informadas y dispuestas a decirle que NO a grandes conglomerados que desarrollan iniciativas con un alto impacto ambiental en sus localidades”. (Zanotti, 20 Agosto 2012)

Uno de los casos más recientes es el de la central termoeléctrica Punta Alcalde cuyo informe de evaluación ambiental fue rechazado por la autoridad luego de que las comunidades aledañas al proyecto reclamaran que el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) no incluía la línea de transmisión.

Apoyados por ONG’s ambientales desde principios de los 90’s, las comunidades se volvieron más inteligentes, estudiosas sobre la normativa ambiental, conocedoras de sus derechos y las

instancias en las que deben alzar las voz para hacer patente su malestar.

A esto debemos sumar la masificación de los equipos móviles y de las redes sociales en Internet, que en varias ocasiones, han permitido intervenciones ciudadanas como nunca antes se había visto y cada vez con mayor participación de personas.”

De todo esto podemos concluir algunos pensamientos interesantes antes de introducirnos de lleno a la investigación:

1-El mundo entero vive una crisis energética importante, la cual ha afectado a Chile sin lugar a dudas.

2-Un sector importante de la sociedad chilena ha manifestado un malestar en la manera en que el gobierno ha enfrentado el problema energético que se está viviendo.

3-Es sumamente importante el aporte de las redes sociales en la difusión de las políticas medioambientales: “Un aspecto positivo de la globalización”.

4-Como país, Chile cuenta con diversos recursos que podrían ser parte de nuestra matriz energética, ya probados en otros lugares con resultados sumamente positivos, los cuales se están desaprovechando.

Es entonces fundamental que los arquitectos propongan algo más que diseños vanguardistas exclusivos para revistas, comenzando por mejorar algunos aspectos de las herramientas regulatorias tales como la OGUC y la Reglamentación térmica vigente, además de la creación de Planes Reguladores locales que garanticen normas coherentes a cada lugar.

Es dentro de esta encrucijada que surge parte de la hipótesis, basada en afirmaciones de arquitectos investigadores (Cárdenas y Uribe 2012) y algunos pensamientos personales:

“La norma térmica chilena necesita con urgencia un cambio de enfoque ya que su actual finalidad es no perder energía en lugar de captar lo que el sol ofrece, un “enfoque” que en tiempos de crisis sólo perjudica a los sectores más vulnerables”. Del mismo modo los puntos referidos al asolea-miento, fomenta edificios que no colaboran con su entorno, y que finalmente benefician un solo predio, deteriorando su entorno.”

El objetivo de esta investigación es poner en evidencia esta problemática, y a su vez poner en valor la importancia y los beneficios de la energía solar, que como ya lo hemos reiterado, es un recurso poco explotado en nuestro país.

Entendiendo el punto anterior se arma la hipótesis y lo que continuaremos investigando.

Por último, se plantean estos dos pensamientos antes de adentrarse en lo medular de la investigación: “Si Chile es el país con mayor insolación en el planeta –especialmente el desierto de Atacama -, ¿Por qué la reglamentación térmica gira en torno a las pérdidas energéticas en vez de ocuparse en ganar toda la energía que el sol ofrece?”.

“Chile necesita que se genere una ley que realmente incentive el desarrollo del Potencial Solar y que sea consecuente con sus políticas energéticas (que el 20% no sea un tope para el desarrollo de las ERNC, sino más bien que sea un piso para que estas energías puedan ir en aumento)”.

La siguiente tesis investigativa gira en torno a estos conceptos, enfocándose principalmente en un ejemplo que refleja una tipología que se repite en varias zonas del gran Santiago: las consecuencias de la intervención humana en la vivienda social.

En base a este ejemplo se propondrá finalmente algunas posibles soluciones en materia urbanística bioclimática que ayuden a mejorar el confort ambiental al interior de las viviendas y su relación con el entorno más cercano.

Capítulo 2

-Pregunta investigativa-

2.1 Hipotesis de la Investigación

“En el ámbito de la energía y el urbanismo sustentable, en Chile solo podemos ver avances en la reglamentación térmica para la envolvente de las viviendas. Aún no son suficientes los incentivos que generen un desarrollo urbano con criterios medioambientales, que por ejemplo obligaran a que se proyecten conjuntos habitacionales de acuerdo al recorrido del sol y del viento; por el contrario, todavía se construyen enormes conjuntos de viviendas que quedan con sus recintos habitables mal orientados, trayendo como consecuencias: ineficiencia energética, mal confort térmico y pésima iluminación natural en su interior. Además de esto, las intervenciones humanas han perjudicado aún más el confort térmico y la habitabilidad al interior de las viviendas a causa de la mala configuración espacial y de los escasos conocimientos del diseño arquitectónico”.

Palabras claves: Energía Solar, Acceso Solar, Confort Ambiental, Confort Térmico, habitabilidad, autoedificación

Además de la hipótesis general, he querido abrir en 3 ejes la pregunta de investigación, con el objetivo de ordenar el proceso empírico, y poder demostrar a través de 3 ejercicios los diferentes conceptos que son parte de la hipótesis.

Sub-Hipótesis 1:

Las pequeñas intervenciones humanas pueden afectar positiva o negativamente las condiciones del confort higrotérmico de un proyecto de arquitectura. En una misma cuadra es posible encontrar diversas variaciones en temperatura de acuerdo a los factores de orientación e intervenciones: ampliaciones y/o construcción de cobertizos.

Sub-Hipótesis 2:

En la medida que las familias van aumentando los m² construidos (por la necesidad de ampliar sus viviendas), éstas van perdiendo los beneficios del acceso solar, dejando en un segundo o tercer plano las condiciones mínimas de habitabilidad, trayendo como consecuencia la penumbra al interior de los recintos interiores y temperaturas desfavorables al interior de éstos.

Sub-Hipótesis 3:

Al sumar los factores de materialidad, color, orientación, calidad de la intervención y elementos del entorno que acompañan la intervención es posible identificar un microclima al interior de cada vivienda, como consecuencia de la -falta de disipadores de calor y el aumento de la absorción de la radiación solar por las estructuras de la ciudad- (Santamouris 2001) (en este caso los elementos que conforman las ampliaciones en cada vivienda).

Cada una de estas hipótesis encierra los aspectos más importantes que conforman los principios fundamentales del urbanismo bioclimático mencionados anteriormente.

De esta última se desprendieron los principios que fueron trasladados desde la microescala del edificio a la macroescala de la ciudad. Por otra parte se debe entender que la arquitectura bioclimática nació del resultado de la racionalización de los procesos que llevaron a los grupos humanos de determinadas regiones a alcanzar soluciones constructivas óptimas desde el punto de vista de la eficiencia energética (Olgay 1998). Los pueblos de la antigüedad al verse limitados de recursos energéticos tuvieron que desarrollar sistemas eficientes en sus edificaciones.

Este proceso se llevó a cabo por ensayo y error durante mucho tiempo, periodo en el cual se obtuvieron resultados favorables que aprovechan la energía de manera eficiente. Sin embargo los factores bioclimáticos comprenden áreas que no están relacionadas directamente a la arquitectura, como por ejemplo la biología y la climatología.

-La biología es la ciencia que estudia y conoce el cuerpo humano, y por lo tanto, las condiciones óptimas de temperatura y humedad para conservarlo dentro de un rango de confort térmico aceptable.

“La climatología es el compendio de todas las variables meteorológicas” (...) -temperatura radiación y efectos del viento- que afectan de forma determinante a las sensaciones del confort humano- Las consecuencias de la humedad, tales como la lluvia, nieve, niebla o presión de vapor (Olgay, 1998: Pág. 32)

En Conjunto, y mediante un proceso de racionalización que busque obtener la mayor eficiencia energética, se logra plasmar en la obra de arquitectura un resultado óptimo y adecuado a los requerimientos.

Cada una de las sub-hipótesis mencionadas anteriormente, desprende una parte de la hipótesis general de esta tesis. En primer lugar, la sub-hipótesis 1 apunta principalmente al concepto de confort, el cual se define de la mejor manera como:

“aquella sensación de equilibrio térmico determinada por la temperatura del aire, la radiación solar, el movimiento del aire y la humedad”. (Olgay, 1998: Pág. 16)

En esta tesis nos enfocaremos principalmente en el confort térmico, para lo cual realizaremos tomas de temperatura *in situ* y a través del *software Ecotect*. El objetivo de esta hipótesis es medir el impacto de las intervenciones humanas y su aporte o desfavorecimiento de esta variable.

La segunda sub-hipótesis apunta directamente al concepto de habitabilidad, entendido como las condiciones básicas para que se desarrolle el habitar del hombre en un espacio construido. En esta hipótesis quisiera referirme fundamentalmente al concepto de iluminación natural, punto que será evaluado por medio de un luxómetro y con la herramienta digital *Ecotect*. El objetivo de esta sub-hipótesis es medir el impacto de las intervenciones humanas y su consecuencia en la calidad de la habitabilidad en las tipologías a evaluar.

Si se hace este tipo de hipótesis es por lo que se vio en estas viviendas durante el proceso de observación, en donde a temprana hora del día, muchas de estas necesitan tener su luz encendida lo que sin un gran análisis en seguida arroja un problema que debió ser ocasionado por alguna modificación en su diseño original.

Por último, la tercera sub-hipótesis se concentra en evaluar los elementos que inciden directamente en la generación de sobrecalentamiento o enfriamiento al interior de las diferentes tipologías de viviendas, a causa del uso de materiales inapropiados en las ampliaciones y/o modificaciones de cada una de ellas, esto basado en algunos principios planteados por Santamouris respecto a las islas de calor y las materialidades. Se usará la herramienta Ecotect además de algunas tablas para evaluar la reflexión y absorción del calor.

El propósito de esta investigación es poder comprobar si efectivamente esta hipótesis general es acertada o no, poniendo en evaluación un barrio construido (fig.8) y a su vez intervenido por sus mismos propietarios: "algunas de ellas favorables para el confort ambiental" otras, "desfavorables" (fig.9).

Es importante destacar que uno de los factores más enriquecedores de las comunas más vulnerables del gran Santiago es que éstas son "un campo de experimentación en si mismas", debido a la amplia libertad con la cual la gente interviene sus propias viviendas. Sin embargo es importante rescatar y poner en valor aquellas modificaciones que pueden aportar a proyectos futuros y por otro lado alertar sobre aquellos aspectos que pueden provocar un deterioro en las condiciones mínimas de habitabilidad y confort ambiental.

Por otro lado el trabajo de mediciones en esta investigación es sumamente significativo, entendido desde el punto de vista que:



Fig.8: Fachada norte de la manzana a analizar.
Fuente: Sebastián Román, 2013



Fig.9: Vista de los patios intervenidos de la manzana de estudio.
Fuente: Sebastián Román, 2013

"todas las superficies y objetos tienen su propio microclima en él y en sus inmediaciones. Las temperaturas del aire pueden variar algunos grados en distancias muy cortas, incluso milímetros, y el flujo de aire puede ser perturbado incluso por objetos muy pequeños. (OKE, 2006)

Bajo este principio, esta tesis pretende entender este sitio de análisis como una muestra de lo que "una pequeña intervención puede ocasionar en su entorno inmediato".

El objetivo final es poner en cuestión aspectos que puedan ser tratados a futuro con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas a través de mejoras en cuanto a la normativa y a la visión de eficiencia energética que se tiene sobre el tratamiento urbano en sectores de vivienda social, desde la puesta en valor de la Energía Solar a través del "Acceso Solar".

Capítulo 3

-Metodología del proyecto de Investigación-

Metodología de la Investigación

A continuación presentaré la metodología con la cual se llevó a cabo esta investigación, basada en el método inductivo.

Cabe destacar que la metodología en si misma se debe entender como una rama de la pedagogía que se ocupa de estudiar los métodos adecuados para enseñar la verdad, sin dejar de lado que además en su práctica nos sirve como una herramienta para obtener nuevos conocimientos: en el caso de esta investigación busca generar resultados que permitan más adelante seguir descubriendo sobre la misma línea investigativa.

En definición el método corresponde a "los **pasos a seguir** para realizar una cosa" o "el **cómo** se realiza un trabajo para llegar a un fin, un propósito o una meta", (Etimologías 2013).

Método viene de dos palabras griegas que significan:

Meta: Hacia, a través de
Hondos: Camino, via

Entonces método literalmente significa:
CAMINO HACIA ALGO

Fig.10: Definición del Método
Fuente: <www.etimologias.dechile.net>

Antes de presentar la metodología a utilizar en esta investigación sólo quiero mencionar que:

1. Todo método debe tener un funcionamiento científico.
2. Los métodos deben ser aplicables y prácticos.
3. Al aplicar los métodos, éstos deben ser comprobables.
4. Los métodos deben conducir al descubrimiento de nuevas leyes además de que deben ser graduados en su aplicación.
5. Deben servir como base para la creación de nuevos métodos.

Para este caso utilizaremos el método inductivo, en el cual estudiaremos los problemas del acceso solar, temperatura, humedad relativa, confort lumínico, etc... desde las partes (variables), hacia el todo (confort ambiental). Se puede entender este método como un proceso analítico-sintético.

Para una mejor estructuración del procedimiento del método inductivo se pueden identificar los siguientes pasos:

1. Observación
2. Experimentación
3. Comparación
4. Abstracción
5. Generalización
6. Conclusiones
7. Validación

Etapas de la investigación

Para realizar la siguiente investigación se llevarán a cabo las etapas de la siguiente manera:

1-Observación:

Se identificará un lugar en el cual se observe un problema atinente a la línea de investigación de la Red EPSTU- Estudio del Potencial Solar en Tejidos Urbanos¹⁰, enfocado principalmente en la generación de nueva información que aporte a investigaciones futuras.

El siguiente punto es el planteamiento de las hipótesis referentes a este problema.

En esta misma etapa se llevará a cabo una investigación profunda del estado de las artes en el tema de la línea investigativa: acceso solar en edificaciones y antecedentes respecto a las ERNC y al uso de la Energía Solar en el mundo.

2-Experimentación:

La etapa de investigación se dividirá en 2 polos:

- Experimentación *in situ*, en la comuna -El Bosque-.
- Experimentación con modelo de simulación virtual Ecotect Analysis 2011¹¹.

2.1 Experimentación *in situ*

Para llevar a cabo esta investigación el primer paso será identificar la manzana a analizar y dentro de esta definir tipologías que permitan comparar sus resultados.

Dentro de estas tipologías en el proceso de observación se pudieron identificar al menos 3:

- i. Fachada con cobertizo
- ii. Fachada con cobertizo y jardín
- iii. Fachada sin cobertizo

Cada una de estas tipologías se analizará en las cuatro orientaciones respecto al sol y considerando además otra variable: una plaza que se encuentra en frente de la fachada oriente.

2.1.1 Elaboración de las fichas de catastro.

Después de seleccionar las viviendas a estudiar según cada tipología en los 4 perfiles ya mencionados, se procederá a realizar un levantamiento de las materialidades, color y otros elementos, con la finalidad de encontrar los posibles factores que pueden incidir en la toma de temperaturas del punto siguiente, (Santamouris et al. 2012). Para esto se creará una ficha de recopilación de materialidades.

2.1.2 Catálogo

Después de fabricar la ficha del catálogo se llevará a cabo el levantamiento de recopilación de la información a través del trabajo en terreno. En el transcurso de varios días (los sufi-

¹⁰Red de Investigación CONICYT, Cárdenas (2012-2014)

¹¹ El programa Ecotect está diseñado para facilitar la toma de decisiones en fases iniciales de un proyecto, con el fin de conseguir edificios energéticamente eficientes.

cientes para visualizar aspectos relevantes de mostrar en las conclusiones). Posteriormente recogerán los datos para construir las conclusiones que aporten información útil para validar o invalidar la hipótesis general de la investigación.

a. - Toma de Temperaturas (°C).

El primer levantamiento del catastro corresponde a la toma de temperaturas como lo indica la ficha de la fig.10: al interior de la casa, en la parte del antejardín y atrás.

Además de estos 3 puntos por vivienda, se tomará la temperatura en 7 puntos ubicados en el exterior de las viviendas con el fin de conocer lo que sucede con el microclima.

b. - Toma de Humedad Relativa (%).

Al igual que en el punto anterior, se tomará la Hr.

c. - Toma de Luxes

Para cerrar este punto del catastro se tomarán los lux que hay al interior de las viviendas entre las 15:00 y las 15:15hrs durante varios días en los puntos -v1, interior y v2- que muestra la fig.11.

2.1.3 Levantamiento planimétrico y fotográfico.

Aprovechando el catastro se llevará a cabo un levantamiento planimétrico y fotográfico, con el fin de preparar el material para la 2da etapa de la investigación.

FICHA DE CATASTRO	
DIRECCIÓN:	_____
1-Cobertizo	
a) Si - Materialidad: _____	
b) No	
2-Piso de antejardín	
a) Cerámico	
b) Radier	
c) Radier con tierra de color	
d) Tierra	
d) Jardín con vegetación	
3-Color de la fachada: _____	
4-Ampliación hacia atrás	
a) Si	
b) No	
-Si la respuesta es si ¿de qué materialidad es?	
a) Albañilería	
b) Tabique	
5-¿Se observa iluminación natural?	
a) Si (toma de lux al interior _____)	
b) No	
5-Toma de Temperaturas (°C) y Humedad Relativa (%): HORA _____	
A-Adelante B-Interior C-Atrás	
A) T° _____ Hr _____ B) T° _____ Hr _____ C) T° _____ Hr _____ +	
Resultados: _____	

Figura 10: Ficha de catastro para investigación
Fuente: Elaboración propia

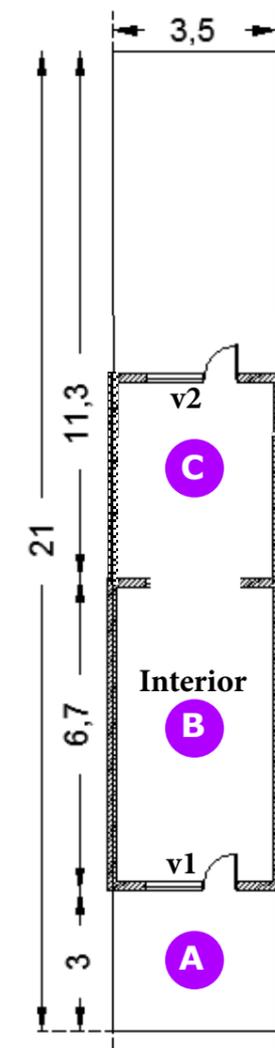


Figura 11: Planta tipo de Vivienda modificada a analizar
Fuente: Elaboración propia



2.1.4 Levantamiento sensorial.

Uno de los últimos puntos del trabajo *in situ* es dar a conocer la experiencia de la sensación térmica experimentada en terreno en cada punto del análisis, lo cual añade un aporte valioso a la hora de concluir el experimento. Se añadirán también en este punto algunas encuestas con el fin de entender la motivación de algunas intervenciones realizadas por los propietarios en la vivienda original.

2.2 Modelamiento virtual con Ecotect Analysis 2011.

En esta etapa de la investigación se podrán obtener datos más duros respecto a los puntos más críticos necesarios para desarrollar las hipótesis del proyecto de investigación.

En primer lugar se podrán calcular datos tales como: insolación en las fachadas durante verano e invierno. Se podrán realizar pruebas de iluminación en interiores, pruebas de sombras arrojadas por las viviendas en diferentes épocas de un año, etc., además de otro punto muy importante: se podrá evaluar el proyecto en su diseño original (previo a las intervenciones de sus propietarios) y en su situación actual.

2.2.1 Construcción de los Modelos tridimensionales¹²

En primer lugar se construirán 2 modelos: un modelo de la situación original y otro modelo de la situación actual.

¹²Para desarrollar el modelo tridimensional previamente se necesitó hacer un levantamiento en terreno con las dimensiones de las calzadas y de los bloques que componen el conjunto. Los datos primeramente se registraron en autocad y posteriormente se exportaron a Ecotect.

2.2.2 Construcción de plantas de análisis.

Uno de los últimos puntos del trabajo in situ es graficar la experiencia de la sensación térmica experimentada en cada punto del análisis, lo cual añade un aporte valioso a la hora de concluir el experimento.

3-Comparación

Después de haber desarrollado ambos experimentos: *in situ*, por medio de la toma de temperaturas utilizando el thermo-hygrometer (fig.12) y el modelamiento de simulación virtual, se procederá a desarrollar gráficos comparativos, además de conclusiones en base al proceso de observación.

Se construirán modelos que reflejen los resultados e imágenes que expliquen los fenómenos que muestren aspectos relevantes para explicar las hipótesis.

4-Abstracción

Corresponde a la etapa de separación entre la información primordial y la información secundaria, con el propósito de resaltar aquellos puntos que servirán para construir las conclusiones finales y/o recomendaciones de diseño.

Este es un proceso que se va haciendo en paralelo a la etapa de comparación.

PROTOCOLO DE USO: THERMO-HYGROMETER

En primer lugar para la utilización de esta herramienta de medición de temperatura y humedad relativa será necesario definir la escala del lugar a analizar.

Para esta herramienta es importante considerar:

- Se debe quitar la tapa del sensor.
- Se debe resetear el thermo-hygrometer para ponerlo en 0 y medir correctamente.
- Se debe poner el thermo-hygrometer a la altura de 1,5mts del nivel del suelo y extender el brazo hacia adelante a una distancia separada del cuerpo.
- Se debe utilizar en un lugar donde no le de el sol directamente, en lo posible bajo la sombra
- Se debe esperar al menos 1 minuto hasta que el marcador se estabilice correctamente.



Thermo-hygrometer

Figura 12: Protocolo de uso del sensor de medición Thermo-hygrometer
Fuente: Elaboración propia en base a algunas recomendaciones de Oke, 1997

5-Generalización

Por último, y basándose en las variables y factores de incidencia en los experimentos desarrollados en el punto 2, se elaborarán las conclusiones finales (**etapa 6**) y a su vez se pondrán en evidencia los resultados de las hipótesis planteadas al inicio de esta investigación (**etapa 7 de validación**), fabricando tablas y gráficos que permitan avanzar en esta línea investigativa.

Antes de llevar a cabo el proyecto de investigación será importante definir el tipo de sitio que será analizado, ya que de esto dependerá la claridad con la cual se escogerán los criterios de medición y se pasarán por alto todos aquellos elementos que no sean importantes para este análisis.

Según OKE, es importante saber el tipo de lugar que será estudiado, ya que los factores que conformen dicho lugar afectarán directamente el espacio que será estudiado y además determinará los parámetros sobre los cuales se trabajará.

Como se muestra en la fig.13, este trabajo se enmarcará dentro de una microescala (no alcanza a ser escala local), ya que sólo se tomará en cuenta una -manzana tipo- a una escala pequeña que pueda servir de muestra para definir una tendencia a escala local, entendiendo que en esta microescala existen variaciones que marcan diferencias en distancias muy cortas a causa de los elementos que se interponen entre si. La exactitud de la herramienta que se utilizará para medir en estos espacios será importante para definir estas diferencias.

Los factores que aquí se considerarán son: ancho de las calles, altura de las viviendas, áreas verdes, distanciamientos de volú-

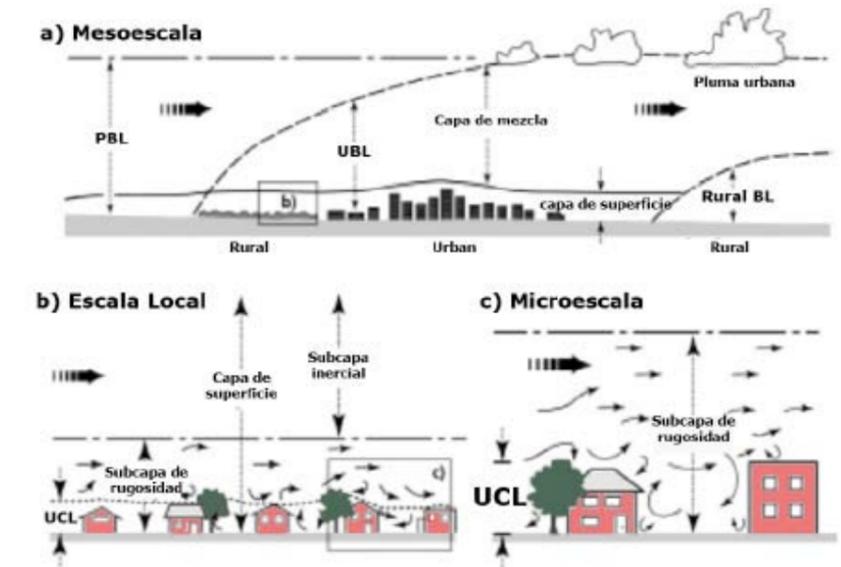


Figura 13: Esquema de escalas climáticas y capas verticales que se encuentran en las zonas urbanas. Capa de límite planetaria (PBL), Capa de límite urbano (UBL), Capa de cielo urbano (UCL)
Fuente: Modificación propia de Oke, 1997

menes y la data climática de Santiago, además de las muestras que se tomen en terreno.

Por último será importante seleccionar un cielo totalmente despejado para realizar el análisis, para que la muestra sea sin obstrucción y objetiva bajo un mismo criterio.

Herramientas a Utilizar In Situ.

Para llevar a cabo esta investigación será necesario utilizar algunas herramientas de medición, tanto para el experimento *in situ*, como para el trabajo virtual.

Trabajo In situ.

1. Cinta métrica Stanley 10 mts.
2. Cámara Fotográfica Canon Rebel T3.
3. Thermo-Hygrometer VETO.
4. Lightmeter AEMC - Model CA811.
5. Reloj
6. Croquera.
7. Lápices.
8. Caja de herramientas para el terreno.

Con la cinta métrica se realizará el levantamiento de la manzana para la fabricación de la planimetría base del experimento, esto ayudado de fotografías que respalden la investigación.

Por su parte el thermo-higrometer y el lightmeter nos ayudará a realizar las tomas de temperatura, humedad relativa y lux. El reloj nos ayudará a registrar la hora de cada registro.

Por último, la croquera y los lápices serán de ayuda para completar las fichas del catástro y realizar bosquejos que nos permitan entender cada fenómeno que se presente en el lugar de trabajo.

Cada uno de estos elementos se trasladará en la caja de herramientas, de manera ordenada y protegida.



Herramientas a Utilizar en el Modelo Virtual

En esta etapa se utilizará el modelamiento virtual con el fin de conocer los detalles que no se pueden medir con los aparatos mencionados anteriormente.

Herramientas.

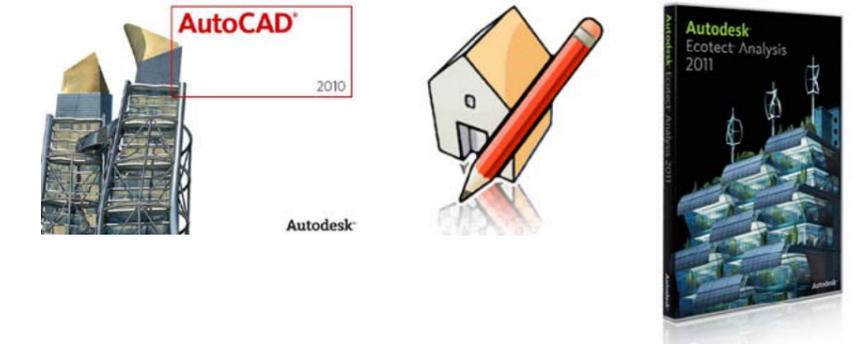
1. Autocad 2010.
2. Sketchup 7 pro
3. Radiance
4. Word
5. Excel
6. Photoshop CS6
7. InDesign CS6

A diferencia del experimento anterior, en este experimento las herramientas nos ayudarán a realizar un análisis de “como se comportaban las viviendas antes de ser intervenidas”.

Basados en el levantamiento hecho en terreno, la herramienta de modelamiento “autocad 2010” nos servirá para elaborar las plantas y fachadas del conjunto a estudiar, además del contexto y los detalles que sean necesarios para mostrar el proyecto.

Posteriormente se exportará esta planta de conjunto a Sketchup 7 pro para levantar el modelo 3D y desde aquí se exportará al simulador Ecotect Analysis 2011, en dónde se trabajará gran parte de la etapa de modelamiento virtual.

Al trabajar el modelo en Ecotect, éste nos permitirá manejar un

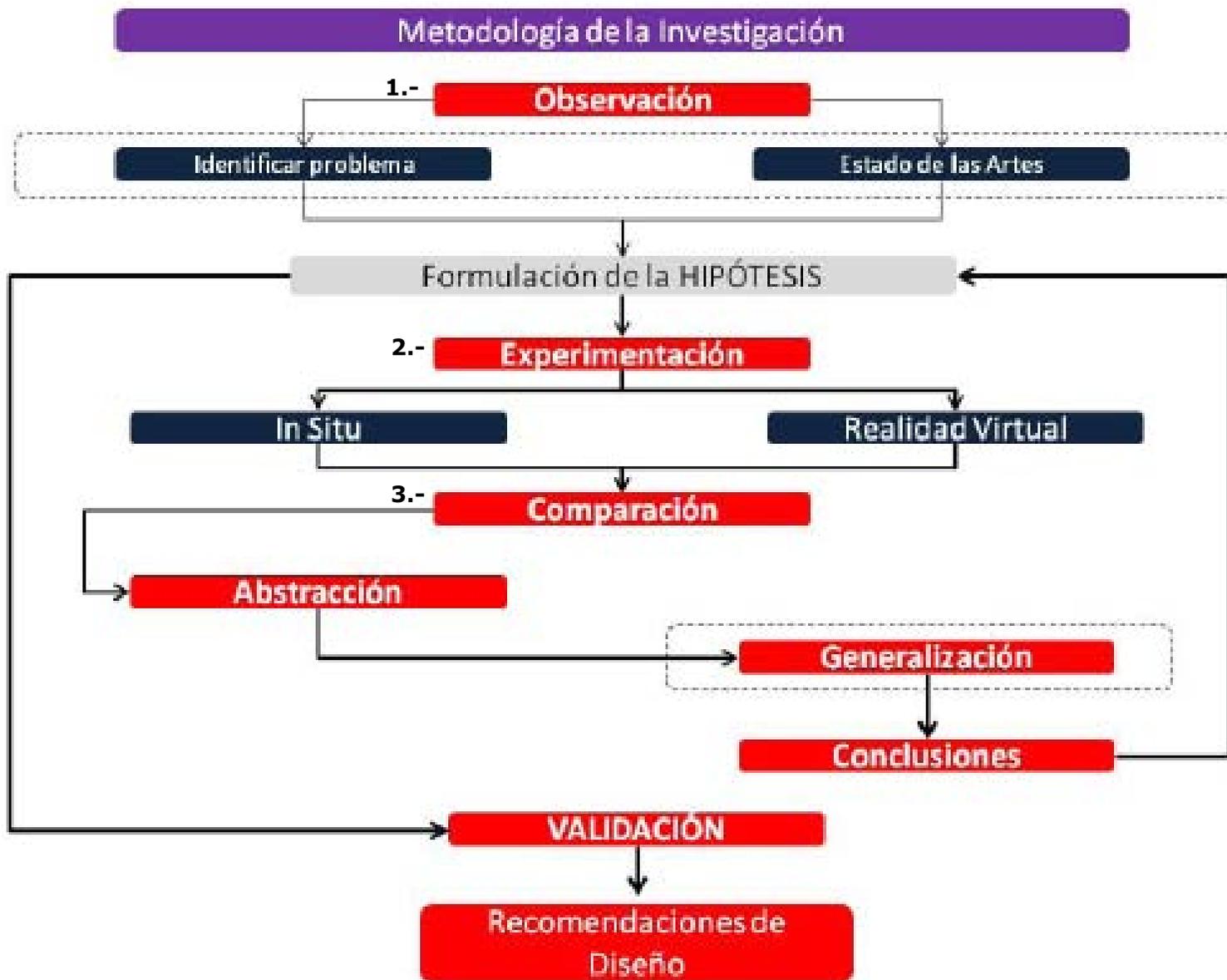


motor llamado Radiance, el cual nos dará a conocer la cantidad de lux que entrarán en cada espacio, según el día que necesitamos evaluar.

Tanto las imágenes obtenidas directamente de Ecotect, como las que genere Radiance, se trabajarán en Photoshop CS6, para corregirlas y prepararlas para el texto final.

En cuanto al manejo de textos, se trabajarán en Microsoft Office Word y las tablas y gráficos se construirán en Excel.

Finalmente se editará el informe completo en el Editor de ADO-BE Indesign CS6.



1- Esta etapa se caracterizó por ser una etapa basada en lectura guiada por mi profesora guía. Los autores principales fueron Ester Higuera, Luz Cárdenas, Olgay y Givoni.

2- Esta etapa llevó de la mano un curso particular de Ecotect, para lo cual se destinaron 3 horas semanales en el aprendizaje de este software. Se trabajó con la data climática de Santiago.

3- En esta última etapa se trabajó directamente con el levantamiento in situ y los datos arrojados por el software Ecotect. Es una etapa de prueba-error, además de ser un proceso analítico.

Figura 14: Mapa conceptual de la Metodología de Investigación a utilizar.
Fuente: Elaboración Propia

Capítulo 4

- M a r c o T e ó r i c o -

4.1 Línea Investigativa

El siglo XXI ha traído nuevos desafíos para las ciudades, ya que en ellas se producen los desequilibrios más considerables entre los flujos de materia y energía, producto de las mismas demandas que ha generado el crecimiento de la población y el aumento de las tecnologías en la industrialización. Es por tanto de suma urgencia buscar un nuevo rumbo en el camino de la sustentabilidad urbana, que reduzca la contaminación ambiental y garantice un medio ambiente más favorable para los ciudadanos.

Al sumar cada una de las problemáticas, podemos encontrar varias áreas de interés con altos potenciales de investigación, las cuales se pueden abordar desde diferentes perspectivas. Es así como se ha ido estableciendo un eje temático vinculado a la Energía Solar desde el escenario académico de urbanistas y otros profesionales interesados en el desarrollo de las ERNC para la planificación sostenible de las ciudades.

En esta búsqueda surge el "Estudio del Potencial Solar en Tejidos Urbanos, EPSTU", en un plano internacional, quienes a su vez vienen desarrollando esta línea investigativa a través de una Red Iberoamericana EPSTU.

La red -EPSTU- está formada por seis nodos de investigación pertenecientes a los países de Chile, España, Portugal, México, Brasil y Argentina ¹³, (FAU 2012).

Cabe destacar que en esta línea de investigación un factor que la hace relevante es el principio de "percibir" dentro de todos los aspectos que se pueden vislumbrar en la arquitectura bioclimática la concepción de la ciudad como "generadora de energía limpia", mediante la incorporación de energía solar térmica y fotovoltaica a escala urbana, en barrios residenciales, industriales, equipamientos, dotaciones y espacios verdes y libres urbanos, a diferencia de otros pensamientos que ven estas aplicaciones de manera "individual".

Recientemente en Octubre del 2012 y con motivo de la creación de la Red EPSTU- Estudio del Potencial Solar en Tejidos Urbanos, financiada por CYTED¹⁴ y CONICYT¹⁵, se realizó el Seminario Iberoamericano "La Ciudad Solar", organizado por la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid.

Misión de la "Red EPSTU"

"El potencial solar de edificios en tejidos urbanos intenta exponer un problema evidente aunque poco explorado en los países iberoamericanos: el acceso solar a las edificaciones de las ciudades. Este concepto crea una condición espacial para desarrollar, implementar, emplear y mantener energía solar en las fachadas de los edificios, (techumbres y muros) ya sea como sistemas pasivos o activos". (Higueras & Cárdenas 2012)

En los sistemas activos (NOTA 1) la tecnología es la responsable de captar energía solar térmica para el calentamiento del agua sanitaria o energía solar fotovoltaica que genere electricidad para la red del edificio. La mayor crítica que realiza esta Red es que:

"el actual planeamiento urbanístico de barrios residenciales se basa principalmente en el desarrollo inmobiliario, el cual tiende a maximizar la ocupación del suelo por la necesidad de rentabilizar la inversión, ignorando criterios de protección al recurso solar en el entorno urbanístico. (Higueras & Cárdenas 2012)

Ahora bien, la Red EPSTU plantea que -si las estrategias de política pública fomentaran la eficiencia energética y el uso de energías renovables, la solar entre otras; entonces se debiera velar por la preservación de condiciones espaciales que garanticen el acceso solar-. Es entonces dentro de esta premisa que el grupo de profesionales que componen esta Red Iberoamericana se dedica a la investigación constante del potencial solar. El objetivo final es obtener resultados comparativos de edificios residenciales con y sin acceso solar en las seis localidades seleccionadas situadas en el "cinturón del sol" del mundo.

NOTA 1: Sistemas Pasivos - Sistemas Activos

Los sistemas pasivos de calefacción son aquellos capaces de funcionar solos, sin la necesidad de tecnologías anexas que les permitan trabajar. En otras palabras la expresión "pasivo" en si misma se usa para definir el principio de captación, almacenamiento y distribución capaz de funcionar sin aportaciones de energía exterior y que implica unas técnicas sencillas, sin equipos (Bardou & Arzoumanian, 1980)

Ahora bien, los mecanismos que utilizan los sistemas pasivos para la generación de la energía son los principios físicos básicos como la conducción, radiación y convección del calor.

Un sistema activo de calefacción requiere de la energía solar para su funcionamiento y permite la captación y acumulación de calor, la generación de electricidad mediante la conversión fotovoltaica o mediante la generación eólica. En la captación de la energía del sol se utilizan paneles solares, que pueden transferir dicha energía a fluidos como el aire, el agua, u otros.

En conclusión, en los sistemas activos la tecnología se encarga de obtener energía solar térmica para agua caliente sanitaria o energía solar fotovoltaica que genere electricidad para la red mediante mecanismos tecnológicos.



Figura 15

Figura 15: Casa Solar Pasiva
Fuente: Rabino, 2008

¹³La representante de Chile es la profesora guía de esta tesis: La doctora en Urbanismo Luz Alicia Cárdenas Jirón, quien actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación en "Acceso Solar".

¹⁴CYTED: IBERO-AMERICAN PROGRAMME FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo)

¹⁵Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile.

4.2 Contexto Internacional

En las últimas décadas en la mayoría de los Estados (y afortunadamente también en Chile) se ha puesto énfasis en el hecho que los recursos naturales son finitos y que los compartimos con todos los demás componentes de la biota¹⁶. En este contexto queda claro que nos enfrentaremos a un medio ambiente fuertemente contaminado, a un deterioro de los elementos de la biósfera, los cuales se han convertido en receptores y acumuladores de desechos que son vertidos directamente a la hidrósfera, atmósfera y a la litósfera por los mismos seres humanos.

Bajo estos mismos antecedentes no podemos hacer pasar por alto la primera contextualización de los hechos: "Si el planeta está como está, es por la poca conciencia de los propios habitantes frente a esta situación, los cuales pareciera que nunca han pensado que esto tiene que continuar y que las nuevas generaciones necesitan de un medio ambiente óptimo para vivir y para perdurar en el tiempo".

Ya desde la década del 70, podemos ver como se ha venido tratando esta problemática que se ha arrastrado hasta el siglo XXI, con bastantes avances pero aún con muchos conflictos sin resolver, provocados por los múltiples intereses personales que actúan como un muro de contención que no permite un establecimiento de medidas que ayuden a solucionar los problemas más urgentes del medio ambiente. Un ejemplo de esto a nivel local, es el caso de Chile: -"casi 30 años en poder institucionalizar el Ministerio del Medio Ambiente desde la modificación en

¹⁶ "Conjunto de la fauna y flora de una región o un área (éstos pueden ser plantas, animales u otros organismos). Fuente: <http://ciencia.glosario.net/agricultura/biota-10693.html>

la Constitución el año 1980, en dónde en su artículo 19, inciso 8, se establecía -el derecho de las personas de vivir en un medio ambiente limpio y libre de contaminación-. Recién el año 2009 se creó el Ministerio del Medio Ambiente¹⁷".

Para contextualizar el tema de las políticas ambientales, no podemos dejar de mencionar la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano (también conocida como Conferencia de Estocolmo). Fue una conferencia internacional convocada por la Organización de Naciones Unidas celebrada en Estocolmo, Suecia, entre el 5 y el 16 de Junio de 1972.

"Fue la primera gran conferencia de la ONU sobre cuestiones ambientales internacionales, y marcó un punto de inflexión en el desarrollo de la política internacional del medio ambiente"
(Baylis & Smith, 2005).

Sin embargo el proceso de incorporación del tema de los recursos naturales renovables y el medio ambiente en la agenda internacional presenta por lo menos cuatro períodos distintivos en la historia, algunos de ellos mucho más antiguos que la Conferencia de Estocolmo.

El primero de los cuatro periodos se inició a mediados del siglo XIX con la adopción de tratados para la protección de la flora

¹⁷El Ministerio del Medio Ambiente de Chile, es el órgano del Estado encargado de colaborar con el presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. Fuente: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16227.html>

y fauna y concluyó en 1945 con la creación de nuevas organizaciones internacionales. El segundo periodo comenzó con la creación de las Naciones Unidas (1945) y culminó con la Conferencia de Estocolmo (1972) sobre el Medio Ambiente Humano. El tercero, parte de la Conferencia de Estocolmo y se extiende hasta 1992 cuando tiene lugar la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Unced, en Rio.

Entre 1972 y 1992 se registró un acelerado proceso de elaboración de tratados regionales y globales además de la creación de diversas organizaciones internacionales con el fin de proteger el medio ambiente.

"Después de Unced, la concepción de desarrollo sostenible parece servir de telón de fondo a las relaciones internacionales ambientales; se trata de integrar ahora lo ambiental con las dimensiones económica y social del desarrollo en las políticas y legislación tanto a nivel internacional como nacional". (Sands, F., 1990)

Anteriormente, en 1947, la ONU había convocaba a la Conferencia de las Naciones Unidas -sobre la Conservación de los Recursos Naturales, Unccur-. Esta tuvo lugar en Nueva York en 1949, con la participación de mil representantes de más de cincuenta países y fue su objetivo intercambiar ideas y experiencias para el uso y conservación de los recursos naturales y para la reconstrucción de las áreas devastadas por la guerra, (Lozano B.,2009). Si bien los resultados fueron limitados, su convocatoria determinó la competencia de las Naciones Unidas sobre los asuntos ambientales que, en últimas, derivó en las Conferencias de Estocolmo y Rio de Janeiro, dos momentos

claves para impulsar el tema ambiental dentro de agenda internacional. Resulta interesante anotar que las relaciones entre la conservación y el desarrollo fueron tema central de Unccur, y que muchas de las discusiones se concentraron en las relaciones entre conservación y uso, conservación y desarrollo y el establecimiento de regulaciones para asegurar el aprovechamiento racional de los recursos naturales, (Lozano B., 2009). Aquí ya podemos vislumbrar un primer aspecto de conciencia en cuanto al manejo y desarrollo de los recursos.

"Después de Unccur las Naciones Unidas y sus agencias desarrollaron actividades que condujeron a diversos tratados, además de un conjunto de resoluciones de la Asamblea General sobre el uso de la energía atómica y los efectos de la radiación (1955) que condujeron al Tratado de Prohibición de Ensayos (1963); así como un sinnúmero de otros acuerdos que se promulgaron con la finalidad de proteger los recursos naturales" (Rodriguez, M., 1997: pág. 237).

Un conjunto de estudios científicos y libros adquirieron una gran popularidad y sobresalió entre ellos "La Primavera Silenciosa" de Rachel Carson¹⁸. En los países occidentales la preo-

¹⁸Primavera silenciosa (1962), de la bióloga marina y zoóloga estadounidense Rachel Louise Carson (1907-1964), es un libro que aborda uno de los problemas más graves que produjo el siglo XX: la contaminación que sufre la Tierra. Carson denunció los efectos nocivos que para la naturaleza tenía el empleo masivo de productos químicos como los pesticidas, el DDT en particular. Este libro consiguió lo que pocos textos científicos logran: iluminar nuestros conocimientos de procesos que tienen lugar en la naturaleza y despertar el interés de la sociedad tanto por la ciencia que es necesaria para comprender lo que sucede en nuestro planeta, como por la situación presente y futura de la vida que existe en él. Fuente: <http://www.planetadelibros.com/primavera-silenciosa-libro-39818.html>

cupación alcanzó su punto más alto a principios de los setenta ante los graves daños registrados por la lluvia ácida, los pesticidas y la contaminación industrial.

“En la medida en que ingresamos a la fase global de la evolución humana, es obvio que cada hombre tiene dos países, el suyo propio y el planeta.” Con estas palabras Barbara Ward y René Dubos concluyeron la introducción de su libro “Una sola tierra” que sirvió como telón de fondo a la Conferencia de Estocolmo en 1972. La visión global de un sólo mundo había sido dada a conocer desde tiempo atrás por diversos filósofos, pensadores sociales y líderes de diversa índole, mediante la idea de la familia humana. Sin embargo la noción de “mi país el planeta”, presentada por Ward y Dubos, fue más allá:

“Ella penetra nuestra habitación terrestre y la totalidad de la creación con nuevas visiones del orden planetario fundado en el concepto de una biosfera que compartimos y exige estrategias solidarias para la supervivencia”. (Rodríguez, M., 1997: pág. 238).

La preocupación de los países desarrollados, promotores de la Conferencia, se concentró en las amenazas impuestas al medio ambiente por la contaminación industrial y el desarrollo económico. Indira Gandhi¹⁹ introdujo la concepción de la polución

de la pobreza. Y con ella subrayó que la pobreza y la carencia de desarrollo imponían las más grandes amenazas al bienestar humano y al medio natural. En Estocolmo se iniciaba así el debate entre los países del norte y el sur sobre la prioridad entre el crecimiento económico y la protección ambiental, que hoy está aún lejos de resolverse. Con estas nuevas concepciones y polarizaciones se dió inicio a la era del medio ambiente global.

La Conferencia de Estocolmo ubicó el tema del medio ambiente en la agenda global y abrió el debate acerca de sus componentes y variables. Aquí se adoptó la Declaración sobre el Medio Ambiente Humano que contiene veintisiete principios que han servido como base para la construcción de tratados internacionales y legislaciones ambientales a nivel nacional. Entre ellos se subraya el -Principio 21- que señaló el deber de los estados de -garantizar que sus actividades dentro de su jurisdicción o control no causen daño en otros estados o más allá de su jurisdicción nacional-, que incluyen tanto el alto espacio como la alta mar.

En 1987, la Comisión Mundial del Ambiente y el Desarrollo (WCED), conocida como Comisión Brundtland²⁰ (Nuestro Futuro Común), advertía que “la humanidad debía cambiar las modalidades de vida y de interacción comercial, si no deseaba el advenimiento de una era con niveles de sufrimiento humano y degradación ecológica inaceptables”. Se define el concepto de Desarrollo Sostenible (En Chile: Desarrollo Sustentable) como el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

Este informe reconoce la profunda interdependencia entre las dimensiones económicas, sociales y ambientales (fig.16) del desarrollo. Además plantea el desarrollo sostenible como la meta a la cual debemos dirigirnos²¹ (Rodríguez B., M 1997: Pág. 8).

“Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, es decir, asegurar que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones para satisfacer las propias. El concepto de desarrollo sostenible implica límites —no límites absolutos, sino limitaciones que imponen a los recursos del medio ambiente el estado actual de la tecnología y de la organización social y la capacidad de la biosfera de absorber los efectos de las actividades humanas—, pero tanto la tecnología como la organización social pueden ser mejoradas de manera que abran el camino a una nueva era de crecimiento económico.” (De las Casas, Lizardo, 1999: Pag.7)

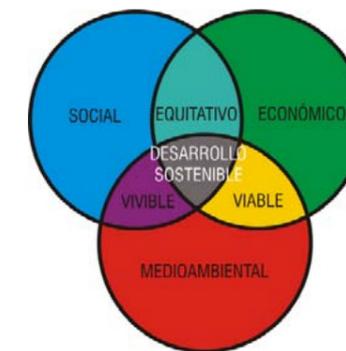


Figura 16: Componentes del desarrollo Sostenible
Fuente: <http://vocabulariogeografico.blogspot.com/2012/02/desarrollo-sostenible.html>

²¹Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, Nuestro Futuro común, Santa Fe de Bogotá, Alianza Editorial Colombiana, Colegio Verde de Villa de Leyva, 1988.

La agudización de los problemas ambientales se hicieron más evidentes ante la ocurrencia de numerosos desastres ecológicos, que trajeron como consecuencia la convocatoria de Diciembre de 1989 en donde se desarrolló la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

Tres procesos de negociación global se adelantaron en forma paralela entre 1990 y Junio de 1992, fecha de la Cumbre de Jefes de Estado, culminación de la Conferencia. Uno, dirigido a acordar la convención de Cambio Climático, con el fin de detener este fenómeno. Otro, a acordar la convención sobre la Biodiversidad, dirigida a detener el declive de la diversidad biológica y a lograr su conservación y uso sostenible. Y el tercero, orientado a establecer unos principios básicos y unos programas dirigidos a resolver los problemas ambientales críticos en los campos del medio ambiente y el desarrollo. (Rodríguez B. M., 1997)

Los resultados de la Cumbre de la Tierra desarrollada en Brasil en 1992 son principalmente: la adopción de varios principios que deben guiar la conducta de los hombres y de los países en el ámbito del desarrollo sostenible y del medio ambiente (más conocidos como la Declaración de Río); la adopción de la Agenda 21, la firma de las convenciones globales sobre el cambio climático y la biodiversidad; la adopción de una declaración autoritativa, jurídicamente no vinculante, para el desarrollo sustentable de todo tipo de bosques; los mandatos para iniciar las negociaciones que condujeron a la Convención sobre Desertificación, suscrita en 1995, y para la convocatoria de la

¹⁹(Allahabad, 1917-Nueva Delhi, 1984) Estadista india. Hija única de Jawaharlal Nehru, primer presidente de la India independiente, estudió en las universidades de Visva-Bharati y de Oxford. En 1938 ingresó en el Partido del Congreso y durante los siguientes años participó activamente en la lucha por la independencia, en la que colaboró con Gandhi.

Fuente: http://www.biografiasyvidas.com/biografia/g/gandhi_indira.htm

²⁰Comisión dirigida por Gro Harlem Brundtland, Primera Ministra Ambiental de Noruega.

Conferencia sobre Desarrollo Sostenible de Pequeños Estados Insulares en Desarrollo en la cual se acordó, en 1994, un "Plan de Acción". (Campligio L., 1994).

La Conferencia de Río²² sirvió para validar el concepto de "desarrollo sostenible" al más alto nivel político, como la meta hacia la cual ahora se deben dirigir las naciones y el mundo entero. Sin embargo la vaguedad del término en sí mismo generó problemas en los procesos de negociación previos a la cumbre, aunque:

"hay que reconocer que esa misma vaguedad fue esencial para que alcanzara una aceptación global. Una comparación de los resultados obtenidos en las conferencias de Río y Estocolmo indica un cambio mayor en el entendimiento de los problemas asociados al desarrollo humano en el largo plazo". (Rodríguez B. M., 1997)

El *global partnership*²³ y el *global compact*²⁴ fueron los términos más utilizados durante las negociaciones, quedando consignados en los textos acordados. La solidaridad a nivel mundial fue establecida como una de las condiciones básicas para alcanzar el desarrollo sostenible en el planeta, tal como se establece en el Principio 7 de la Declaración de Río:

"Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen." (Principio 7 de la declaración de Río, 1992)

Sin embargo, si miramos la sostenibilidad del desarrollo desde la dimensión ambiental coincidimos con la afirmación según la cual:

"no existe ninguna evidencia de que las fuerzas de mercado por sí solas podrán proteger el medio ambiente. Existen por el contrario muchas evidencias que comprueban que las fuerzas del mercado totalmente liberadas pueden degradar el medio ambiente a una gran velocidad. Alimentadas por el atractivo de la ganancia a corto plazo, estas fuerzas son poderosas. El asunto crítico es, por consiguiente, cómo obtener lo mejor de las fuerzas del mercado —el desarrollo económico y la eficiencia y la innovación que con frecuencia acompañan la competencia— al mismo tiempo que se orientan las fuerzas hacia la protección del medio ambiente y la igualdad de oportunidades". (Holmberg J., 1993)

La manera en como las conferencias de Estocolmo y Río impactaron el mundo en las agendas políticas de cada país puede visualizarse si se miran los marcos institucionales, legales, políticos y económicos relacionados con la sostenibilidad antes de estos eventos y después de concluidas estas citas. Si bien los cambios no fueron de un día para otro, al menos en el transcurso del tiempo se han ido enfatizando en mayor medida estos temas a nivel mundial.

En 1997, se aprobó un protocolo destinado a limitar las emisiones de los gases causantes del efecto invernadero, CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆, aceptada la relación causa-efecto con el calentamiento global del planeta y la existencia del agujero de la capa de ozono.

Dicho acuerdo se llevó a cabo en la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático), desarrollado en Kioto.

El fracaso de este cumplimiento es una realidad, ya que los que lo firmaron no lo han cumplido (la Unión Europea se comprometió a reducir en un 8% la emisión de éstos seis gases, con un reparto proporcional a la industrialización de cada uno de los 15 países que la integraban en ese momento) y otros ni siquiera llegaron nunca a comprometerse a nada (como es el caso de Estados Unidos).

Un año después de haberse cumplido el plazo, se ha rebasado ampliamente lo acordado, y con una amenaza inminente de los países en vías de desarrollo sobre todo China e India. La fig.17 nos muestra la posición de los diferentes países al año 2011 respecto al protocolo de Kioto.

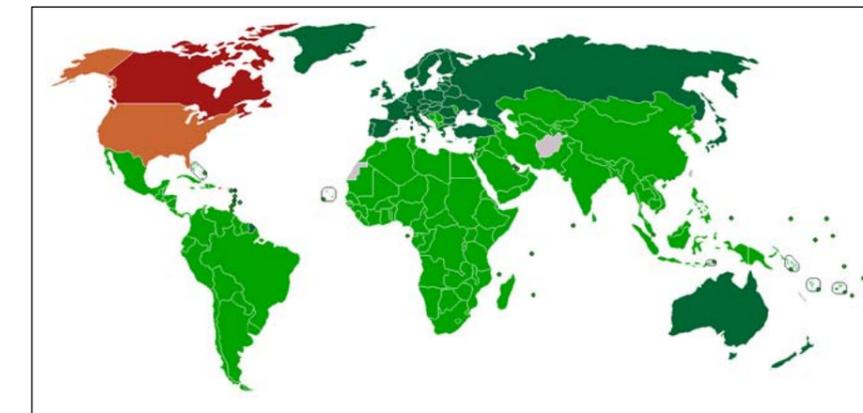
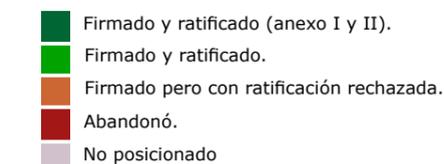


Figura 17: Posición de los diversos países en 2011 respecto del Protocolo de Kioto. **Fuente:** http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kyoto_Protocol_participation_map_2010.png



Por último, es importante señalar que durante este proceso han quedado expuestos a la luz los intereses que gobiernan en cada país, los cuales lamentablemente en muchos de los casos están por sobre el peligro que afecta al medio ambiente. El desarrollo económico además ha aumentado la demanda energética a nivel mundial y los recursos, que comúnmente atendían estas demandas, se están acabando. De aquí surge la importancia de buscar energías limpias que suplan esta necesidad y permitan seguir proyectándose hacia el futuro, como lo plantea el principio 7 de Río.

²²En la Cumbre de Río participaron 102 jefes de estado, un número que no deja de ser significativo, ya que evidencia la importancia del problema del medio ambiente en la agenda global.

²³Asociación Mundial

²⁴Pacto Mundial

4.3 Contexto Nacional: Chile

Antes de adentrarnos en lo sucedido en Chile durante el transcurso de los años producto del impacto de las cumbres anteriormente mencionadas, es importante señalar uno de los conceptos que influyeron de manera directa en la evolución de las políticas ambientales y posteriormente una política energética en nuestro país: el "Derecho ambiental".

"El Derecho Ambiental se desarrolló como lógica respuesta a la necesidad de controlar la explotación de los recursos naturales en un marco de racionalidad, aprovechamiento sostenible y protección del medio ambiente". (Loyola E., 2009)

Su evolución ha sido lenta en el transcurso del tiempo y a su vez progresiva ya que aún ha sido imposible establecer acuerdos mutuos a nivel mundial, a causa de los diferentes intereses que mencionamos anteriormente. Sin embargo poco a poco se han ido incorporando aspectos medioambientales en todas las ramas jurídicas, adquiriendo al mismo tiempo, autonomía propia como disciplina vinculada con casi todas las ciencias. Conceptualmente hablando, el "derecho ambiental" está relacionado de la siguiente manera:

Naturaleza en equilibrio (Biosfera s.l., Ecósfera) – Hombre (Alterador del equilibrio) – Medio Artificial (Tecnósfera)

El conjunto de Ecósfera²⁵ (medio natural) y Tecnósfera²⁶ (medio artificial) constituyen el Medio Ambiente, quienes son el sujeto y objeto central de preocupación de la Legislación Ambiental.

Visto entonces desde este punto de vista podemos entender el derecho ambiental como el conjunto de normas jurídicas que protegen las condiciones (medio ambiente) que hacen posible la vida en el planeta, para lo cual considera las relaciones entre los elementos bióticos y abióticos dentro de un ecosistema, todo asociado a la regulación de las conductas humanas que puedan influir sobre las estabilidad y persistencia de los biosistemas, poniendo en peligro la persistencia de la vida humana.

Apenas en la Constitución Política de 1980 (artículo 19, inciso 8º) se reconoció por primera vez el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente "limpio y libre de contaminación", sin embargo, se seguía manteniendo una gran dispersión de las normativas legales con pertinencia ambiental, como consecuencia de todos los cambios políticos en la manera de hacer negocios hacia el exterior sin conocer previamente sus caracte-

²⁵La Ecosfera es el ecosistema global del planeta tierra, que se encuentra conformado por todos aquellos organismos presentes en la Biosfera y las relaciones que se establecen entre estos y con el ambiente."

Consulta: Definición de Ecosfera » Concepto en Definición ABC <http://www.definicion-abc.com/medio-ambiente/ecosfera.php#ixzz2BTZO7P00>

²⁶Tecnósfera o tecnosfera, un neologismo todavía no incorporado en el Diccionario de la Lengua Española, designa el ambiente artificial creado mediante las tecnologías por un grupo humano para el desarrollo de sus actividades y la satisfacción de sus necesidades básicas y deseos, ambiente que modifica a su vez la cultura de ese grupo. La más notoria expresión de la tecnósfera son las ciudades, pero no es la única ni la que más afecta a la biósfera, el mundo silvestre. El término parece haber sido creado por el geólogo ruso Vladímir Vernadsky por similitud o contraposición al de biósfera.

Consulta: Definición de Tecnosfera <http://cyt-ar.com.ar/cyt-ar/index.php/Tecn%C3%B3sfera>

rísticas y atributos, por lo cual no se previó que podrían producirse conflictos ambientales debido a la creciente explotación de los recursos

Es importante señalar que el método utilizado para que lográramos el "gran despliegue económico que se nos impuso" (salir del subdesarrollo), fue la comercialización de nuestras materias primas obtenidas a partir de los abundantes recursos naturales que teníamos en nuestro país hacia los países desarrollados, los que las obtenían a un bajo costo además de todo el deterioro que se dejaba en el medio ambiente al momento de su extracción. En otras palabras este desarrollo nos costó la explotación de nuestro capital ambiental.

La legislación ambiental en Chile surge entonces como una gran legislación sectorial, con leyes, reglamentos que no se aplicaron en su totalidad por falta de conciencia ecológica y por la toma de decisiones de las autoridades de turno basándose en criterios políticos y no en aspectos técnicos. A esto se suma los casi ochocientos cuerpos legales con alguna pertinencia ambiental, dispersos en casi todos los Ministerios que representaban, no sólo un caos en materia legislativa ambiental, sino que además demostraban que no había coherencia ninguna entre economía, desarrollo y ambiente, triada que debía ser considerada en forma indisoluble en el contexto de mantener los niveles de desarrollo y crecimiento económico que los países en vías de desarrollo debían tener para salir del Tercer Mundo en que se encontraban por décadas. Nótese que en este aspecto Chile aún no ha avanzado desde aquella época hasta la actualidad: "aún dominan los criterios políticos".

Persiguiendo la idea que el desarrollo económico y la conserva-

ción del medio ambiente debían estar estrechamente unidos, se gesta la necesidad de un tratamiento globalizante y sistemático (ordenado, coherente y jerarquizado) de la legislación ambiental, hasta este momento poco clara. De esta manera en Septiembre de 1992, se presenta el proyecto de -Ley de Bases Generales del Medio Ambiente-.

Luego de extensos debates, el 1 de Marzo de 1994 se promulga la Ley Nº 19.300 o Ley de Bases Generales del Medio Ambiente. Su publicación marca un hito histórico en Política de Estado en cuanto a temas ambientales.

"Esta Ley corresponde al marco jurídico del desarrollo de la actividad económica nacional y establece los principios generales para dar coherencia y organicidad a toda la legislación sectorial existente en nuestro Derecho". (Loyola 2009)

La Ley Nº 19.300 (ver nota 2) se estructura sobre la base de 92 artículos permanentes, distribuidos en seis títulos, cada uno de los cuales aborda áreas temáticas específicas y siete artículos transitorios.

Gestión Ambiental

La Gestión Ambiental, se define como un conjunto de acciones encaminadas al uso, conservación o aprovechamiento ordenado de los recursos naturales y del medio ambiente en general. Implica la conservación de especies amenazadas, el aprovechamiento cinegético, el aprovechamiento piscícola, la ordenación forestal, la gestión industrial e, incluso, la gestión doméstica (Santambrosio E., 2001: Pág.7).

Los instrumentos de gestión ambiental definidos en la Ley 19.300, permiten poner en operación el articulado respectivo, ya que no constituyen un fin en sí mismos, sino que actúan en forma complementaria y coordinada con otros elementos de la legislación ambiental y legislación general vigente y aplicable en Chile.

Los instrumentos de gestión, que se basan para su operación en los principios de la política ambiental y por ende de la Ley 19.300, son²⁷:

- Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (S.E.I.A.).
- Normas de Calidad Ambiental.
- Normas de Emisión.
- Planes de Prevención de Contaminación.
- Planes de Descontaminación.
- Planes de Manejo de Recursos Naturales Renovables.
- Participación Ciudadana en la Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.).
- Educación e Investigación Ambiental.

²⁷Cada uno de estos instrumentos tiene por función velar por el cumplimiento de la Ley y así también evitar la contaminación.

NOTA 2: LEY 19.300

Los objetivos que pretende cumplir la Ley 19.300 son:

- a. Velar por el cumplimiento de la garantía constitucional del art. 19 N° 8, referido al derecho de cada ciudadano a vivir en un ambiente libre de contaminación.
- b. Crear una institucionalidad que permita la coordinación en materia de conflictos ambientales y se enfrente esta temática desde el ámbito nacional, regional y local, siempre velando por los intereses superiores del Estado.
- c. Establecer instrumentos o mecanismos que permitan darle cumplimiento a las normativas legales vigentes en temas ambientales.
- d. Crear un cuerpo legal que sirva de referencia a la legislación ambiental sectorial, para permitir su aplicabilidad y dejar abierta la posibilidad de hacer las mejoras en los respectivos cuerpos legales.

Esta Ley aborda el medio ambiente desde una perspectiva de gestión integral a través de principios básicos, utilizando aquellos instrumentos de política ambiental que apoyen y faciliten dicha gestión para su consolidación práctica con la participación activa de todos los ciudadanos.

Fuente: LEY 19.300 SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE.

Como muestra la fig.18, todos los instrumentos de gestión ambiental tienen directa relación con la contaminación, ya que por diferentes mecanismos y en distintas escalas buscan prevenir, regular y corregir el fenómeno del deterioro ambiental. Incluso en el artículo 2, letra c, de la ley 19.300 se define contaminación como:

"la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda a las establecidas en la legislación vigente".

Es entonces dentro de este contexto que se enmarca la problemática central de esta tesis: Crisis energética.



Figura 18: Instrumentos de Gestión y su rol en la batalla contra la contaminación.
Fuente: Elaboración propia.

Es entonces la falta de diversificación de la matriz energética lo que ha provocado los mayores problemas de contaminación que hoy en día estamos viviendo, ya que se siguen utilizando energías que contaminan ya sea en su extracción o en su ejecución. Chile aún no cuenta con un desarrollo suficiente de energías limpias.

Por último, es importante entender que el mayor impacto de los sucesos anteriormente mencionados dentro del marco internacional en asuntos medioambientales, radicó en la consolidación de una "institucionalidad ambiental", como una manera de cumplir uno de los objetivos fundamentales de la Ley 19.300 anteriormente mencionada.

Institucionalidad Ambiental en Chile

La Institución que aparece como el corazón y cerebro de la Ley es la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA-art. 69-79), con sus respectivas oficinas regionales o COREMA (art. 80-86).

La Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), fue creada en Junio de 1990 (Decreto N° 249, Ministerio de Bienes Nacionales) y es la institución que tiene como misión promover la sustentabilidad ambiental del desarrollo y coordinar las acciones de los distintos servicios públicos derivadas de las políticas y estrategias definidas por el gobierno en materia ambiental.

La Ley N° 19.300, art. 71 señala que la de la Comisión corresponderá a un Consejo Directivo integrado por el Ministro Secretario General de la Presidencia, quien lo presidirá con el título de Presidente de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, y

por los Ministros de Relaciones Exteriores; Defensa Nacional; Economía, Fomento y Reconstrucción; Planificación y Cooperación; Educación; Obras Públicas; Salud; Vivienda y Urbanismo; Agricultura; Minería; Transportes y Telecomunicaciones, y Bienes Nacionales (fig.19).

La Ley 19.300 también establecía el Consejo Consultivo Nacional de CONAMA (Ver Nota 3), integrado por el Ministro(a) Presidente del Consejo Directivo de Conama, que lo preside; dos representantes de universidades, dos representantes de organizaciones no gubernamentales ambientales, dos representantes de centros académicos independientes, dos representantes del empresariado, dos representantes de los trabajadores, y un representante del Presidente de la República (fig. 20). Cada uno de estos nombramientos es por dos años, y cada consejero puede ser nominado un máximo de dos periodos consecutivos.

Por último cabe agregar que este documento, complementado con textos legales diversos, en su momento sólo fueron una aproximación al Derecho Ambiental y por medio de esto se pudo legislar por primera vez sobre el tema ambiental. Ahora bien, faltaba un paso más y este era definir una política energética clara y con un espacio más sólido dentro de la gama de ministerios que componen el gobierno.

Es así como la Cámara de Diputados de Chile, en Mayo de 2009, aprobó el proyecto de ley que crea el Ministerio de Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente (Ministerio del Medio Ambiente 2010; Pág.483)

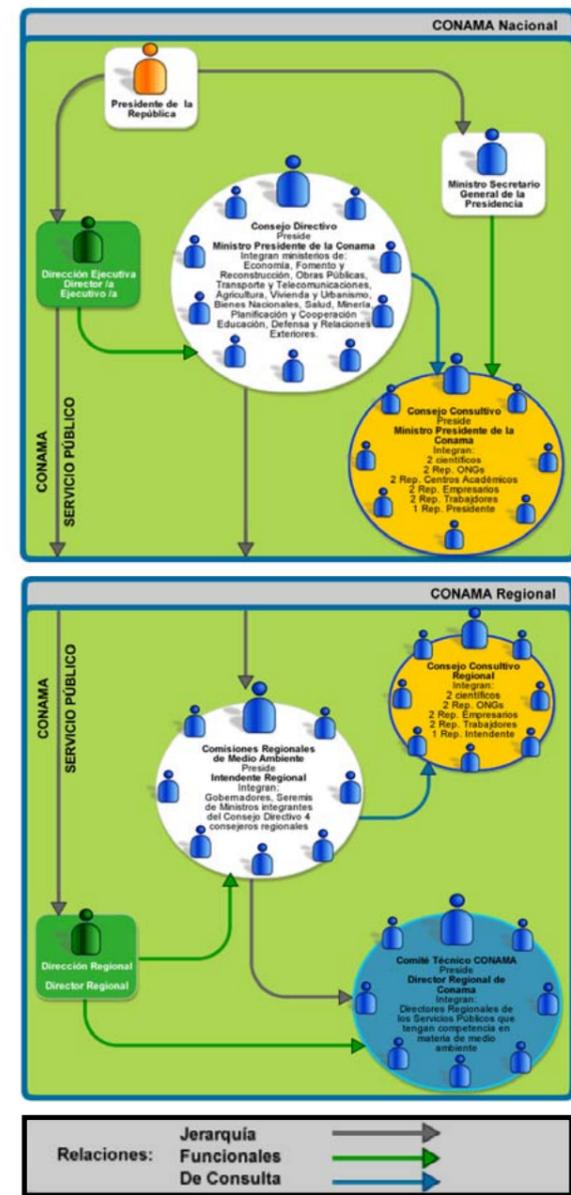


Figura 19:
Estructura de la CONAMA.
Fuente: (Loyola E., 2009:
Págs. 19 y 20)

Figura 20:
Estructura de la COREMA.
Fuente: (Loyola E., 2009:
Págs. 19 y 20)

NOTA 3: Objetivos de la CONAMA

- Recuperar y mejorar la calidad ambiental.
- Prevenir el deterioro ambiental.
- Fomentar la protección del patrimonio ambiental y el uso sustentable de los recursos naturales.
- Introducir consideraciones ambientales en el sector productivo.
- Involucrar a la ciudadanía en la gestión ambiental.
- Fortalecer la institucionalidad ambiental a nivel nacional y regional.
- Perfeccionar la legislación ambiental.
- Desarrollar nuevos instrumentos de gestión.

El proyecto de ley establece la creación del Ministerio con competencias en política y normativa ambiental, y conservación de la biodiversidad y de los recursos naturales renovables.

Esto vino a darle un gran valor a la figura del Ministro del Ambiente, quien anteriormente había sido nombrado sin la existencia de un ministerio por detrás. Era una figura casi solitaria, donde persistían incertidumbres sobre el papel de ese ministro frente a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que era el órgano rector en materia ambiental. Al crearse el ministerio, se resuelven muchos de esos problemas. También crea un Servicio de Evaluación Ambiental (S.E.I.A.) que manejará el proceso de evaluación ambiental.

Con la creación de este ministerio, Chile se enlaza a varios países de la región que ya cuentan con esa cartera en sus respectivos gobiernos. En el MERCOSUR, Brasil y Uruguay cuentan con un ministerio en ese ramo (específico en Brasil, y compartido con vivienda y ordenamiento territorial en el caso uruguayo); en Argentina es una secretaría que depende de la "jefatura del gabinete", y en Paraguay es una secretaría autónoma. Una vez entendido el concepto de manejo racional de los recursos naturales (finitos), es posible acercarse hacia el desarrollo sustentable.

4.4 Políticas Energéticas de los Gobiernos de Chile.

Después de hacer este breve recorrido internacional y acercarnos a la institucionalidad medio ambiental en Chile, es importante enmarcar las políticas energéticas que se han ido desarrollando dentro de este "marco institucional".

Lo primero que necesitamos entender es que el tema de las políticas energéticas siempre ha sido de gran controversia en los sectores políticos, ya que existe un sinnúmero de intereses creados en este tema. Ahora bien, en otro ámbito no debemos perder de vista que:

"no es posible un crecimiento económico sólido sin una energía segura y con costos adecuados".
(Tokman 2008)

Es en esta fórmula política dónde se han estipulado políticas que han sido discutidas dentro de la opinión pública en el sentido que se han privilegiado aquellos recursos que benefician la economía en el corto plazo.

En casi todo el mundo, las últimas décadas han estado fuertemente marcadas por movimientos importantes en las tendencias del sector energético. Cada día los diferentes países han tratado de ampliar sus matrices, entendiendo que deben buscar nuevos recursos para suplir la demanda que aumenta considerablemente. En los años ochenta se inició un proceso de liberalización de gran parte de los mercados energéticos el cual se fue profundizando cada vez más y consolidando finalmente en los años noventa, trayendo como consecuencia un estado actual de la situación en donde nuevamente vuelve a plantearse el rol del Estado como agente regulador y ente significativo en la toma de decisiones sobre esta materia. Tristemente en muchos rincones del planeta esta figura ha vuelto a tomar forma después de un deterioro significativo del medio ambiente e incluso en casos de manera irreversible.

"La demanda mundial de energía se ha redistribuido geográficamente y ha aumentado el riesgo geopolítico producto de la localización relativa de productores y consumidores". (Tokman 2008)

En la medida que el tiempo avanza, los precios de los combustibles fósiles han experimentado un aumento sostenido y claramente han generado inseguridad a nivel global en el abastecimiento futuro de estos. Es realmente incierto saber con certeza cuántos años más se podrán conseguir estos recursos y a que precio permanecerán en el tiempo: "La demanda aumenta, mientras que el recurso se agota".

Es dentro de esta situación que, como dijimos anteriormente, los gobiernos de los diferentes países debieron tomar una pos-

tura frente a qué política energética llevarían a cabo en sus periodos de mandato. Chile no quedó excluido de tener que definirse en esta materia.

Los costos actuales de una u otra política energética han sido los responsables de las aperturas hacia el desarrollo de ciertas tecnologías que habían estado en declinación, tales como las termoeléctricas a carbón o la energía nuclear, además de cambios de gran alcance tanto en las tecnologías de generación establecidas como en nuevas formas de generación energética dentro de las cuales se encuentra la "energía solar" (ES). Sin embargo todas estas tecnologías tienen un costo, además de un impacto adicional que tampoco podemos dejar de pasar por alto (a excepción de la ES, la cual es una energía limpia si se considera en su condición de sistema pasivo).

Visión Global de los Gobiernos de Chile

La estrechez energética que sufre actualmente Chile, y particularmente su vulnerabilidad en el sector eléctrico, muestra con claridad los errores y falencias en la política energética de las últimas décadas. Desde la perspectiva ciudadana, las principales causas de esta situación se debe a la aplicación de una doctrina de mercado y de neutralidad tecnológica; a la externalización de los costos ambientales y a la confusión entre las prioridades del negocio energético y las necesidades energéticas del país (Patagonia sin represas, s.i)

Hoy en día no podemos desconocer que Chile es un país que depende altamente de combustibles importados desde el exterior: importamos el 97% del petróleo, 84% del carbón y el

78% del gas natural. Hoy la matriz primaria y secundaria del país muestra sobre el 70% de dependencia externa (CNE, 2006). Sólo en los últimos dos periodos gubernamentales (Bachelet y Piñera) se han establecido los primeros lineamientos para una política energética clara, en primer lugar con la creación del Ministerio de Energía (2010) y con las iniciativas de incrementar el % de ERNC en la matriz energética de Chile.

Si miramos los últimos gobiernos de Chile en una vista panorámica (fig.21), podemos resaltar aspectos muy importantes como por ejemplo tener claro que la privatización y comercialización de la energía es una herencia de la dictadura. Por otro lado es interesante ver la repercusión de la conferencia de Rio en la creación de la CONAMA y la Ley 19.300 durante el periodo de Aylwin, así como los periodos de Frei y Lagos, recordados como unos gobiernos con muchos problemas en el ámbito energético: la crisis del gas con Argentina, las discusiones sobre proyectos emblemáticos y la molestía social frente a problemas de contaminación.

En vista de todos estos antecedentes los más radicales plantean que:

"Durante mucho tiempo la política energética chilena fue no tener política. Esto se prolongó hasta mediados de los 2000 y hoy parecíamos estar frente a una nueva involución en este campo" (Maldonado, 2012)

Figura 21: Resumen de los mayores hitos en materia Medio-ambiental y de Energía en Chile (1973-2013) **Fuente:** Elaboración propia

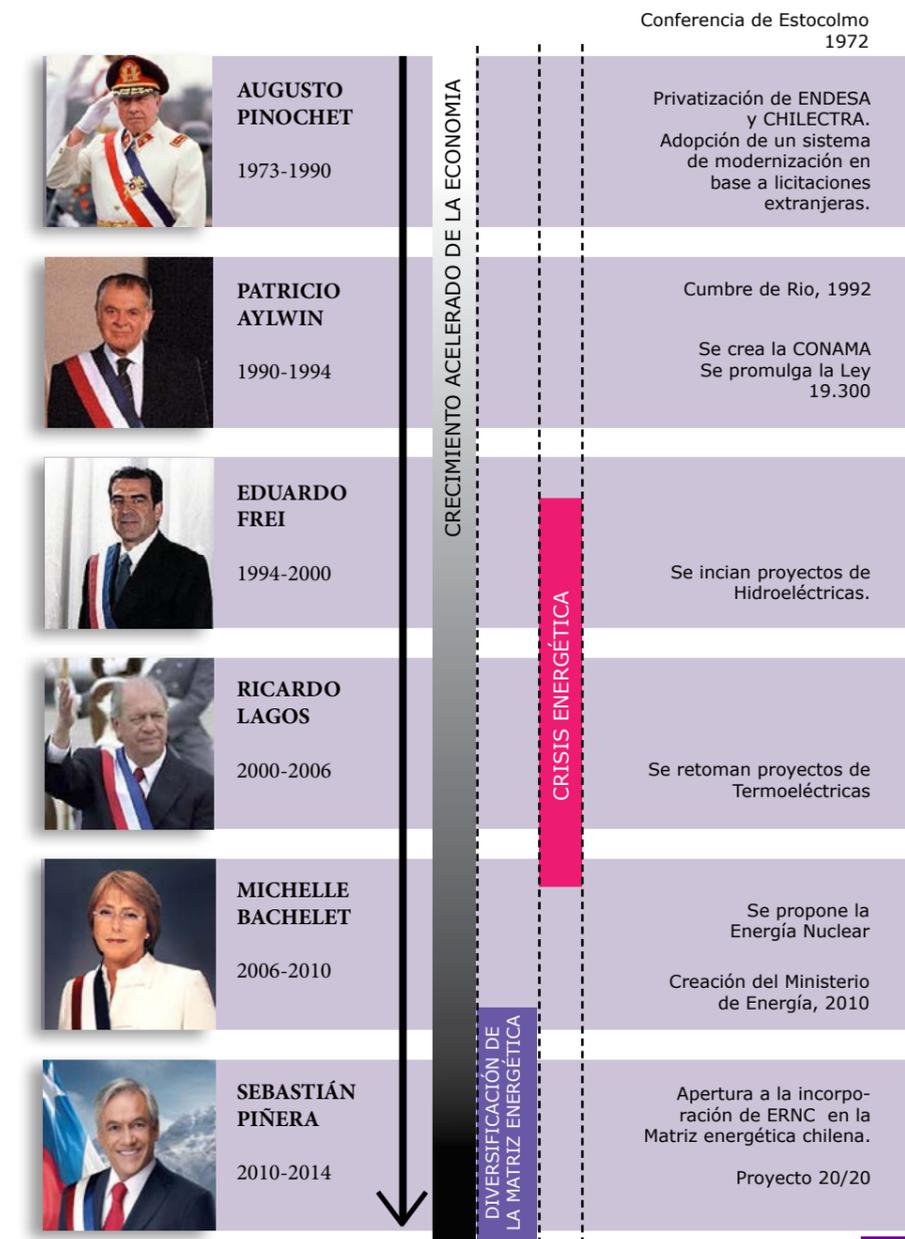


Figura 8

4.5 Resumen del Estado de las Artes²⁸

Periodo de fuertes avances en la Industrialización. Comienzan a ser notorios los problemas de Contaminación al Medio Ambiente

1850-1914

CONTEXTO INTERNACIONAL



- Creación de la ONU

Se crean tratados para la protección de la Flora y Fauna

1945

Conferencia de la ONU en Nueva York. Participan representantes de más de 50 países. Se reafirma la misión Medioambiental de la ONU

1949



Convención Internacional para la prevención de la contaminación por petróleo en el mar

1954

Tratado de Prohibición de Ensayos nucleares

1963



Conferencia de Estocolmo Ubicó el tema del medio ambiente en la agenda global y abrió el debate acerca de sus componentes y variables.

Se enfatiza el "PRINCIPIO 21"

Se crea la Unep: Programa de la ONU para el Medio Ambiente.

1972

1971 Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de la Vida Acuática, (Ramsar)

1973 Golpe Militar

1970 Chile empieza a vivir cambios en su economía, abriéndose hacia los mercados externos.

Se suscribe el Protocolo de Montreal que marcó la iniciación de la construcción de un nuevo tipo de convención global, que determinó los compromisos y modalidades para detener la emisión de las sustancias que deterioran la capa de Ozono.

1987

1979 -Convención sobre Lluvia Acida, -Convención sobre la Conservación de Especies Animales Migratorias, CMS

1985

Se modifica la Constitución Política y se añade el artículo 19, inciso 8° en donde se reconoce por primera vez el derecho de las personas de vivir en un medio ambiente "limpio y libre de contaminación"

1989 Convención sobre el Control del Transporte Transfronterizo y Disposición de Desechos Peligrosos (Basilea)

1990

-En Junio de 1990 se crea la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la COREMA (escala regional)

Se adopta la Agenda 21 y aparece el concepto de "Desarrollo Sustentable"

Cumbre de Rio

1992

Se presenta el Proyecto de Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.

1994

Se promulga la Ley N°19.300

Comienza a operar el SEIA (Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental)

1997

Se modifica la Ley N°19.300 por la Ley 20.173

2000

Se crea el Ministerio del Medio Ambiente

2007

Se crea el Ministerio de Energía

2010

CRECE LA PREOCUPACIÓN POR LA CONTAMINACIÓN CAUSADA POR EL DESARROLLO ECONÓMICO

ENTRE EL PERIODO DE LOS AÑOS 80'S Y 90'S CHILE DEPENDIÓ DE UNA SOLA MATRIZ ENERGÉTICA, LO QUE TRAJÓ COMO CONSECUENCIA PERIODOS FUERTES DE CRISIS

COMIENZA A CONSTRUIRSE UNA POLÍTICA ENERGÉTICA HACIA LA DIVERSIFICACIÓN DE LA MATRIZ HACIA LAS ERNC.

²⁸Línea de tiempo: Resumen del Marco Teórico y Contextualización Fuente: Elaboración propia

4.6 Conceptos

Si bien esta tesis se enmarca dentro de una línea investigativa clara: "Estudio del Potencial Solar en Tejidos Urbanos, EPSTU", es importante especificar la escala en el cual se basará esta investigación: -Vivienda social y su entorno inmediato.-

Ya hemos hablado del problema energético a nivel global, sin embargo he querido enfocarme en el impacto a escala local y puntual en donde han repercutido los conflictos sobre los cuales esta inmersa nuestra sociedad. De hecho es aún mayor el impacto cuando se llevan estos conceptos a la realidad y uno puede ver de que manera el "desarrollo sustentable" aún es lejano para un sinnúmero de familias en nuestro país que día a día debe pagar las consecuencias de una política energética de mercado que sólo beneficia a unos pocos.

4.6.1 Matriz Energética

Antes de adentrarme en la tesis propiamente tal quisiera definir algunos conceptos que se utilizarán en el proceso de investigación y a lo largo de todo este proyecto. En primer lugar hay que entender que la "matriz energética" se refiere a una representación cuantitativa de toda la energía disponible, en un determinado territorio, región, país, o continente para ser utilizada en los diversos procesos productivos. Anteriormente se utilizó el concepto de OTEP (Oferta Total de Energía Primaria), usada por ejemplo por la CEPAL²⁹.

²⁹Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

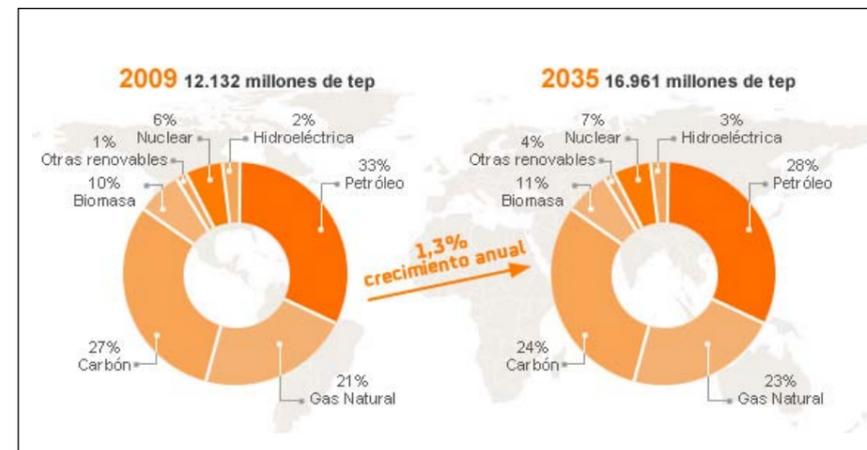


Figura 22: Perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de energía primaria. **Fuente:** (World Energy Outlook 2011)

Como muestra la fig.22, a escala mundial, los hidrocarburos aportan más del 50% de la energía primaria consumida. Particularmente, el 33% del consumo energético primario global proviene del petróleo, siendo así la fuente energética más utilizada y por la cual además la historia registra importantes conflictos bélicos.

Algunos datos relevantes de esta misma gráfica es por ejemplo el mínimo crecimiento que se proyecta de las ERNC (de un 1% a un 4% al 2035).

Lo que a nosotros nos interesa conocer para efectos de esta investigación es la Energía Solar (ES), y por ende nos centraremos en los aspectos que influyen directamente a esta materia.

Como ya mencionamos anteriormente, en Chile la ES aún está en etapa de investigación y experimentación, no obstante es importante resaltar un detalle: Los mayores avances en esta materia yacen en la ES por medio de tecnologías en el ámbito fotovoltaico (sistemas activos). Por esta misma razón esta tesis lo que pretende es poner en valor el potencial solar no tan sólo como un mecanismo activo sino que también aplicado como un sistema pasivo de calefacción e iluminación.

4.6.2 Acceso Solar

Si bien sabemos que Chile es el país que más radiación solar recibe a nivel mundial cada año, la matriz energética no grafica esta afirmación. Esto pareciera ser un dato erróneo, sin embargo es una muestra del desaprovechamiento que se tiene actualmente de este recurso. Además de esto, la densificación que las zonas urbanas han experimentado en los últimos años a causa de la demanda inmobiliaria³⁰ ha afectado en gran medida las horas de asoleamiento que antes tenían las viviendas sobre todo en los barrios residenciales de baja altura de edificación. Además a esto debe sumarse el sinnúmero de ampliaciones fuera de norma que la gente realiza sin previa autorización municipal, esto motivado principalmente por la necesidad de espacio. Es evidente que estas intervenciones en primer lugar afectan la estética del conjunto, como se muestra en la fig.23, sin embargo el impacto va mucho más allá de este

³⁰En Chile la oferta ha aumentado bastante y aun así, no satisface la demanda existente. De hecho, en la década de los ochenta el promedio anual de viviendas autorizadas para construcción por el Estado fue de 54.529. En cambio, entre los años 2000 y 2010 se autorizó un promedio anual de 131.903 unidades. Es decir, un 142% de incremento. (Fernández Mont 2012)

problema "visual": los volúmenes que se adhieren rompen la envolvente térmica (se abren espacios y de paso se crean puentes de pérdidas de calor), en la mayoría de los casos el interior queda en penumbra y por último los nuevos volúmenes actúan como obstrucciones de sol a las viviendas contiguas, no respetando el asoleamiento.

Sin hacer un gran experimento es muy fácil darse cuenta de la gran importancia que tiene la energía solar para el quehacer diario de cualquier persona ya sea en sus actividades cotidianas



Figura 23: Ejemplos de ampliaciones irregulares. **Fuente:** Adherencias Habitacionales, disponible en: http://region-m.blogspot.com/2009_09_01_archive.html

como en la habitabilidad de los espacios urbanos y en la arquitectura propiamente tal.

En los edificios por ejemplo, el sol puede cumplir un rol fundamental en el ahorro energético así como en una vivienda bien orientada puede reducir los costos de otros recursos a través de la captación de energía fotovoltaica.

Lamentablemente en muchos lugares estos beneficios aún son desconocidos, incluso, un número importante de personas ni siquiera conoce el concepto del "derecho al acceso solar".

"El derecho al acceso solar es un mecanismo legal que tiene más de 30 años, pues data desde 1978 en California; el cual ha ido evolucionando y expandiéndose a otros estados norteamericanos y países tales como Australia, Israel y otros".
(Cárdenas L.A., 2012)

En Chile la normativa urbanística vigente aún tiene muchos vacíos en el concepto de acceso solar. Contamos con una reglamentación térmica (RT) que está enfocada en no perder energía a través de un enfoque dirigido hacia a la proyección de envolventes térmicas adecuadas a la zona térmica en la cual se encuentre la vivienda (Cárdenas 2012), en vez de ocuparse en ganar calor y luz desde el exterior. Por otro lado tenemos una Ordenanza General de Urbanismo y Construcción y una Ley General de Urbanismo y Construcción que están enfocados principalmente en intereses estéticos y económicos (a través de las rasantes y el estudio de sombras del volumen teórico). Lo más grave de esta situación es que en muchos municipios estos principios normativos sólo se quedan en el papel: muy pocos cumplen la ley.

Para muestra de las afirmaciones que se acaban de hacer esta investigación se llevó a cabo en un sector que representa un número importante de barrios consolidados en Chile, que prácticamente quienes los proyectaron cumplieron un rol al momento de diseñar pero con el paso del tiempo abandonaron dichos conjuntos y muy poco se hizo con el fin de orientar a los habitantes sobre cual era la mejor forma de proyectar las ampliaciones, que en la mayoría de los casos no se pudieron evitar por la necesidad de espacio. De aquí mismo se desprenden dos críticas importantes sobre las cuales se plantea esta tesis:

1-la actual normativa vigente no beneficia la eficiencia energética ya que no existe un respaldo en el enfoque que actualmente ésta tiene: "no perder, en lugar de ganar".

2-las ampliaciones y/o intervenciones en los proyectos de arquitectura seguirán perjudicando a los propietarios mientras éstos no sean guiados ni orientados para no cometer errores en materia de habitabilidad y ahorro energético. De aquí una visión personal es que en el ámbito de vivienda social **"el arquitecto no debería abandonar jamás un proyecto sino que más bien debería hacerse responsable de orientar a los usuarios de las modificaciones que tarde o temprano éstos llevarán a cabo en vista de la necesidad de ampliarse (reconozcamos que desde el inicio los m² que se ofrecen no satisfacen las necesidades de las familias)"**.

Si a estos consejos que el arquitecto le ofreciera a una familia se le sumara un proyecto que desde su génesis estuviese enfocado en la -Eficiencia Energética- con conjuntos bien orientados que asuman las ampliaciones desde el principio, la historia sería diferente.

4.6.3 Reglamentación térmica

La Reglamentación térmica (RT) de viviendas anteriormente mencionada está vigente en Chile desde el año 2000, cuando se incorporó oficialmente a la OGUC (OGUC Art. 4.1.10). Lo primero que se llevó a cabo fue definir las exigencias de transmitancia térmica máxima (o resistencia térmica total mínima) para la techumbre de viviendas, disminuyendo en forma significativa las pérdidas de calor a través de este elemento de la envolvente. Con esto se mejoró considerablemente el comportamiento térmico de las viviendas, en especial en períodos de invierno, con alto impacto en la vivienda social y sus ocupantes.

A partir del 2007, se establecen exigencias para limitar las pérdidas de calor a través de muros, pisos ventilados y a través de ventanas. En el caso de éstas, se restringe su tamaño en función de su transmitancia térmica (fig.24).

Zonificación Térmica

El resultado final de la RT fue la clasificación del territorio nacional en 7 zonas térmicas (fig.25), las cuales se definieron en base al criterio de "Grados día de calefacción anuales", estimados en base a información meteorológica de larga data.

El concepto de grado día está directamente relacionado a las demandas de energía que la vivienda requiere para lograr el confort térmico interior base, considerando como base de temperatura interior 15°C, asumiendo que lo que resta para alcanzar el confort de 18° a 20° es aportado por las ganancias internas³¹.

Fig.24: EXIGENCIAS TÉRMICAS A ELEMENTOS ENVOLVENTES DE LA VIVIENDA CONTENIDAS EN LA REGLAMENTACIÓN TÉRMICA (RT).

ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS		VIDRIO MONOLÍTICO	VENTANAS % Máximo de ventanas respecto a parámetros verticales de la envolvente	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt		DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO	U <= 2,4 W/m²K
	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W			
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28	50%	60%	80%
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15	40%	60%	80%
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43	25%	60%	80%
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67	21%	60%	75%
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00	18%	51%	70%
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56	14%	37%	55%
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13	12%	26%	37%

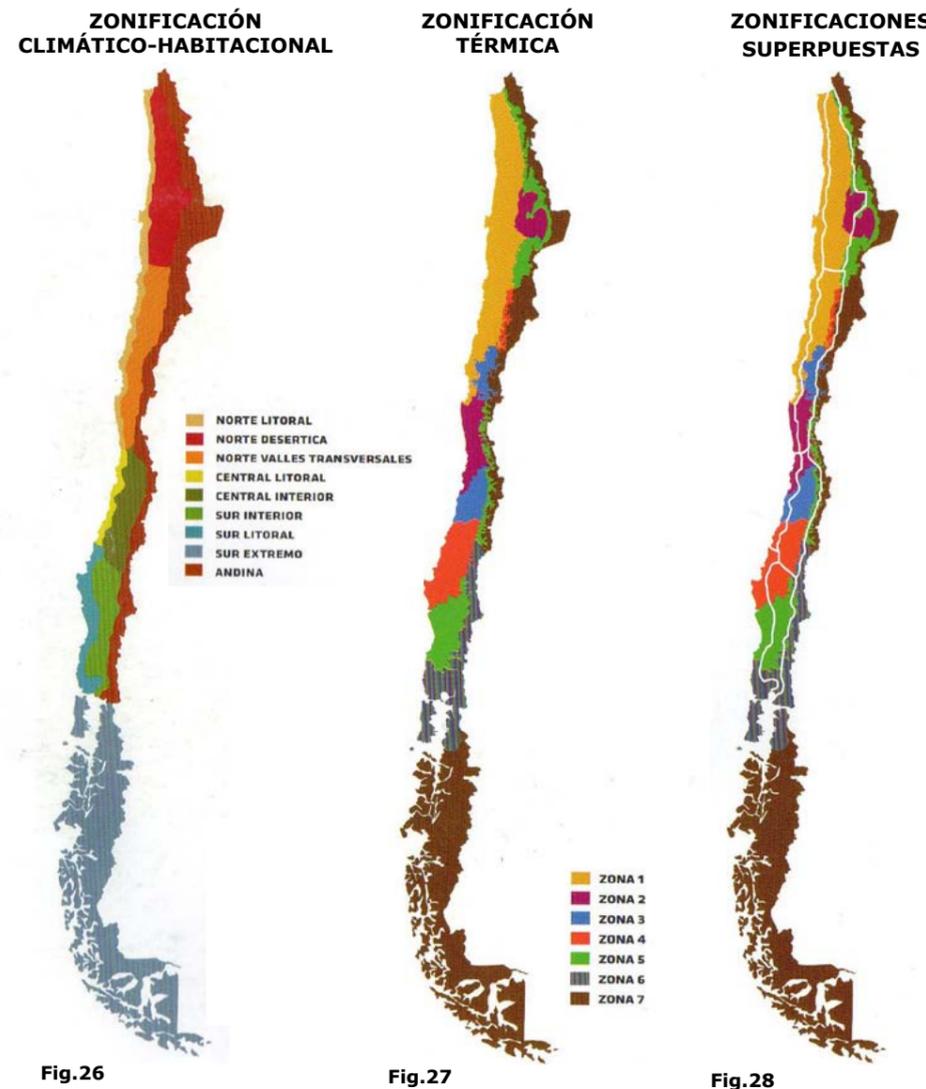
Fuente: Elaboración propia en base a Artículo 4.1.10 de la OGUC.

Fig.25: GRADOS DÍAS ANUALES POR ZONA TÉRMICA

ZONA TÉRMICA	GRADO DÍA (Anual base 15°)
1	≤ 500
2	> 500 - ≤ 750
3	>750 - ≤ 1000
4	>1000 - ≤1250
5	> 1250 - ≤ 1500
6	>1500 - ≤ 2000
7	> 2000

Fuente: www.mart.cl (Manual de aplicación Reglamentación térmica, MINVU)

³¹ Se entiende por ganancias internas las personas, electrodomésticos, iluminación artificial y todos aquellos elementos que sumen calor al interior de una vivienda (Bustamante W., 2009)



Zonas térmicas y Zonas Climáticas

Como muestra la fig.26 y la fig.27, la zonificación térmica no está determinada por la zonificación climático habitacional determinada por la NCh1079 del año 2008. Por esta razón, y como se muestra en la fig.28, cada región de Chile puede contar con diferentes zonas térmicas de la Reglamentación Térmica (Rt).

Para efectos de esta tesis, se trabajará en la RM de Santiago, en la Comuna El Bosque, la cual se ubica dentro de la Zona Climática -Central Interior³²- y en la zona 3 de la Reglamentación térmica.

Por último, es importante considerar que la zonificación térmica se define en base a una sola variable meteorológica (GD de calefacción) asociados a las temperaturas de invierno (fig.29), no se debe confundir con la zonificación climático habitacional de la Norma Oficial -NCh 1079- que incluye variables tales como la nubosidad, la radiación solar, horas sol diarias, intensidad y dirección del viento, precipitaciones, vegetación y humedad (INN 1977).

Figura 26: Mapa de Zonificación climático habitacional de la NCh1079-2008 Fuente: (Bustamante 2009) basado en: NCh1079-2008)

Figura 27: Mapa de Zonificación térmica Fuente: (Bustamante 2009) basado en: www.mart.cl

Figura 28: Mapa de Zonificación térmica (en colores) y límites de la zonificación climático-habitacional de la NCh1079. Fuente: (Bustamante 2009) según: NCh1079 y www.mart.cl

³² La zona Central Interior corresponde al Valle Central comprendido entre la zona del "Norte Litoral" y la precordillera de Los Andes por bajo los 1000mts. Por el Norte comienza con el Valle del Aconcagua y por el Sur llega hasta el Valle del Bio Bio excluido. (Ministerio de Obras Públicas 2011: Pág.6)

4.6.4 Confort ambiental.

Cada uno de estos conceptos anteriormente mencionados pretenden algo en común: conseguir el confort ambiental al interior de las viviendas, el cual se puede definir de la manera más sencilla como -el rango de las condiciones del entorno consideradas aceptables dentro de un espacio en las que el ser humano puede desarrollar sus actividades diarias-. En el caso contrario, si el ser humano se siente incomodo o peor aún, si este siente molestia, ya sea por el sofocamiento, frio, ruidos, olores desagradables o falta de iluminación, significa que esta en ausencia de confort.

Para mi caso, una de las hipótesis de esta tesis está relacionada directamente al concepto de "Confort térmico", basado en los principios que plantean Givoni (espacio interior) y Olgay (espacio exterior).

Dependiendo de las variables que conforman el confort ambiental este se puede dividir en Confort higrotérmico, lumínico, acústico y de la calidad del aire, como se muestra en la fig.30.

Olgay plantea que es imposible definir una evaluación precisa sobre cuales son las medidas mínimas y máximas exactas para establecer una Zona de Confort:

"considerando la gama de observaciones y opiniones, no existe un criterio único..., (...) Quizá podría definirse en negativo, es decir, como la zona en la cual no se produce un sentimiento de incomodidad". (Olgay, 1963: Pág. 18)

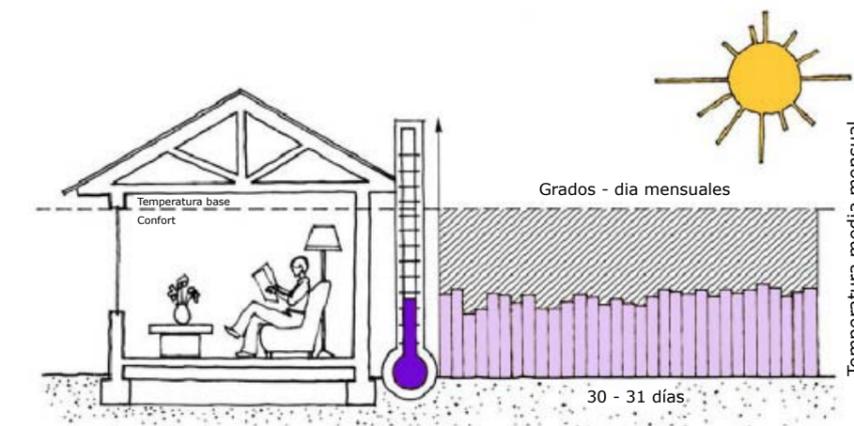


Figura 29: Explicación del Concepto de GRADOS-DIA Fuente: (Bustamante W., 2009)

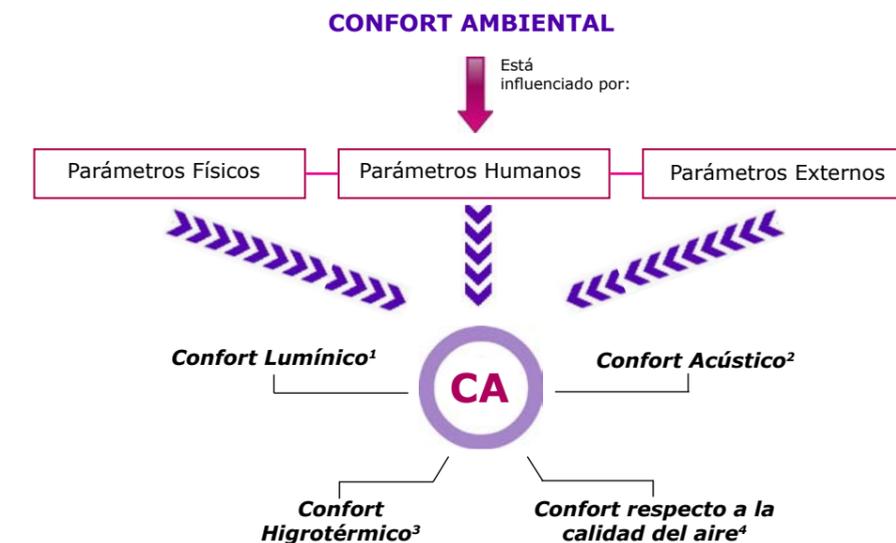


Figura 30: Estructura del Confort ambiental. Fuente: Elaboración propia en base a la clasificación que plantea Bustamante, 2009

4.6.5 Variables de medición:

En lo que respecta al medio ambiente, se tienen las siguientes variables como las más importantes para analizar un espacio:

-*Temperatura del aire del recinto:* Actúa directamente en la potencia (cantidad de intercambio de calor por unidad de tiempo) de intercambio de calor por convección. Según Givoni, los rangos de las zonas de confort para invierno se define entre los 18°C y los 23°C y para el verano, entre los 21°C y 26°C (fig.31).

-*Temperatura superficial interior de la envolvente:* A partir de la temperatura de la superficie de las paredes, el cielo, las ventanas y el piso, se define la temperatura radiante (Tr), la cual es el promedio de la sumatoria de las temperaturas de las distintas superficies del recinto, ponderada por el ángulo sólido generado entre el punto que representa el cuerpo humano y la respectiva superficie. Esta temperatura (Tr) es la que representa la potencia de intercambio (por radiación) entre el cuerpo humano y las superficies del recinto.

"En la fig.32, la persona que forma el ángulo sólido a1 con la ventana, intercambia más calor con ésta que la persona que forma un ángulo sólido a2 con la misma ventana, pues este ángulo es más pequeño que el anterior. Si la ventana se ubica en la parte inferior (fría) o superior (caliente), la persona de la derecha sufrirá con mayor intensidad el efecto de la pared, de acuerdo a su temperatura". (Bustamante W., 2009)

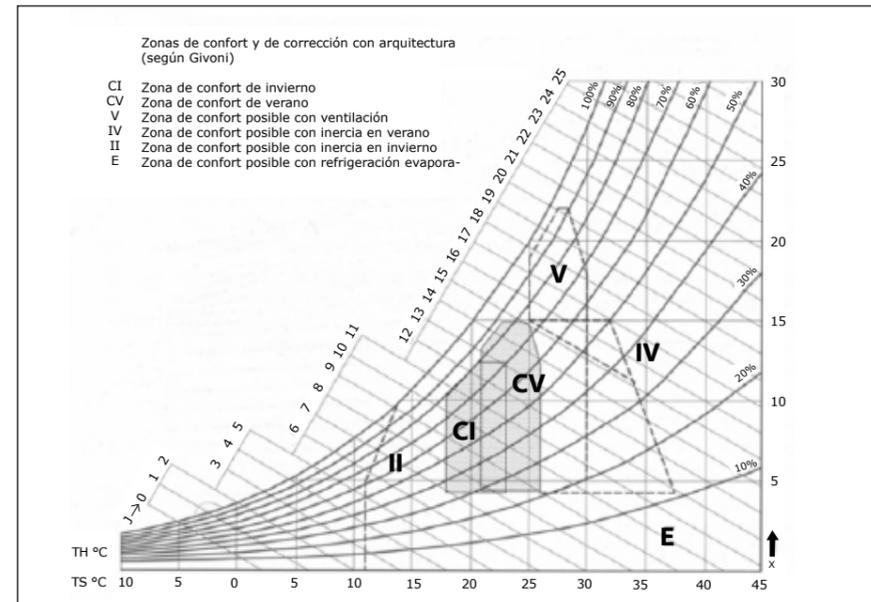


Figura 31: Diagrama Psicométrico de Givoni, en donde además de mostrar las zonas de Confort se observan las zonas que pueden corregirse con la aplicación de algunos principios térmicos. Fuente: (Serra y Coch, 1995: Pág.88)

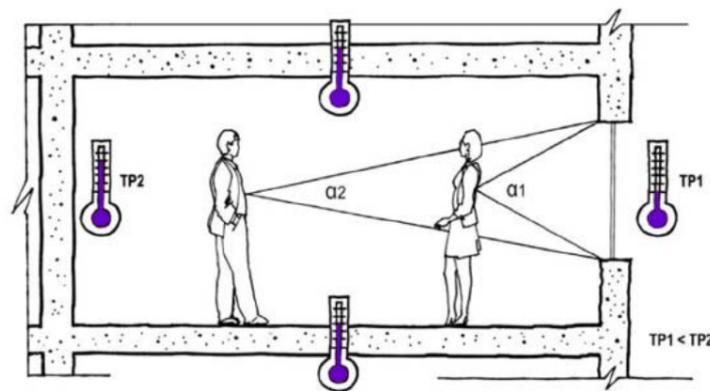


Figura 32: Efecto de la T° superficial interior de la envolvente de un recinto. Fuente: (Lavigne, 2003)

Confort Higrotérmico:

El confort higrotérmico se define como aquel estado en que las personas expresan satisfacción con el ambiente que lo rodea, medido por una serie de parámetros y en los cuales también actúan la vestimenta (reduciendo el intercambio de calor) y el metabolismo (aumentando o disminuyendo la temperatura según la actividad física que se desarrolle).

En la fig.33 podemos ver las diferentes aportaciones calóricas que emite el cuerpo a su entorno de acuerdo a la actividad que realiza.

"Cualquier actividad que realice el cuerpo humano requiere el aporte de energía. De la energía que se moviliza solo una pequeña parte es invertida en la realización del trabajo, en tanto que el resto se transforma en calor" (Hernández C., A., 2008: Pág.1)

El cuerpo humano interactúa durante todo el tiempo con las variables ya mencionadas anteriormente, absorbiendo y transmitiendo calor a su entorno. La finalidad de este intercambio es lograr el equilibrio térmico³³. La mayor parte del tiempo el cuerpo se encuentra a una temperatura superior a la del aire ambiente y que la de la superficie de las paredes del recinto en donde está. Los principios que producen este intercambio son la convección (Cv), conducción (Cd), radiación (r), evaporación sin sudor a nivel de la piel (Hp) y por medio de vías respiratorias (Hv)). Si este intercambio no es suficiente basta para el confort aparece la evaporación de sudor en la piel (fig.34).

³³Se estima que el cuerpo humano pierde 2/5 partes de su calor a través de la radiación, 2/5 partes por convección y 1/5 parte por evaporación; sin embargo, estas proporciones pueden cambiar si se producen variaciones en las condiciones térmicas (Olgay, 1963: Pág.16).

ACTIVIDAD	WATTS
DORMIR	≈ 100
TRABAJO LIVIANO	≈ 140
CAMINAR	≈ 200
ESFUERZO FÍSICO LIGERO	≈ 200
ESFUERZO FÍSICO INTENSO (JUGAR)	Máx. 1000

Figura 33: Variación en la actividad física de las personas afecta el intercambio de calor Fuente: (BUSTAMANTE, W., 2009)

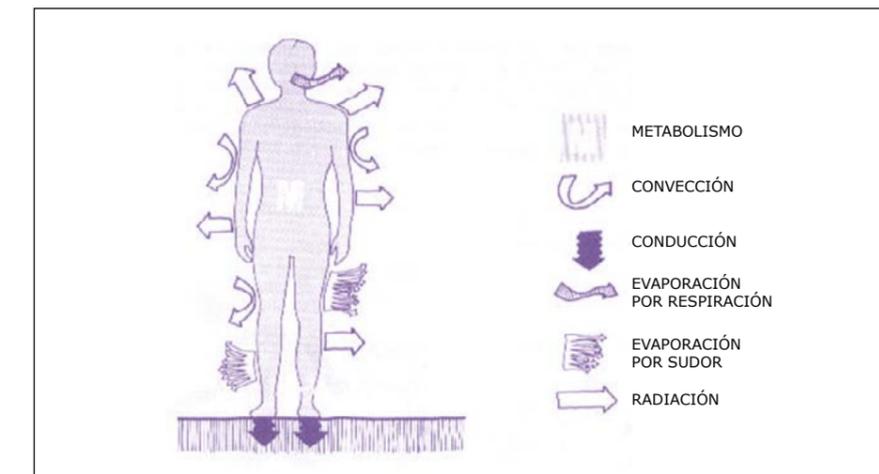


Figura 34: Interacción del Cuerpo humano con su entorno. Fuente: [online] <http://clgchalets.com/bio8.htm>

Es importante mencionar que la vestimenta es un factor que no pasa por alto a la hora de determinar el intercambio de temperatura entre el cuerpo y en entorno.

La función principal de la ropa es proporcionar un determinado nivel de aislamiento, controlando los intercambios de calor y vapor del cuerpo humano. (Castejón, E., 1996: Pág.2)

Las características térmicas del vestido se miden en la unidad denominada "clo"³⁴ (del inglés clothing, vestido), equivalente a una resistencia térmica de 0,18 m² hr °C/Kcal. En la fig.35 se indican los valores para los tipos de vestimenta más usuales.

Mirado entonces desde una perspectiva física podríamos afirmar que el cuerpo humano está continuamente absorbiendo e irradiando calor con la finalidad de conseguir el equilibrio biológico necesario para estar en un estado de confort. La fig.36 nos muestra una síntesis de los elementos físicos que inciden en la habitabilidad del hombre, dentro de los cuales se encuentran los parámetros ya mencionados anteriormente tales como el clima y otros factores como el confort acústico, lumínico, y espacial, además de una serie de factores psicológicos y físicos que Olgyay y otros autores plantean que son de gran importancia para definir una zona de confort.

Tipo de Vestimenta	Clo
Desnudo	0
Ligero (similar a ropa de verano)	0,5
Medio (Traje Completo)	1
Pesado (uniforme militar de invierno)	1,5

Figura 35: Valores de aislamiento de la ropa en Clo. Fuente: Elaboración propia, según INSHT-NTP74³⁵.



Figura 36: El hombre como medida central en la Arquitectura. Fuente: (Olgyay, 1963: Pág.14)

Velocidad del aire:

Respecto a la velocidad del aire, mientras ésta es mayor, la evaporación es más alta y por ende en verano actúa sobre la evaporación de sudor, además de evitar líquido sobre la piel. En invierno, es recomendable evitar una alta velocidad de aire.

Los valores máximos de velocidad recomendados se encuentran entre 0 y 1 m/s. (Bustamante, W., 2009: Pág.39).

Humedad Relativa (hr) del aire:

Actúa sobre la posibilidad de intercambiar calor por evaporación de sudor (fig.37). Mientras menor es la hr, la evaporación es más fácil y no se forma una capa líquida de sudor molesto. Los rangos aceptables de confort se encuentran entre un 20% y un 75%. (Bustamante, W., 2009: Pág.39), definidos por el mínimo % de humedad para evitar la desecación bucal y de la faringe y un máximo con el que se evita la condensación sobre aquellos elementos más fríos que se encuentran en el ambiente.

Esta tesis trabajará con los conceptos de Temperatura del aire³⁶, humedad relativa³⁷ y luminancia³⁸ al interior de los recintos.

Para efecto de las hipótesis de desarrollarán estos conceptos a lo largo de la investigación, girando alrededor del eje temático de "Eficiencia Energética", principalmente el item de desarrollo de la Energía Solar.

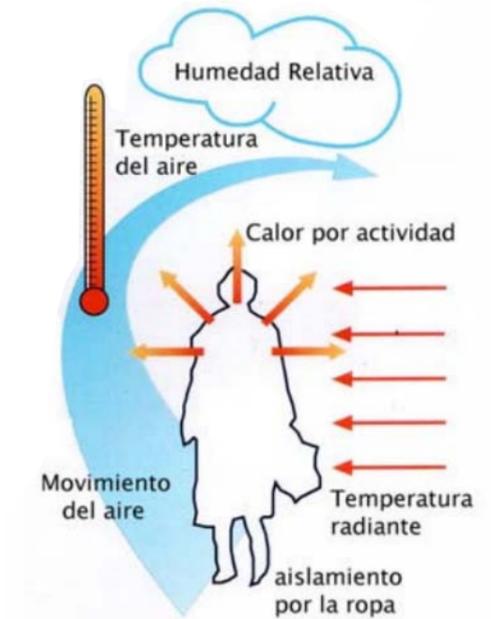


Figura 37: Principales Factores y parámetros que afectan el confort térmico. Fuente: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6113/02PARTE1.pdf?sequence=4>

³⁴El valor de un Clo equivale al aislamiento que proporciona la ropa normal de un hombre manteniendo el confort a una T° exterior de 21,1°C sin movimiento de aire, con una humedad relativa menor del 50% y sin demasiada actividad física (Olgyay, 1963: Pág.19)

³⁵Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Notas técnicas de Protección 74, España.

³⁶ Sub-Hipotesis 01

³⁷ Sub-Hipotesis 02

³⁸ Sub-Hipotesis 03

Confort lumínico:

Se está en presencia del confort lumínico cuando es posible ver los objetos dentro de un recinto sin provocar molestia o cansancio en un ambiente de colores agradables para el ser humano.

Para esto es recomendable la iluminación natural, ya sea por la calidad de la luz propiamente tal, como por el ahorro energético que la persona logra conseguir (excelente iluminación al menor costo). En otros términos, la iluminación natural es apropiada tanto psicológica como fisiológicamente, pero en ausencia de ésta a partir de ciertas horas del día, se hace necesario un aporte complementario o permanente de luz artificial, elevando al paso los costos monetarios por la falta de eficiencia energética.

Para efectos de esta investigación lo que se pretende medir es justamente el impacto en la calidad de vida de las personas que las diferentes alteraciones han provocado sobre el confort lumínico, y de que manera éste se ha visto afectado con la presencia de elementos que antes no estaban.

En la fig.38 (De Herde, 2005) nos muestra algunos tipos de actividad y la cantidad de lux que estas requieren para su realización en un estado de confort, sin que el ser humano sienta incomodidad o cansancio al realizar estas actividades. Estas mediciones ya están establecidas por estándares internacionales.

"En vivienda social, las ampliaciones proyectadas o espontáneas pueden llegar a provocar problemas serios en recintos que pueden quedar con insuficiente acceso a la luz natural". (Bustamante W., 2009)

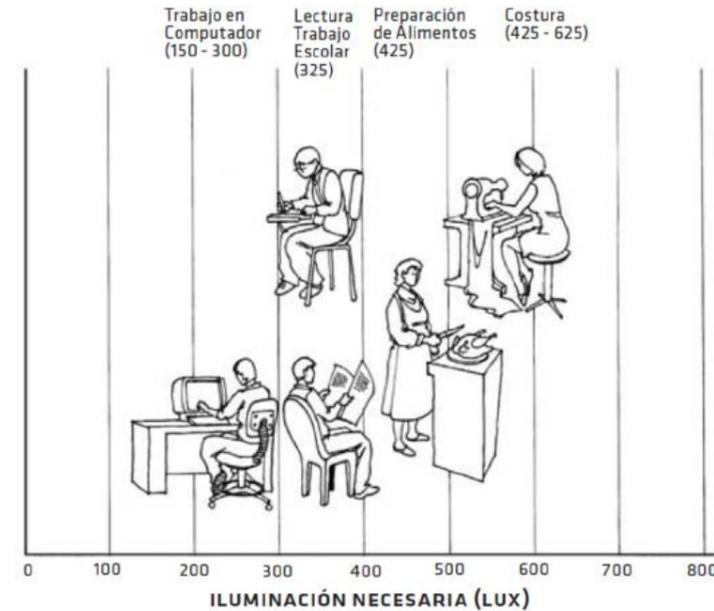


Figura 38: Confort lumínico de acuerdo al tipo de actividad que se realiza.
Fuente: (De Herde, A., 2005)

Un estudio realizado por la Universidad de Chile³⁹ reveló que sólo un 10% de la superficie de ventanas respecto del área del recinto en viviendas sociales alcanzaron niveles adecuados de iluminación. Este estudio se llevó a cabo en Valparaíso, San Felipe y Santiago.

³⁹El estudio fue llevado a cabo por la Universidad de Chile el año 2004. Los resultados sirvieron para la creación de la "Guía de Diseño para un habitar residencial Sustentable"

4.6.6 Diagramas de Confort:

Una de las principales herramientas empleadas en los estudios bioclimáticos son los diagramas bioclimáticos (o diagramas de confort), útiles para evaluar el efecto combinado de los todos los factores ambientales sobre las respuestas fisiológicas y sensoriales del cuerpo humano que ya se mencionaron anteriormente. Son diagramas psicrométricos que relacionan temperatura y humedad sobre los que se establecen las condiciones de confort térmico. Los más usados actualmente son el de Olgay y el de Givoni.

Diagrama de Olgay

El Climograma o Carta bioclimática de Olgay (fig.39) es un diagrama en el cual se representa la humedad relativa en el eje de las abscisas y en el de ordenadas la temperatura, estableciendo éstos parámetros como condiciones básicas que afectan a la temperatura sensible del cuerpo humano.

En medio de la carta se puede observar la zona de confort de verano, dividida en dos franjas, la deseable y la factible. La de invierno se encuentra un poco más abajo (Olgay, 1963: Pág.22).

La zona de confort señalada en el diagrama es aquella en la que, a la sombra, con ropa ligera y con baja actividad muscular se tiene sensación térmica agradable. Por otro lado es importante mencionar que la carta de Olgay está diseñada para condiciones de exterior y no tiene en cuenta los efectos del edificio y las variaciones que éste produce en las condiciones temperatura-humedad interiores (ATECOS, 2011).

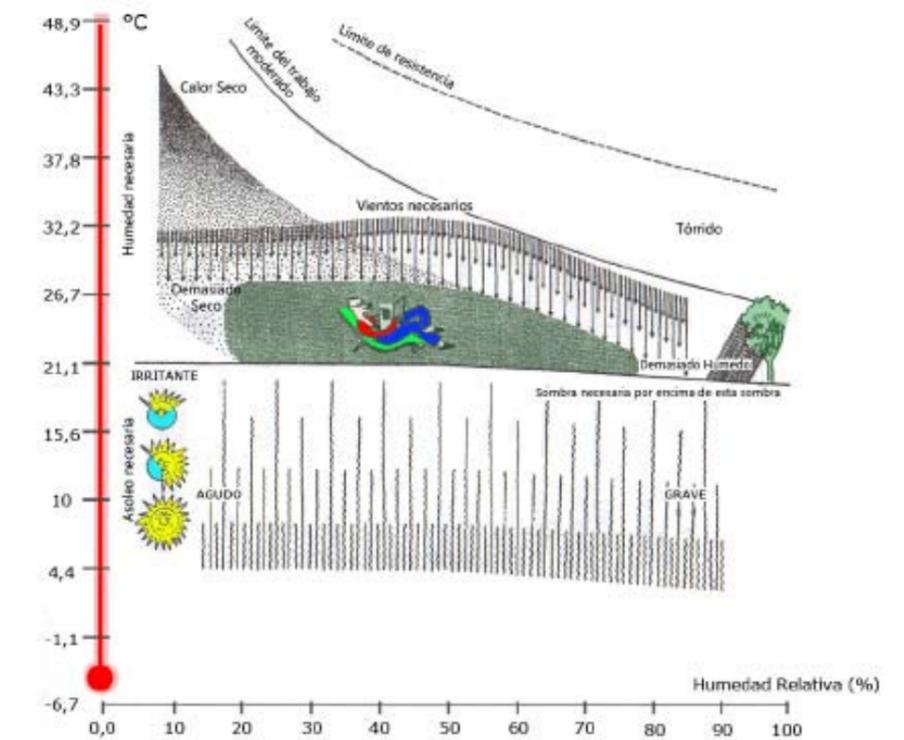


Figura 39: Gráfica de Victor Olgay
Fuente: (Serra y Coch, 1995: Pág.85)

Algunas consideraciones para entender la gráfica de Olgay⁴⁰:

- 1- Si el punto trasladado a la tabla cae dentro de la zona de confort nos sentiremos bien a la sombra.
- 2- Si el punto cae fuera de dicha zona necesitaremos aplicar medidas correctivas.
- 3- Si el punto se encuentra por encima del perímetro superior de la franja de confort significa que necesitamos viento.
- 4- Los puntos que se encuentran bajo la línea de sombra necesitarán radiación para contrarrestar las temperaturas secas tan bajas. Los índices de kcal necesarias para restituir la sensación de confort están expresados para el exterior solamente.
- 5- Los puntos que se encuentran por encima de la línea divisoria necesitan sombra.

Resulta una gráfica útil para estudiar la variación diaria o anual del clima típico de un emplazamiento, ya que se pueden representar las condiciones de éste sobre la gráfica. (Serra y Coch, 1995: Pág.85)

La fig.40 nos muestra gráficamente los factores que conforman la carta de Olgay.

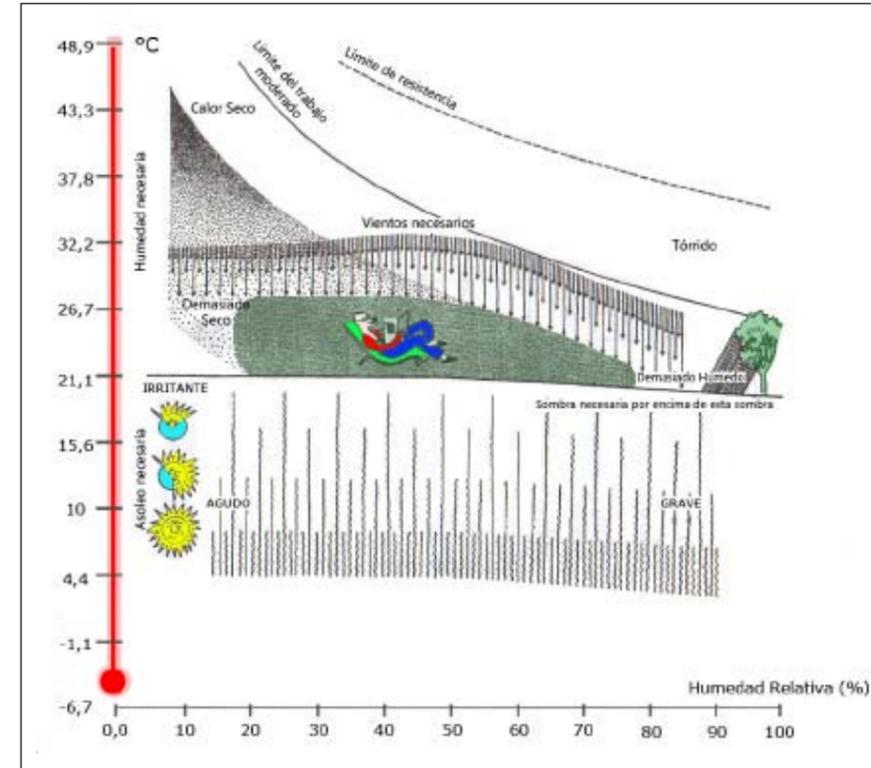


Figura 40: índice esquemático del bioclima
Fuente: (Olgay, 1963: Pág.23)

Diagrama de Givoni

La Carta Bioclimática de Givoni se basa en el Índice de Tensión Térmica (ITS) para delimitar la zona de bienestar, y su aplicación es muy adecuada en climas cálidos de las regiones áridas. Este método, a diferencia de la carta de Olgay, tiene en cuenta las características de la construcción como modificadoras de las condiciones del clima exterior (ATECOS, 2011).

Givoni determina las zonas de confort a partir de la temperatura y la humedad relativa del aire. Su modelo permite, mediante la inserción en el climograma de estos datos medios mensuales (T° y H_r), trazar las características bioclimáticas de un sitio en particular. Sin embargo lo más importante es, que de su interpretación, se sugieren estrategias de diseño con el cual resolver un proyecto edilicio a fin de mantenerlo en confort sin el uso de energías adicionales a la del sol, el viento, las temperaturas día - noche y la humedad ambiente.

En otras palabras se propone diseñar con las variables de la naturaleza propias del lugar (Eficiencia Energética). La fig.41 nos muestra como graficar en la carta psicrométrica los valores de Humedad y Temperatura según el diagrama propuesto por Givoni. Es importante observar que existe una zona de confort para velocidad del aire entre cero y 0,2m/s (zona $v=0$). En periodos calurosos el confort se puede establecer hasta una zona con velocidad del aire de 1m/s.

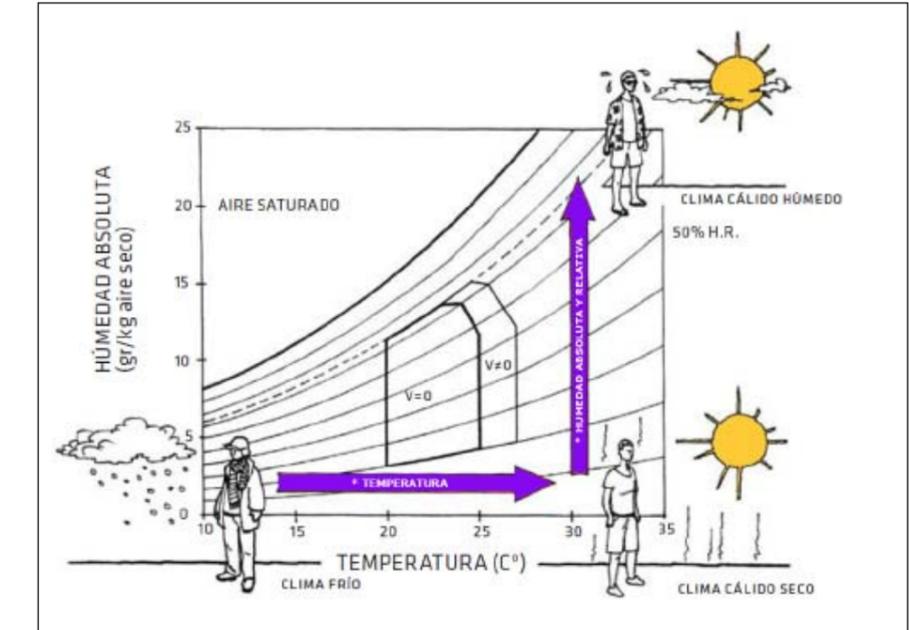


Figura 41: Diagrama de Confort según B. Givoni.
Fuente: Guía de diseño para la EE en la vivienda social. BUSTAMANTE, W. (2009), En una versión modificada del diagrama original de Givoni (1998)

⁴⁰Los puntos corresponden a un extracto del Capítulo II de Interpretación Bioclimática del Texto: Arquitectura y Clima de Olgay (1963).

En vista de todos estos antecedentes, es importante entender el proceso de adaptación que cada persona experimenta a lo largo de su vida en un lugar en particular, en esta búsqueda del confort ya sea térmico, lumínico, acústico, etc. Sin embargo no se puede pasar por alto el hecho de que algunas personas se "acostumbra" a vivir en un medio ambiente contaminado y peor aún, sufre las consecuencias de esto con el pasar de los años.

Es por esta razón que considero necesario que los arquitectos que se han especializado en arquitectura bioclimático puedan aportar estos conocimientos a nuevos proyectos o a programas de rehabilitación de ciertos barrios en deterioro, utilizando cada uno de estos principios y aquellos que seguirán apareciendo con el paso de los años.

En base a estos antecedentes se desarrollará la siguiente investigación, enfocada en el acceso solar desde un punto de vista crítico a las intervenciones que los propios habitantes han desarrollado sobre sus viviendas, aplicando experimentos empíricos y de análisis por medio de softwares de simulación.

Capítulo 5

-Presentación del Caso de Estudio-

5.1 Antecedentes del sitio a estudiar.

COMUNA EL BOSQUE (Ilustre Minicipalidad El Bosque 2011)

La comuna de El Bosque, está ubicada en el sector sur de la Región Metropolitana (fig.42), y es una de las 32 comunas que conforma la provincia de Santiago; la superficie territorial es de 14,2 Kms², con una población de 190 mil habitantes.

Sus límites son: al Norte, Avenida Lo Espejo y Calle Riquelme. Por el Sur, Camino Lo Blanco. Por el Este, las calles Nueva Oriente y San Francisco. Por el Oeste con Avenida José Miguel Prieto; Camino Lo Ochagavía y Avenida Las Américas.

El clima de la comuna corresponde a un clima mediterráneo semiárido, caracterizado por la presencia prolongada de una estación seca y una estación invernal que concentra las lluvias anuales, registrándose casi el 75% entre los meses de mayo y agosto. La temperatura media anual del área, en la que se circunscribe El Bosque, es de 15°C, fluctuando los promedio máximos y mínimos entre 22°C y 7°C en enero y julio respectivamente.(a)

Área de Estudio:

El área a estudiar es un sector perteneciente a la Población Oscar Bonilla, la cual se ubica entre los paraderos 37 y 36^{1/2} de Gran Avenida específicamente, siendo los límites del área los pasajes: Las Moras (norte), Los Plátanos (sur), Los Membrillos (poniente) y los Diamelos (poniente).

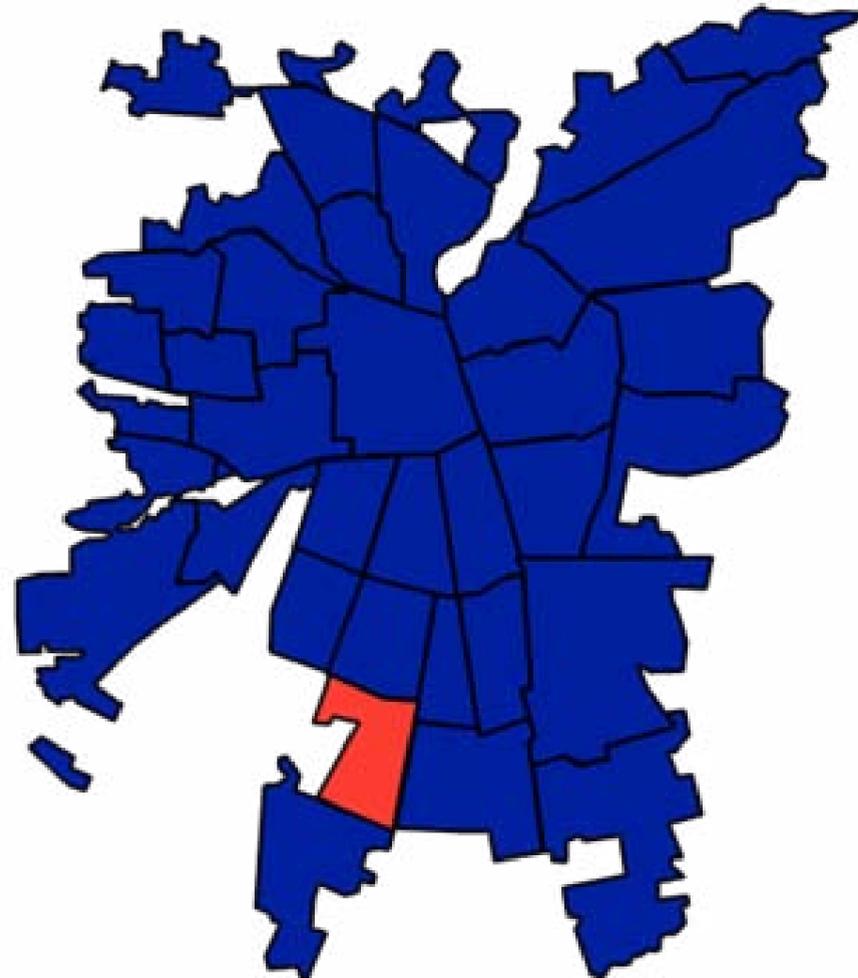


Figura 42: Mapa de Ubicación de la Comuna el Bosque
Fuente: <http://www.imelbosque.com/contenido/contenido.php?seccion=territorio>



Figura 43: Límites Administrativos de la Comuna el Bosque
Fuente: <http://www.imelbosque.cl/contenido/archivos/limites%20administrativos.jpg>

LÍMITE BARRIAL

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1-Villa Pinochet | 31-Lo Espina |
| 2-Villa Esperanza | 32-Luis Cristain Martinez |
| 3-El Almendro II | 33-Cóndores de Chile |
| 4-El Almendro I | 34-John Kennedy |
| 5-Valparaiso | 35-Santa Laura |
| 6-Rios de Chile | 36-Población O'Higgins |
| 7-María Luisa Bombal | 37-Paula Jaraquemada |
| 8-Cardenal Cassarolli | 38-San Andrés |
| 9-30 de Mayo | 39-Santa Cristina |
| 10-Marina de Gaete | 40-4 de Septiembre |
| 11-El Cardenal | 41-Lagos de Chile |
| 12-Valle del Sol | 42-Villa Santa María |
| 13-El tranque | 43-18 de Septiembre |
| 14-Santa Barbara | 44-El Esfuerzo |
| 15-Inés de Suarez | 45-Oscar Bonilla |
| 16-Villa El Bosque | 46-Carol Urzúa |
| 17-Los acacios | 47-Renacimiento Lo Blanco |
| 18-Santa Elena | 48-Villa Andina |
| 19-Los Sauces | 49-Las Industrias |
| 20-Villa Cisterna | 50-Villa Magisterio |
| 21-El Tattersal | 51-Villa San Bernardo |
| 22-Ministro Oscar Bonilla | 52-Santa Emma |
| 23-El Observatorio | 53-Las Américas. |
| 24-Guatemala | |
| 25-Eduardo Frei M. | |
| 26-Villa E.T.C | |

La fig.43 nos muestra la población en la cual se encuentra la cuadra dónde se llevará a cabo la investigación. Ésta cuadra ubica dentro de la Población Oscar Bonilla (n°45 de la división administrativa de la comuna), a la altura del paradero 37 de Gran Avenida.

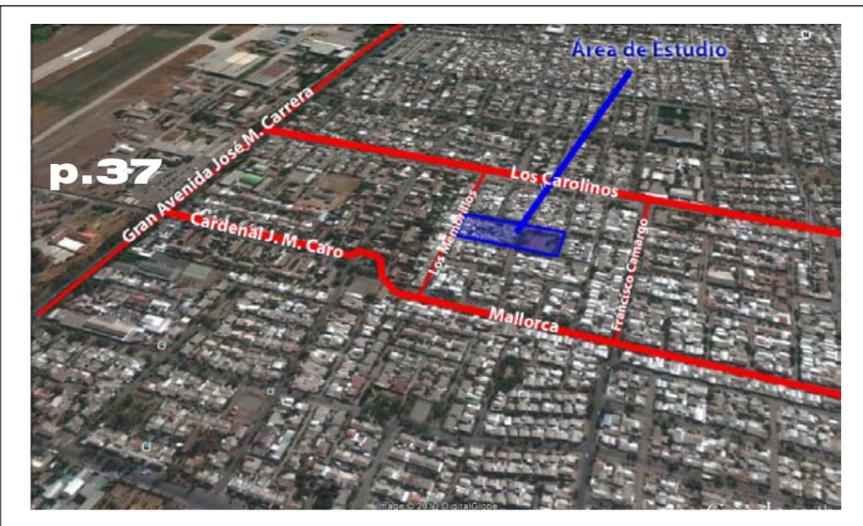


Figura 44: -Ubicación del área de estudio
Fuente: Elaboración Propia, de Google earth



Figura 45: Aproximación al área de estudio (Límites de la muestra)
Fuente: Elaboración propia, de Google earth

Una de las principales características del área a estudiar (fig.44 y fig.45) es que todas las viviendas fueron entregadas en las mismas condiciones a sus dueños, quienes con el paso del tiempo fueron interviniendo de acuerdo a sus necesidades, optando por alternativas diferentes los unos de los otros, dejando así, tipologías bien marcadas con resultados diferentes.

Otro aspecto significativo, es que en la misma cuadra, los 4 bloques que la conforman, poseen perfiles de calle distintos (Fig.46).

El área total a estudiar (fig.45) corresponde a 7500m2 aproximadamente.

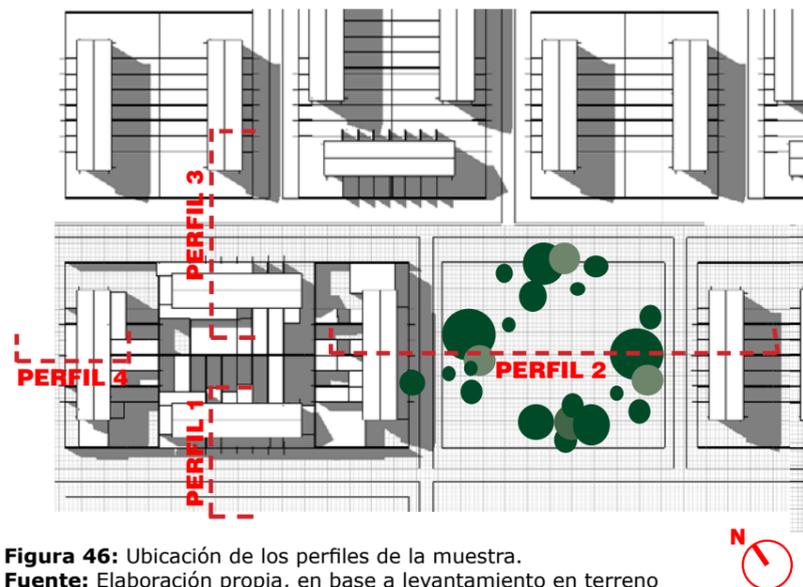
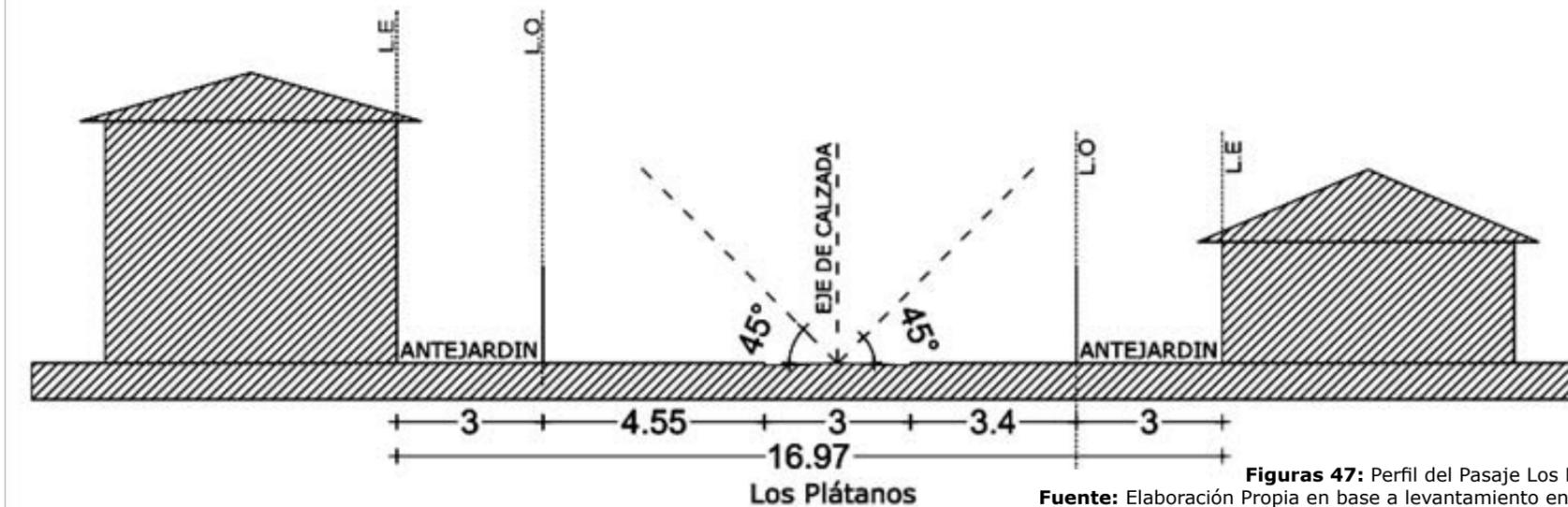


Figura 46: Ubicación de los perfiles de la muestra.
Fuente: Elaboración propia, en base a levantamiento en terreno

PERFIL 1: PASAJE LOS PLÁTANOS (Fig.47)



Figuras 47: Perfil del Pasaje Los Plátanos
Fuente: Elaboración Propia en base a levantamiento en terreno

Pasaje los Plátanos:
 Se enfrenta a viviendas pareadas de 1 piso.



Fig.48



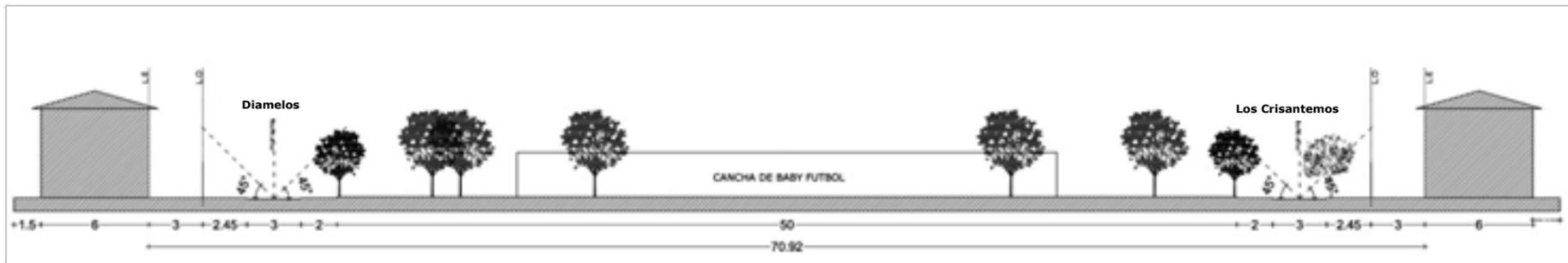
Fig.49



Fig.50

Figuras: 48, 49 y 50
Fuente: Archivo propio (Sebastián Román 2013)

PERFIL 2: PASAJE LOS CRISANTEMOS-LOS DIAMELOS (Fig.51)



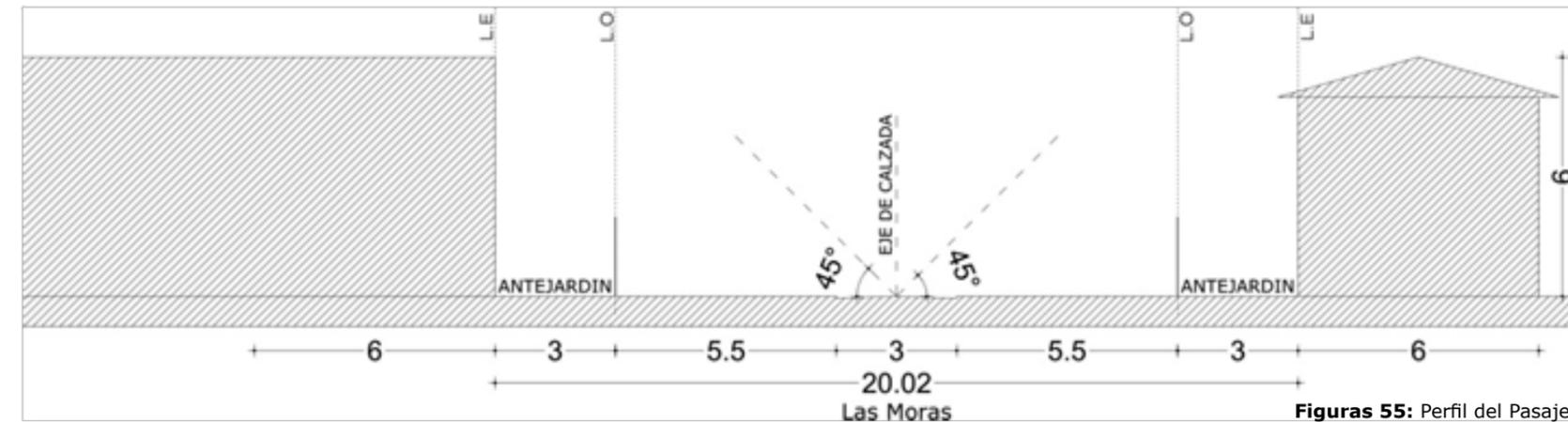
Figuras 51: Perfil del Pasaje Los Crisantemos y Los Diamelos
Fuente: Elaboración Propia en base a levantamiento en terreno

Pasaje los Diamelos:
 Se enfrenta a una plaza (parque con áreas verdes y cancha de baby futbol)

Figuras 52, 53 y 54
Fuente: Archivo propio (Sebastián Román 2013)



PERFIL 3: PASAJE LAS MORAS (Fig.55)

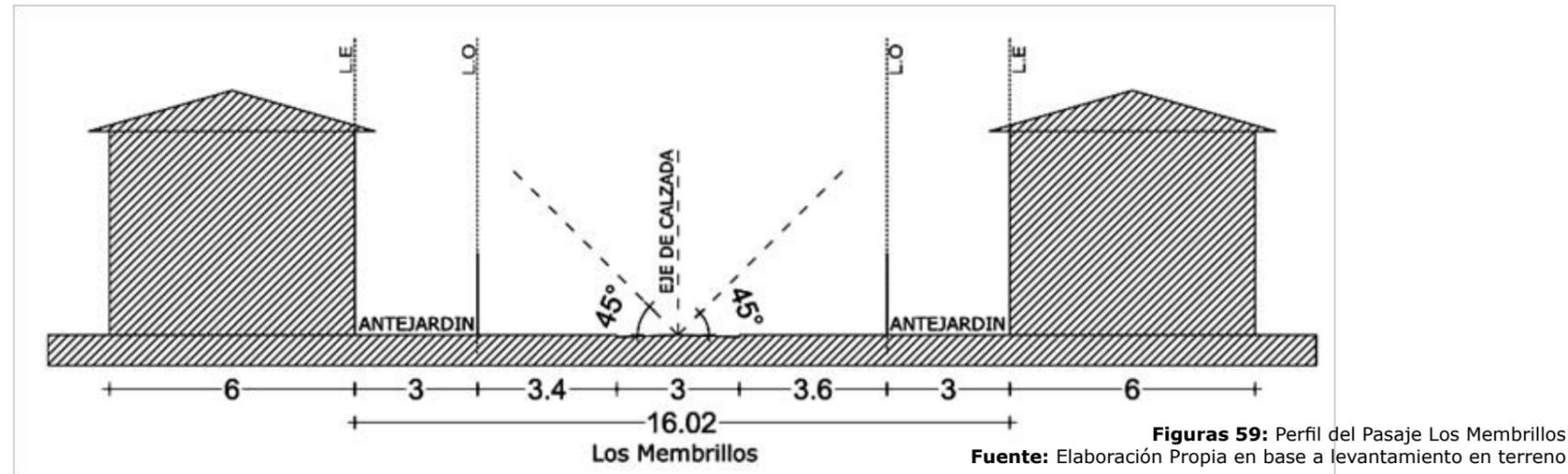


Figuras 55: Perfil del Pasaje Las Moras.
Fuente: Elaboración Propia en base a levantamiento en terreno

Pasaje las Moras: Se enfrenta a viviendas similares a los bloques de 2 pisos en sentido perpendicular, quedando enfrente a otros pasajes.

Figuras 56, 57 y 58
Fuente: Archivo propio (Sebastián Román 2013)



PERFIL 4: PASAJE LOS MEMBRILLOS (Fig.59)

Pasaje los Membrillos: Es el perfil con menor longitud entre Líneas Oficiales, el cual enfrenta a otros bloques con las mismas características.

**Figuras 60 y 61**

Fuente: Archivo propio (Sebastián Román 2013)

5.2 Clasificación de las tipologías y Selección de la muestra

Para poder llevar a cabo la investigación fue necesario identificar tipologías de viviendas que permitieran comparar y contrastar el comportamiento térmico de éstas en las diferentes orientaciones respecto al plano de ubicación.

Para esto se definieron las siguientes tipologías:

- Fachada con cobertizo y Vegetación^{41*} (fig.62)
- Fachada sin cobertizo y Vegetación^{**} (fig.63)
- Fachada con cobertizo y sin Vegetación^{***} (fig.64)

Cada una de estas tipologías se analizarán en las diferentes orientaciones, de acuerdo a lo graficado en la planta de análisis que se muestra en la página 70.

Cabe destacar además que la totalidad de las tipologías han sufrido más de alguna modificación por parte de sus propietarios, lo cual es un factor que nos permitirá poner a prueba una de las hipótesis de la investigación.

Se considerará una muestra de 12 viviendas equivalente al 30% de las viviendas que componen el área de estudio⁴².

⁴¹Cuando me refiero a vegetación esto abarca desde la presencia de un árbol, jardín o cualquier otro tipo de plantas que estén en la parte anterior de la vivienda.

⁴²Las principales razones fueron la disponibilidad de los propietarios y la coordinación para tomar las muestras a la misma hora. Sólo se seleccionaron aquellas viviendas que pudieran coordinarse en un mismo día las muestras.

Los casos seleccionados los podemos ver en la siguiente tabla:

Tipología 1: Fachadas	S - O - P
Tipología 2: Fachadas	N - S - O - P
Tipología 3: Fachadas	N - S - O - P

La razón de esta selección es con la finalidad de poder comparar los casos utilizando el factor de orientación respecto al recorrido del sol.



*T1 ●●



**T2 ●●

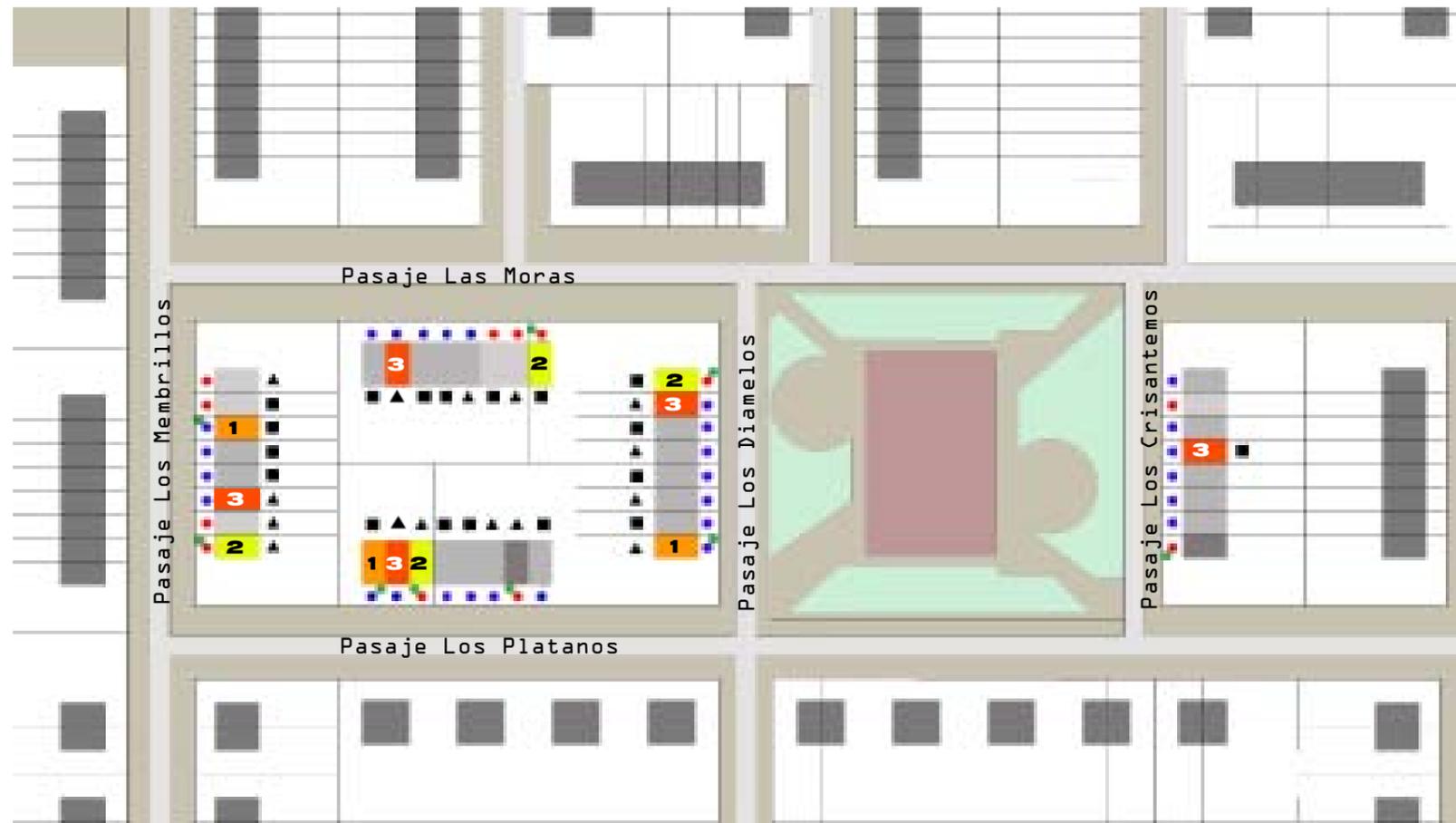


***T3 ●

Figura 62: T1 - Pasaje Los Plátanos
 Figura 63: T2 - Pasaje Los Plátanos
 Figura 64: T3- Pasaje Los Diamelos

Fuente: Archivo personal - Sebastián Román 2013

Planta de Análisis (Fig.65)



Simbología:

- Cobertizo
- No hay cobertizo
- Vegetación
- ▲ Ampliación de 1 Piso
- Ampliación de 2 Pisos

Tipologías:

- Tipología 1 ● ●
- Tipología 2 ● ●
- Tipología 3 ●



Figura 65: Planta de Conjunto
Fuente: Elaboración propia en base a levantamiento en terreno, Enero 2013

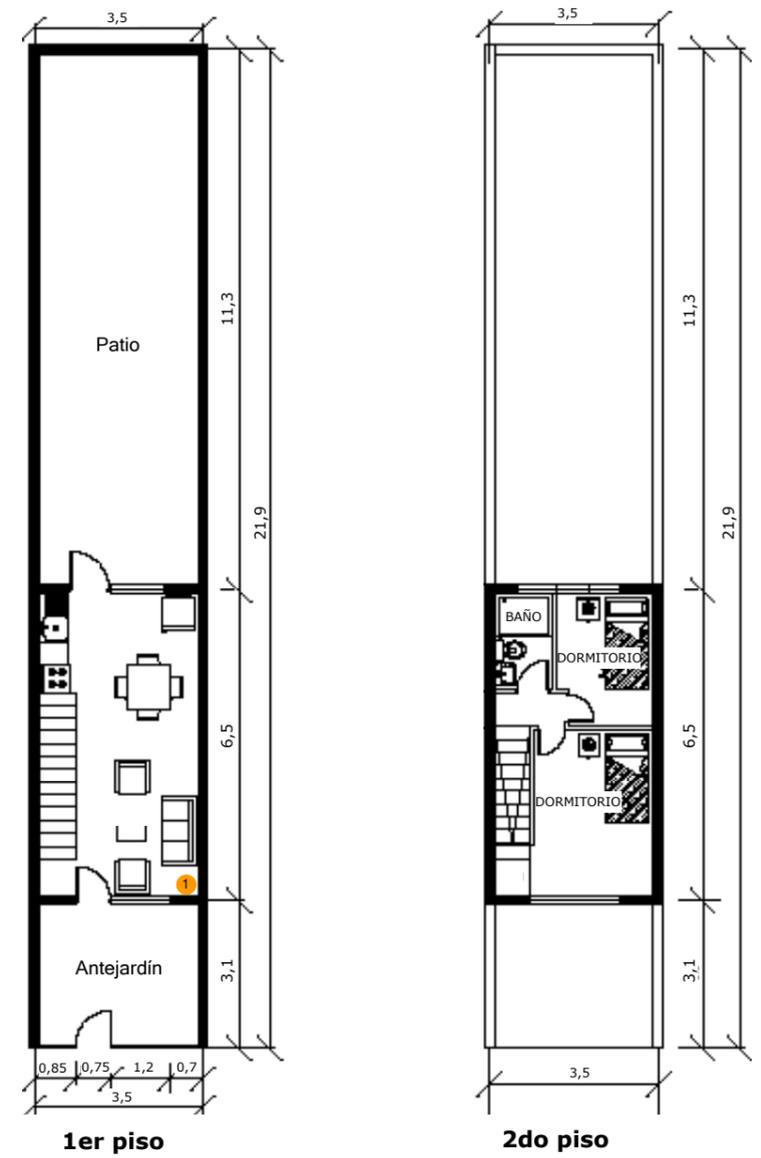


Figura 66: Plantas Originales del 1er y 2do Piso. En el punto 1 que se marca en la planta del 1er nivel, originalmente se ubicaba una chimenea que contemplaban las viviendas. Estas se eliminaron en los años 90 producto de la mala calidad del aire.
Fuente: Elaboración propia en base a levantamiento en terreno.

5.3 Planimetrías de la Casa tipo y Fachadas.

Las viviendas se componen de 2 plantas como se muestra en la figura 66, en donde originalmente en el 1er piso se ubicaba la cocina y living-comedor, dejando así en el 2do piso el baño y 2 dormitorios. El total de m² construidos originalmente eran 45,5m² en un terreno de 73,15m².

Se presenta la planimetría del proyecto original con el fin de entender posteriormente las diferentes modificaciones que los propietarios les fueron realizando a sus viviendas. En la fig.67 se muestran las fachadas principal y posterior de cada vivienda.



Figura 67: Elevaciones principal y posterior / Escala gráfica
Fuente: Elaboración propia.

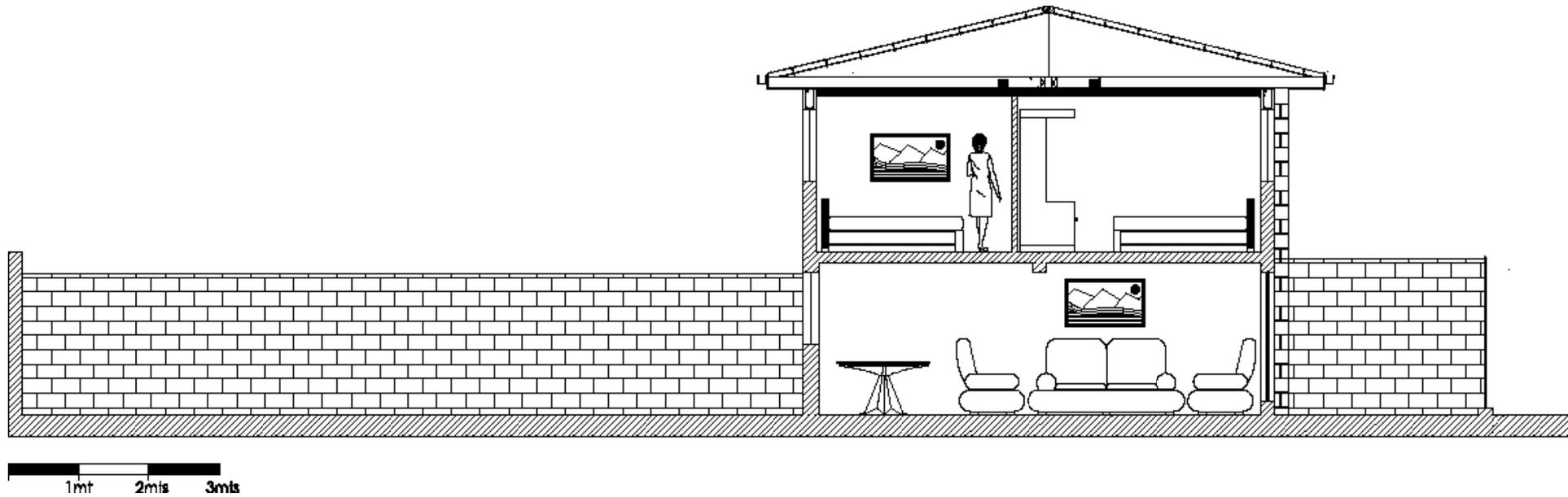


Figura 68: Corte longitudinal de la vivienda original.

Fuente: Elaboración propia, en base a levantamiento en terreno, Enero 2013



Figura 69: Elevación de un bloque completo. Compuestos de 8 viviendas en construcción continua.

Fuente: Elaboración propia, en base a levantamiento en terreno, Enero 2013

Capítulo 6

- E x p e r i m e n t a c i ó n -

6.1 Experimento 1: Comparación del Comportamiento higro-térmico en las diferentes tipologías de viviendas.

Toma de Temperaturas y Humedad Relativa

Objetivo: Poner a prueba el planteamiento de la sub-hipótesis 1, la cual declara que "...en una misma cuadra es posible encontrar diversas variaciones en temperatura de acuerdo a los factores de orientación e intervenciones".

Para esto, se tomarán cuatro ejemplos de la cuadra de experimentación, seleccionando una misma tipología para que el resultado sea comparable.

En la fig.70 se muestra la manzana a analizar en este 1er experimento *in situ*, en la cual se muestran las 3 tipologías analizadas y su distribución en la planta.

Para este primer experimento se ha escogido la tipología 3 (fig.71) para ser analizada (1 vivienda por fachada), en las cuales se realizaron tomas de temperatura y Hr en un periodo de 4 meses (Febrero a Mayo del 2013).

Viviendas analizadas:

- Los Plátanos #330 [S]
- Los Diamelos #12579 [O]
- Las Moras #333 [N]
- Los Membrillos #12592 [P]



Figura 70: Planta de la manzana analizada.
Fuente: Elaboración propia en base a levantamiento en terreno.

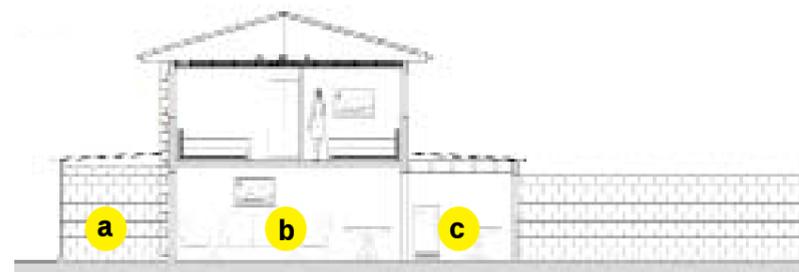


Figura 71: Corte longitudinal de la Tipología 3, compuesto por 3 zonas: a) Antejardín con cobertizo, b) interior vivienda original y c) ampliación en primer piso.
Fuente: Elaboración propia en base a levantamiento en terreno.

Algunas consideraciones:

Para que la muestra sea comparable se trató de que las condiciones interiores de cada vivienda analizada sean las mismas.

- 1-Que no existieran fuentes de calor que alteraran el ambiente más que la temperatura exterior.
- 2-Se le avisó a cada propietario al menos 1 hora antes de cada muestra para que apagaran calefactores o estufas al interior de cada vivienda.
- 3-En los 4 casos sólo se encontraba la dueña de casa.
- 4-Las muestras se tomaron en días totalmente despejados, entre las 15:00 y las 15:30hrs.

Para realizar el experimento se usó el thermo-hygrometer con sus recomendaciones de uso correspondientes.

Resultados generales:

En la figura 72 se muestran los resultados de la muestra correspondientes a los 14 días de monitoreo, en los cuales se encontraron efectivamente diferencias notorias y perceptibles al cuerpo humano.

En cuanto a las zonas monitoreadas (A, B Y C) podemos concluir a primera vista que las mayores diferencias de T° se encuentran en A, correspondiente a la zona que queda expuesta hacia el exterior (fachada).

LOS PLÁTANOS (S)	A	B	C	LAS MORAS (N)	A	B	C
Día 1	23,10	20,90	21,10	Día 1	27,80	21,10	24,56
Día 2	24,50	21,10	20,40	Día 2	29,00	24,50	25,10
Día 3	22,00	19,80	21,90	Día 3	26,80	20,10	20,70
Día 4	19,05	19,20	19,00	Día 4	25,50	20,00	22,10
Día 5	21,50	21,30	20,10	Día 5	23,90	19,20	21,50
Día 6	21,10	19,90	19,15	Día 6	24,65	20,10	18,30
Día 7	18,90	18,70	18,20	Día 7	22,95	19,60	18,00
Día 8	20,50	19,80	19,10	Día 8	23,40	20,56	18,10
Día 9	17,70	17,30	17,00	Día 9	18,90	18,50	17,50
Día 10	15,10	14,75	14,70	Día 10	16,90	16,10	16,00
Día 11	13,50	12,50	11,90	Día 11	18,90	17,90	17,20
Día 12	13,20	14,50	15,40	Día 12	17,35	18,50	17,70
Día 13	18,30	18,10	17,90	Día 13	20,45	19,90	18,50
Día 14	15,10	14,90	15,90	Día 14	17,90	18,90	18,95
Promedios	18,83	18,05	17,98	Promedios	22,46	19,64	19,59

LOS DIAMELOS (O)	A	B	C	LOS MEMBRILLOS (P)	A	B	C
Día 1	23,70	21,40	21,10	Día 1	25,90	20,90	22,50
Día 2	22,80	21,10	19,00	Día 2	26,70	21,10	21,50
Día 3	22,10	19,80	21,00	Día 3	24,33	19,34	19,90
Día 4	18,90	19,20	19,90	Día 4	22,60	19,30	19,40
Día 5	21,00	21,30	20,10	Día 5	21,44	20,50	18,93
Día 6	21,50	19,90	19,70	Día 6	23,60	19,90	19,25
Día 7	19,00	18,70	19,40	Día 7	21,50	18,80	19,20
Día 8	19,90	19,80	19,10	Día 8	23,15	21,00	18,80
Día 9	16,60	17,10	18,00	Día 9	17,20	18,50	16,90
Día 10	14,90	14,90	13,30	Día 10	15,40	17,30	16,20
Día 11	13,00	16,20	12,60	Día 11	17,30	18,20	17,90
Día 12	15,00	14,10	13,90	Día 12	16,90	17,30	16,10
Día 13	18,90	18,00	18,30	Día 13	17,90	17,15	16,60
Día 14	14,90	15,50	15,90	Día 14	16,40	18,60	17,90
Promedios	18,73	18,36	17,95	Promedios	20,74	19,14	18,65

Figura 72: Tabla de resultados de la toma de temperaturas en las 4 viviendas correspondientes a la tipología 3.
Fuente: Elaboración propia en base a levantamiento en terreno.

Como muestra la figura 73, se pueden observar variaciones considerables en una misma tipología de vivienda (T3), las cuales han sido intervenidas en ambas fachadas respecto a su diseño original.

Para esta primera etapa de análisis las 4 viviendas tienen un factor en común: cuentan con cobertizos en la parte de la fachada y ampliaciones en el 1er piso de la parte posterior. De esta primera condición se puede deducir la cercanía en los promedios de T° en las zonas "b" del análisis:

18,05°C la mínima y 19,64°C la máxima
Diferencia de T° = 1,59°C

A priori se puede leer de estos datos que tanto en la parte delantera de las viviendas como en la parte posterior, se anulan las posibilidades de que entre radiación solar directa.

En el caso de las zonas "c", los promedios acusan a primera vista que existe una zona que está perdiendo calor (fig.75). Los 4 casos analizados tenían en común el factor del sistema constructivo de la ampliación: tabiquería de madera.

Respecto a la Humedad relativa, la tendencia está claramente definida por el factor de orientación: La Tabla 2 de la fig.73 nos muestra que la vivienda con orientación sur tiende a ser la más húmeda a diferencia de la vivienda que da al norte. Sin embargo estos datos nos permiten observar un último detalle: la humedad más alta por efecto de las sombras.

Tabla 1 PROMEDIO DE TEMPERATURAS °C				
	Pasaje	a	b	c
S	Los Platanos	18,83	18,05	17,98
O	Los Diamelos	18,73	18,36	17,95
N	Las Moras	22,46	19,64	19,59
P	Los Membrillos	20,74	19,14	18,65

Tabla 2 PROMEDIO DE HUMEDAD RELATIVA				
	Pasaje	a	b	c
S	Los Platanos	44%	51%	50%
O	Los Diamelos	35%	43%	34%
N	Las Moras	33%	40%	35%
P	Los Membrillos	30%	35%	45%

Figura 73: Promedios de T° y Hr recogidos en el catastro realizado durante 14 días entre Febrero y Mayo del 2013 con cielo totalmente despejado.
Fuente: Elaboración propia con datos catastrados en terreno.

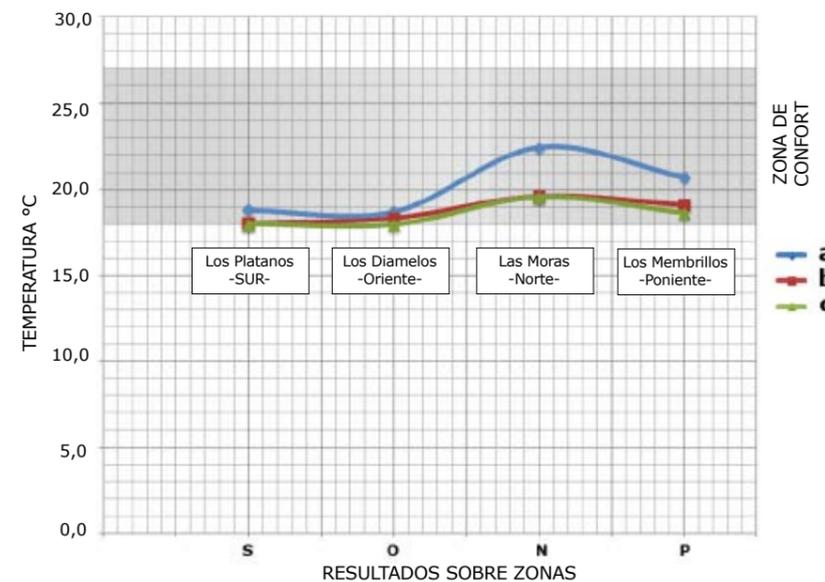


Figura 74: Promedios de T° en las zonas A, B y C de las viviendas analizadas.
Fuente: Elaboración propia

En la fig.76 se pueden ver las sombras que arrojan los volúmenes el día 21 de Junio (solsticio de invierno), en donde efectivamente los patios de las viviendas son los más perjudicados al generar una zona con muy pocas posibilidades que penetre el sol. En la mayoría de los casos la ocupación del suelo en patios ha llegado al 100% como se muestra en la fig.77 de la página siguiente, satisfaciendo quizás la necesidad de "ampliación del espacio" pero rompiendo de paso la envolvente térmica y levantando volúmenes que al interponerse entre si crean zonas húmedas y frías, que en invierno son perjudiciales sobre todo a la hora de tener que suplir esas pérdidas de calor.

Al observar los patios desde el interior de una de las viviendas se puede ver la precariedad de las ampliaciones, en su mayoría llevadas a cabo por retazos de materiales, que no alcanzan a conformar una envolvente térmica a la altura de las condiciones mínimas exigidas por la reglamentación térmica (Rt) y la OGUC en su artículo 4.1.10.

La última observación que se puede rescatar de este experimento es el dato arrojado en la zona "a" de los cobertizos, el cual claramente nos muestra diferencias considerables por medio de la variable de orientación respecto al sol. La diferencia entre la mínima y la máxima es de 3,63°C, lo cual es sumamente perceptible al cuerpo humano como se dijo anteriormente y determinante en las condiciones de habitabilidad que una familia tendrá en el transcurso del tiempo que habite en una de estas 2 viviendas. En el caso de las viviendas con orientación Oriente y Poniente existe una diferencia de casi 2°C (Tabla 01).

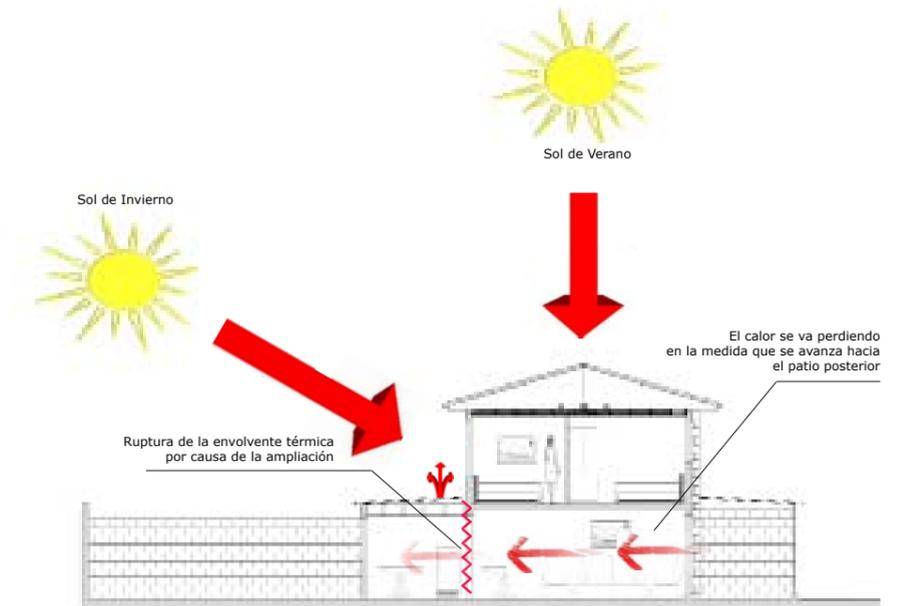


Figura 75: Corte longitudinal de la Tipología 3 con fachada principal hacia el Sur. Diagrama de pérdidas de T° en la zona "c" de análisis.
Fuente: Elaboración propia, con Ecotect Analysis 2011.

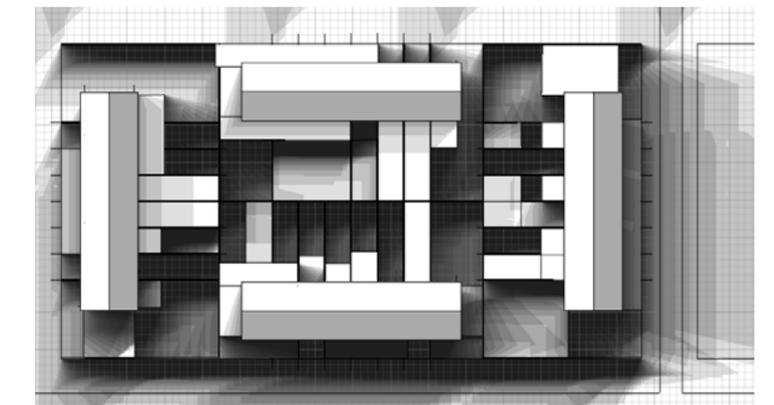


Fig 76. Planta del conjunto, con sus volúmenes y la proyección de sombras para el 21 de Junio entre las 9:00 y las 17:00hrs.
Fuente: Elaboración propia, con Ecotect Analysis 2011.



Figura 77: Vista Panorámica de los patios de la manzana de estudio. Fotografía tomada desde una vivienda con orientación Sur hacia el patio del bloque norte.
Fuente: Archivo personal, Sebastián Román 2013.

A través de este mismo experimento podemos concluir respecto a la sub-hipótesis 2 cuando se refiere que:

“en la medida que las familias van aumentando su necesidad de ampliar sus viviendas, éstas van perdiendo los beneficios del acceso solar... ”; “...trayendo como consecuencia la penumbra al interior de los recintos interiores”.

Como se muestra en la fig.78, un cobertizo en la parte de adelante de una vivienda o un dormitorio anexado en la parte posterior, alteran el confort lumínico al interior de la vivienda, más aún si es en una fachada que no es muy beneficiada por la orientación. Sin embargo **¿que motivó a las personas a poner un cobertizo en sus viviendas, si su antejardín es de 3mts (una dimensión en la cual no cabe un vehículo)?**. El siguiente experimento buscará responder esta interrogante.

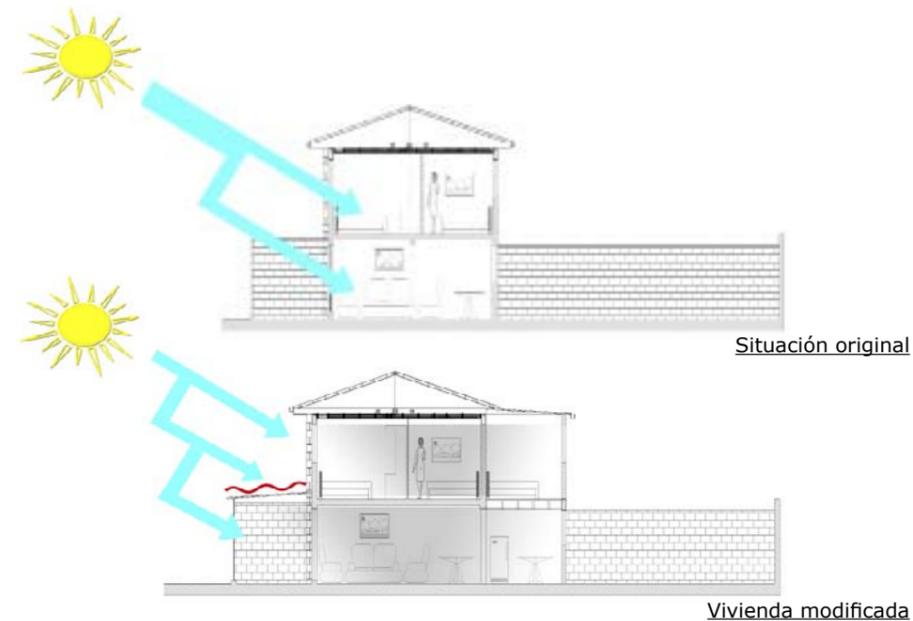


Fig 78. Comparación de la penumbra al interior de una vivienda con orientación Norte en invierno entre una vivienda original y una vivienda ampliada hacia adelante y hacia atrás.
Fuente: Elaboración propia.

6.2 Experimento 2: Medición del impacto de los cobertizos en el Confort térmico y Lumínico

Medición de Lux.

Objetivo: Poner a prueba el planteamiento de la hipótesis general, la cual declara que:

“...las intervenciones humanas han perjudicado aún más el confort térmico y la habitabilidad al interior de las viviendas a causa de la mala configuración espacial y escasos conocimientos del diseño arquitectónico”.

Se subraya la última frase específicamente por dos razones:

1-Al realizar el catastro del levantamiento arquitectónico se observa que de un total de 40 viviendas, 28 poseen cobertizos en su fachada, mientras las 12 restantes no poseen (fig.79). Esto equivale a que un 70% posee y un 30% no.

2-Al consultarle a la gente sobre el ¿porqué? de su construcción, un 75% respondió que para protegerse de la lluvia, mientras que el 25% restante sólo lo hizo por estética y para protegerse de la delincuencia. Por su parte quienes no tienen cobertizo están dispuestos a hacerlo sólo que no cuentan con el recurso para su construcción.

En vista de estos antecedentes podemos analizar que el cobertizo en si mismo es una mala respuesta a una situación que perfectamente podría solucionarse de otra manera que no perjudicara aspectos que si son importantes como el confort térmico y lumínico.

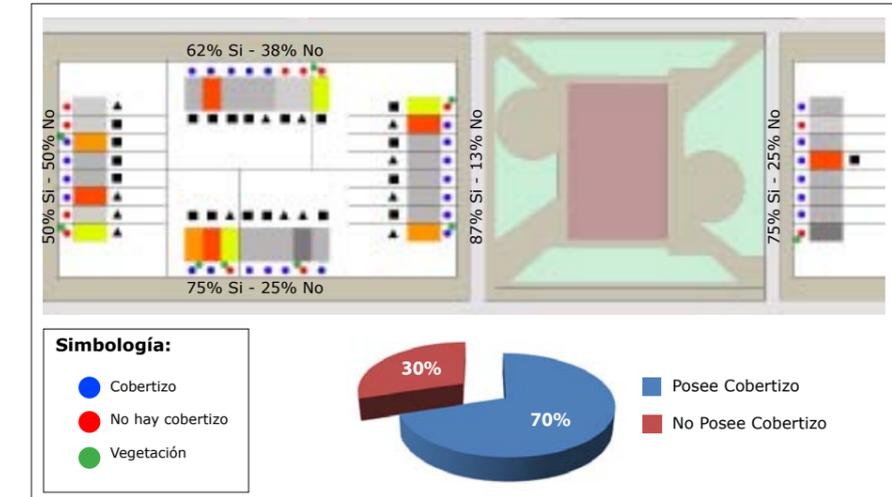


Fig 79: Gráfico comparativo del % de cobertizos existentes en cada bloque.
Fuente: Elaboración propia.

Ante el argumento de la lluvia, en seguida se puede rebatir, ya que la cantidad de días que llueve al año en Santiago es mínima en comparación a otras regiones de Chile⁴³ en donde esta respuesta arquitectónica sería la más óptima, como por ejemplo el caso de Coyhaique en donde llueven 150 días aproximadamente cada año.

Uno de los puntos más perjudiciales es la materialidad con la que se han construido la mayoría de los cobertizos: perfiles metálicos + planchas de zinc (fig.80), los cuales en verano tienen un comportamiento que no beneficia a quienes buscan una temperatura agradable, a causa del sobrecalentamiento que generan hacia el espacio interior, además de las propiedades que estos mismos tienen respecto a la reflexión de la radiación solar y térmica.

⁴³En Chile Central llueve de 16 a 42 días cada año (Sarricolea P. & Martín-Vide J., 2012).

En conclusión, estamos frente a una falta de asesoría y orientación en materia de arquitectura, que ha traído como consecuencia una devaluación del propio entorno además de todo lo anteriormente ya mencionado en el espacio interior de las viviendas.

Ahora bien, para poder evaluar el impacto de la presencia de un cobertizo se llevó a cabo una comparación entre 2 viviendas ubicadas en un mismo bloque, con la finalidad que sólo este elemento sea la variable del análisis. Para este caso se analizó el comportamiento lumínico de 2 viviendas del bloque con orientación sur como se muestra en la figura 81.

Fig 80: Vista de los cobertizos de la fachada Oriente de la cuadra de análisis, en donde se observa la materialidad: Planchas de Zinc sobre estructuras metálicas.
Fuente: Archivo personal, Sebastián Román 2013



Se seleccionaron 2 viviendas del Bloque Sur (Bloque 1) contiguas (S2 y S3). Ambas cuentan con ampliaciones hacia la parte de atrás.

Los conceptos de S2 Y S3 surgen de la lógica de nombrar las viviendas en cada uno de sus bloques en orden correlativo y haciendo uso de la orientación. Para este caso como se trata del bloque sur, se le nombrará con la S a cada vivienda y como se trata de la segunda y tercera vivienda se definieron como S2 y S3 como se muestra en la fig.81.

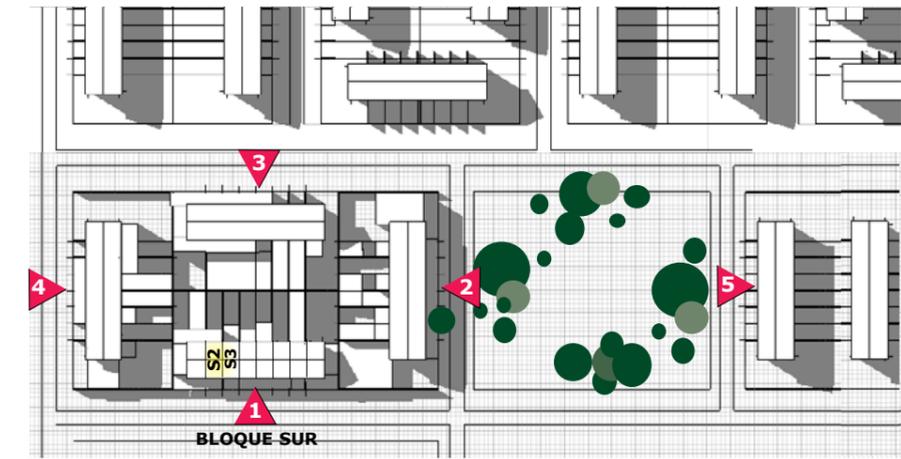


Fig 81. Planta del conjunto de análisis.
Fuente: Elaboración propia.



BLOQUE 1



BLOQUE 2



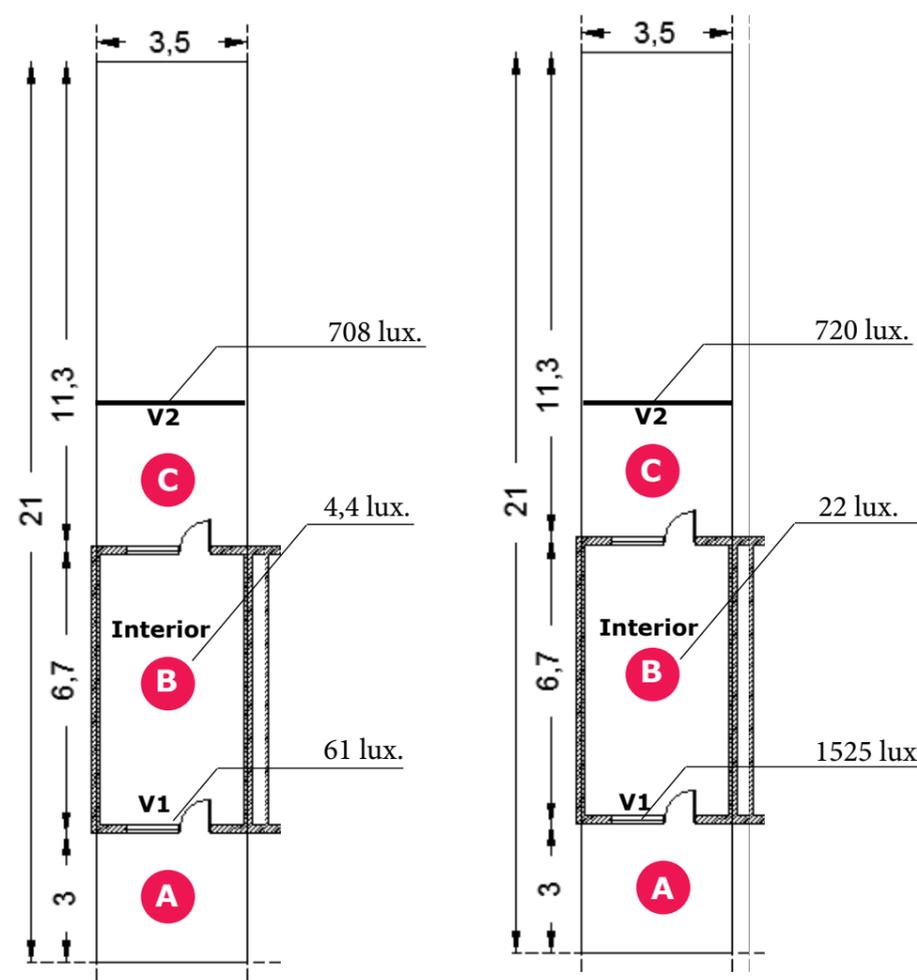
BLOQUE 3



BLOQUE 4



BLOQUE 5



Casa S2: Con Cobertizo / Fachada hacia el Sur

Casa S3: Sin Cobertizo / Fachada hacia el Sur

Figura 82: Gráfica de la toma de Lux al interior de 2 viviendas contiguas en el bloque sur. **Fuente:** Elaboración propia.

Los puntos en dónde se midió la luminancia fueron el punto: v1 (ventana 1), el punto Interior y el punto v2 (ventana 2), como se muestra en la fig.82 Esto se llevó a cabo con luz natural en un día totalmente despejado entre las 15:00 y las 15:10hrs.

En Conclusión lo que sucede en estos 2 casos, es que ambas tienen una escasa iluminación natural a consecuencia de la ampliación trasera que impide el acceso solar durante el recorrido del sol diario. Sin embargo la vivienda S2 que tiene además el cobertizo en la parte de adelante, queda obstruida por ambos lados, generando una penumbra interior gran parte del día, como se grafica en la fig.83.

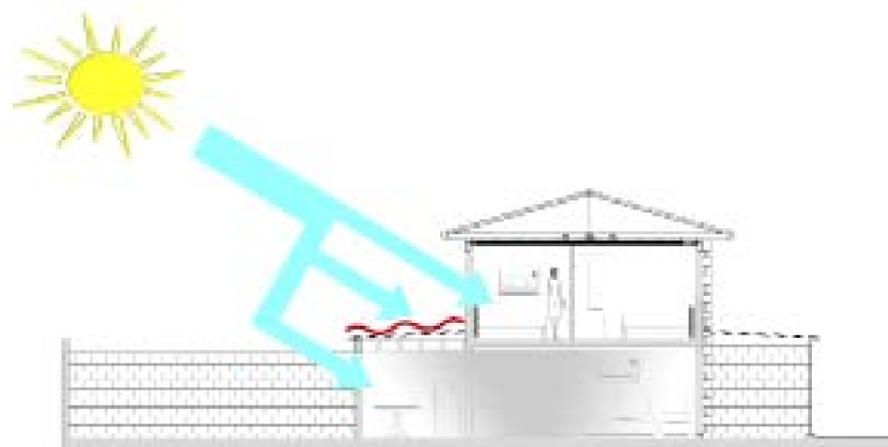


Fig 83: Nivel de penumbra al interior de la vivienda S2 **Fuente:** Elaboración propia

Si tomamos estos resultados y los comparamos con los estándares de confort lumínico establecidos como muestran las figuras 84 y 85, nos podemos dar cuenta que en ambos casos la condición de orientación sur perjudica considerablemente la iluminación natural, la cual en casi todo el transcurso del día debe ser acompañada por luz eléctrica para compensar los lux que se necesitan para alcanzar el confort.

La figura 84 por ejemplo nos muestra que la iluminación óptima para una vivienda es de 150lux, sin embargo la realidad que nos mostró el análisis es muy inferior en los puntos interiores (puntos B) de la muestra⁴⁴, en los cuales se desarrolla la mayor parte de las actividades al interior de la vivienda.

Otro dato interesante de la muestra es la diferencia de lux que se da en los puntos de la ventana 1 (v1) en donde el cobertizo marca una diferencia tremendamente importante, actuando como una barrera de luz.

Ahora bien si nos detenemos a mirar la configuración espacial de estas ampliaciones, muestran un desconocimiento en cuanto al diseño⁴⁵, a eficiencia energética y peor aún, de materiales, los cuales se compran (factor económico) con un objetivo y terminan perjudicando la vivienda en varios aspectos.

⁴⁴La muestra se tomó entre las 15:00 y las 15:10hrs en una fachada sur.

⁴⁵Aquí se valida la hipótesis general... "las intervenciones humanas han perjudicado aún más el confort térmico y la habitabilidad al interior de las viviendas a causa de la mala configuración espacial y escasos conocimientos del diseño arquitectónico"

Actividad	Iluminación (lux, lumen/m2)
Zonas comunes con entornos oscuros	20 - 50
Orientación sencilla para visitas cortas	50 - 100
Zonas de trabajo donde tareas visuales se realizan sólo ocasionalmente	100 - 150
Bodegas, Casas, Teatros, Archivos	150
Trabajo de oficina sencillo, Clases	250
Trabajo de oficina normal, Trabajo de computador, Biblioteca, Compra de Comestibles, Show Rooms, Laboratorios	500
Supermercados, Talleres Mecánicos	750
Trabajo de Dibujo Normal, Talleres Mecánicos de trabajo detallado, Pabellones de operación	1.000
Trabajo de Dibujo Detallado, Trabajos Mecánicos muy detallados	1.500 - 2.000
Realización de tareas visuales de bajo contraste y tamaño muy pequeño durante períodos prolongados de tiempo	2.000 - 5.000
Realización de tareas visuales muy prolongadas y exigentes	5000 - 10.000
Realización de tareas visuales muy especiales, de contraste extremadamente bajo y pequeño tamaño	10.000 a 20.000

Fig 84: Recomendaciones para niveles de iluminación en interiores según actividad. **Fuente:** Elaboración propia con datos de HSEC, disponible en: <http://www.emb.cl>

Actividad	Iluminación (lux, lumen/m2)
Lectura	325
Trabajo Escolar	325
Costura	425 a 625
Preparación	425

Fig. 85: Iluminación necesaria para diversas actividades en la Vivienda. **Fuente:** Liébard A. et al (2003), modificado.

6.3 Experimento 3: Medición del Confort lumínico a través de un modelo de simulación: Radiance

Objetivo: Evaluar el comportamiento de las viviendas desde el interior a través de otro mecanismo que refuerce el experimento anterior y así aclare desde otra perspectiva los resultados obtenidos.

Para este experimento se consideraron 4 viviendas: Fachada Norte, Fachada Sur, Fachada Oriente y Fachada Poniente como se indica en la fig.86., en invierno y verano.

Se consideraron además 3 puntos de comparación para las 4 viviendas: a) Luminancia en el 2do piso de las vividas (ventana de la fachada principal), b) ventana del 1er piso de cada vivienda sin cobertizo y c) ventana del primer piso de la vivienda con cobertizo.

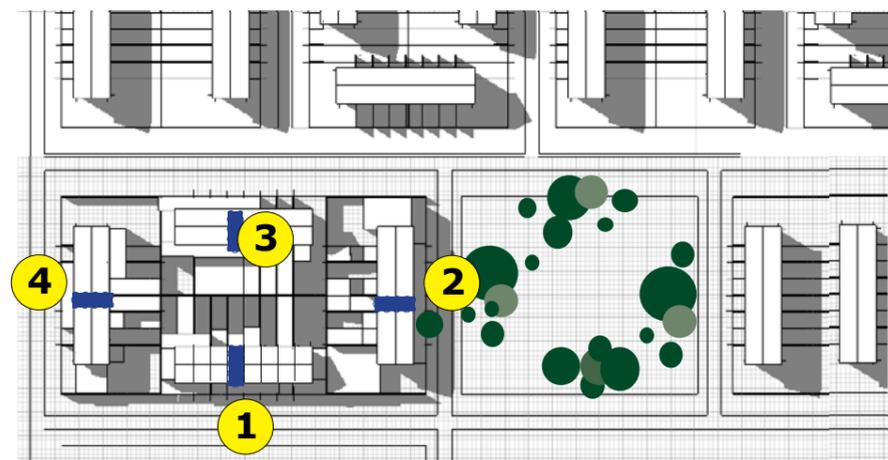


Fig 86. Planta del conjunto de análisis.
Fuente: Elaboración propia.

a.1) Análisis del rango de luminancia natural que accede al 2do piso para el día 21 de Junio en fachadas Norte y Sur a las 12:00pm:

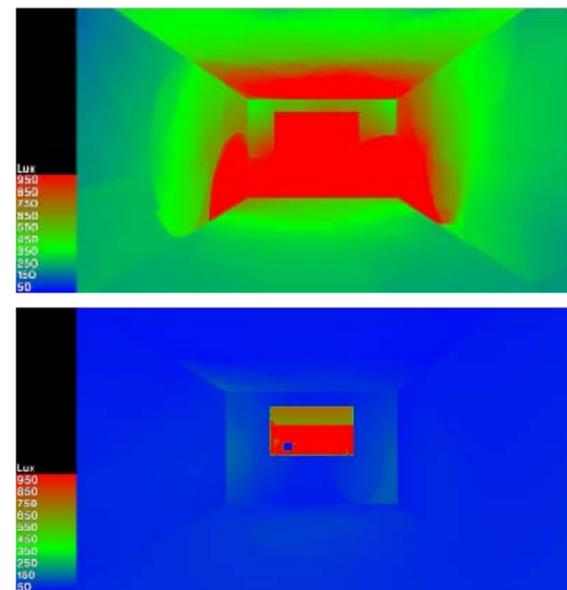


Fig 87: Análisis de Luminancia al interior de recintos en 2do piso de vivienda con fachada norte (arriba) y fachada sur (abajo) el día 21 de Junio a las 12:00pm
Fuente: Elaboración propia con Ecotect y Radiance.

Como lo muestra la fig.87, el recinto analizado en la fachada norte percibe 950lux en la ventana, mientras que al interior se refleja un rango que se mueve entre los 250lux, un rango suficiente para desarrollar actividades propias de una casa, e incluso luz suficiente para leer y estudiar. A diferencia de la fachada norte, en el recinto de la fachada sur sólo se alcanzan a percibir 50 lux en el interior. Esto nos muestra una diferencia muy contradictoria, sin embargo, si miramos la fig.88 podemos

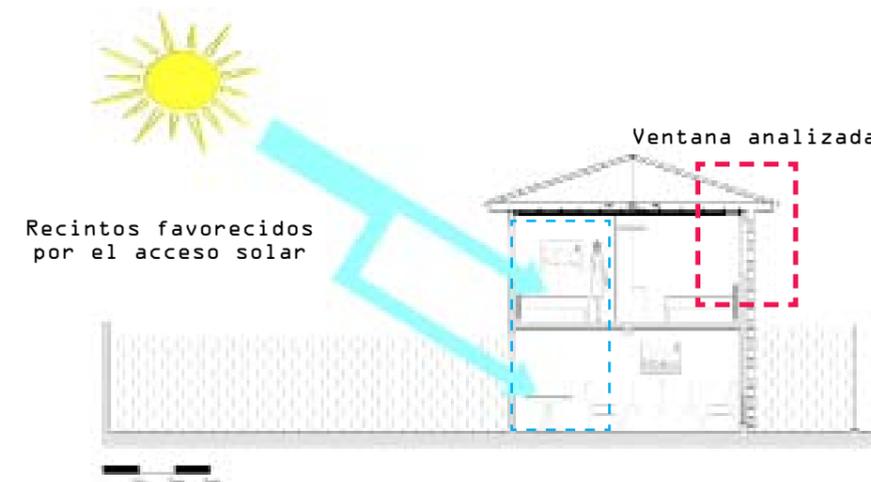


Fig 88: Corte de vivienda original analizada, con orientación Sur.
Fuente: Elaboración propia.

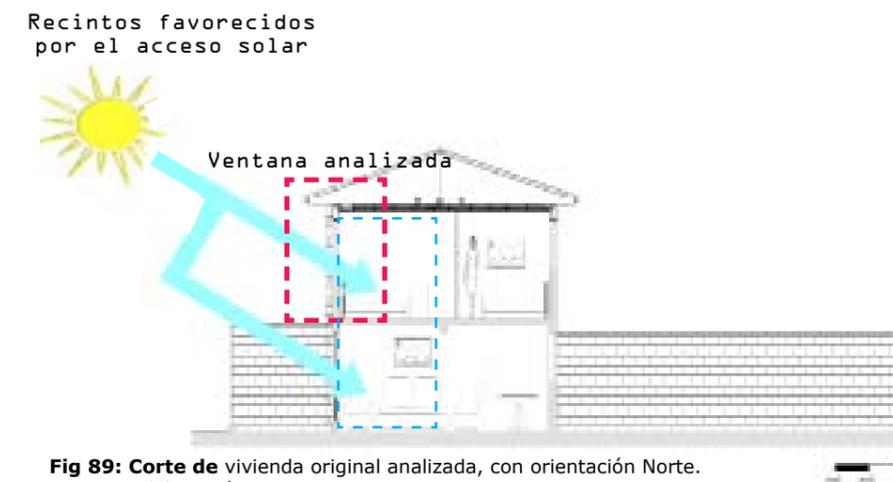


Fig 89: Corte de vivienda original analizada, con orientación Norte.
Fuente: Elaboración propia.

ver que en el diseño original los recintos posteriores tenían un acceso solar que favorecía al menos los 2 espacios que daban hacia el patio, con rangos similares de lux (al menos en 2do piso) que la vivienda con orientación norte.

a.1) Análisis del rango de luminancia natural que accede al 2do piso para el día 21 de Diciembre en fachadas Norte y Sur a las 12:00pm:

Para el caso del día 21 de Diciembre es interesante ver como la fachada norte disminuye su nivel de luminancia a diferencia de la fachada sur que aumenta considerablemente su iluminación natural, ambas dentro de un rango favorable para efectos de confort lumínico (fig.90).

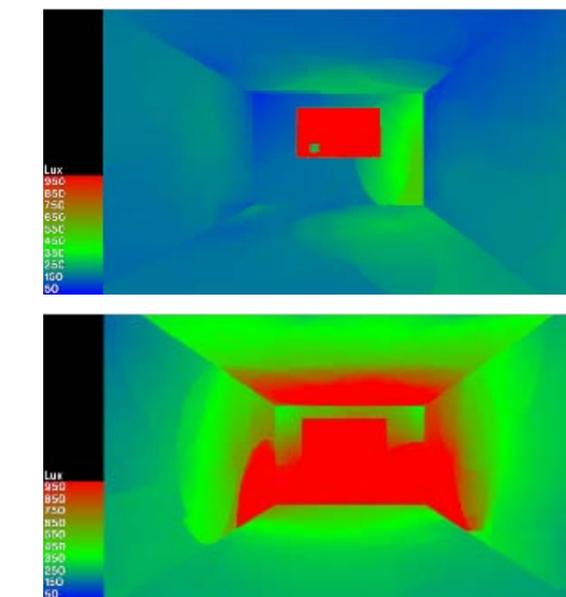


Fig 90: Análisis de Luminancia al interior de recintos en 2do piso de vivienda con fachada norte (arriba) y fachada sur (abajo) el día 21 de Diciembre a las 12:00pm
Fuente: Elaboración propia con Ecotect y Radiance.

b) Análisis del rango de luminancia natural que accede al 1er piso para el día 21 de Junio a las 12:00pm en las cuatro fachadas sin presencia de Cobertizo.

Como se observa en la fig.91 las únicas fachadas en las cuales penetran rayos de luz es en la fachada norte, oriente y poniente en menor cantidad. Si bien las ventanas reciben luz natural, ésta no es suficiente como para crear una zona de confort óptima para el desarrollo de actividades a plena luz natural (al menos en este rango de hora).

c) Análisis del rango de luminancia natural que accede al 1er piso para el día 21 de Junio a las 12:00pm en las cuatro fachadas con presencia de Cobertizo.

Por último, la fig.92 nos muestra de que manera los recintos quedan casi en penumbras frente a la presencia de los cobertizos con rangos que bordean los 50lux (un cifra muy cercana a las arrojadas en el catastro), dejando únicamente las fachadas oriente y poniente el acceso a algunos rayos solares reflejados en el piso de las viviendas. Es importante destacar que para este experimento se consideraron cobertizos con un 20% de apertura, considerando el caso que al menos 1 plancha sea traslúcida. Aún así, el impacto de estos elementos es perjudicial para el caso del confort lumínico, considerando que ya sin presencia de éstos el rango de luminancia era insuficiente.

De este experimento se rescata la importancia de estudiar bien la integración de un cobertizo en proyectos futuros, considerando el impacto que éstos pueden tener en el confort lumínico de un recinto habitacional, sobre todo si estos espacios son para actividades de esfuerzo visual.

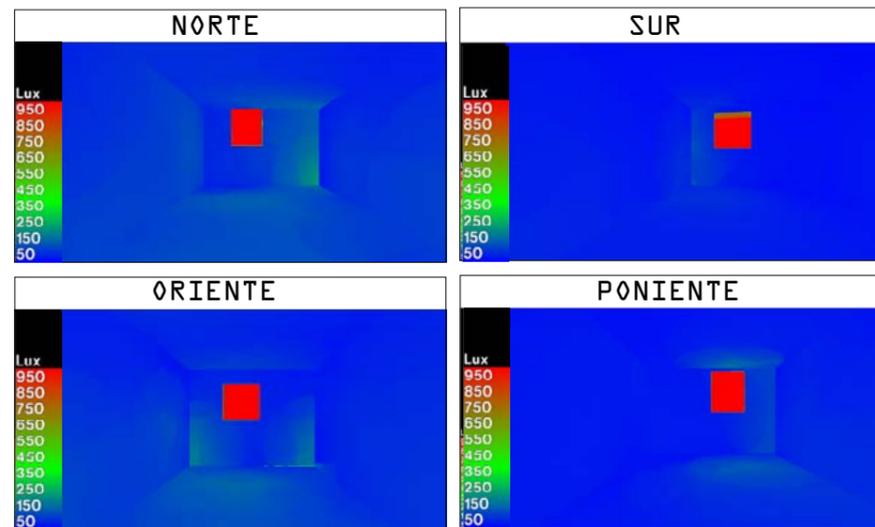


Fig 91: Luminancia al interior de recintos en 1ER piso sin cobertizo el 21 de Junio 12:00pm
Fuente: Elaboración propia con Ecotect y Radiance.

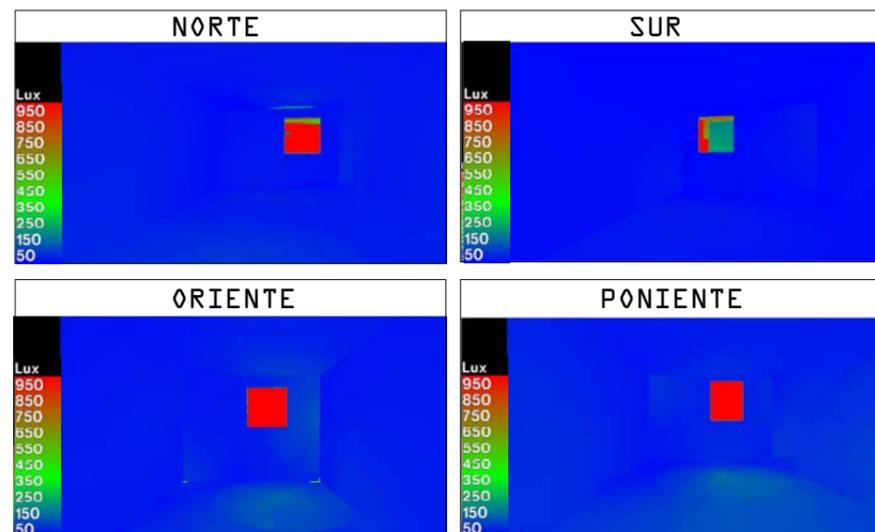


Fig 92: Luminancia al interior de recintos en 1ER piso con cobertizo el 21 de Junio 12:00pm
Fuente: Elaboración propia con Ecotect y Radiance.

6.4 Impacto lumínico y térmico del cobertizo en base a los experimentos anteriores:

Además de las largas horas del día que se ven afectados los recintos por la falta de iluminación, surge la siguiente pregunta: ¿En qué más afecta o beneficia este elemento de bloqueo?

Miremos primeramente los beneficios:

- Protege de la lluvia⁴⁶
- Genera sombra en periodos de verano.
- Amplía el espacio interior de la vivienda, por ejemplo como patio delantero para que jueguen los niños ya que el patio trasero se ha convertido en cocina o dormitorios.
- Sirve como garaje de vehículo.
- Actúa como un mecanismo de protección en contra de la delincuencia (nótese en las figuras anteriores que en algunos casas los cierros también se han recubierto en su totalidad).

La figura 93 nos muestra una gráfica comparativa entre las viviendas S2 y S3, en dónde claramente S2 se ha visto más afectada por los bloqueos de los elementos en cuestión.

⁴⁶Como se explicó anteriormente un 75% de las personas construyó su cobertizo con el objetivo de protegerse de las aguas lluvias.

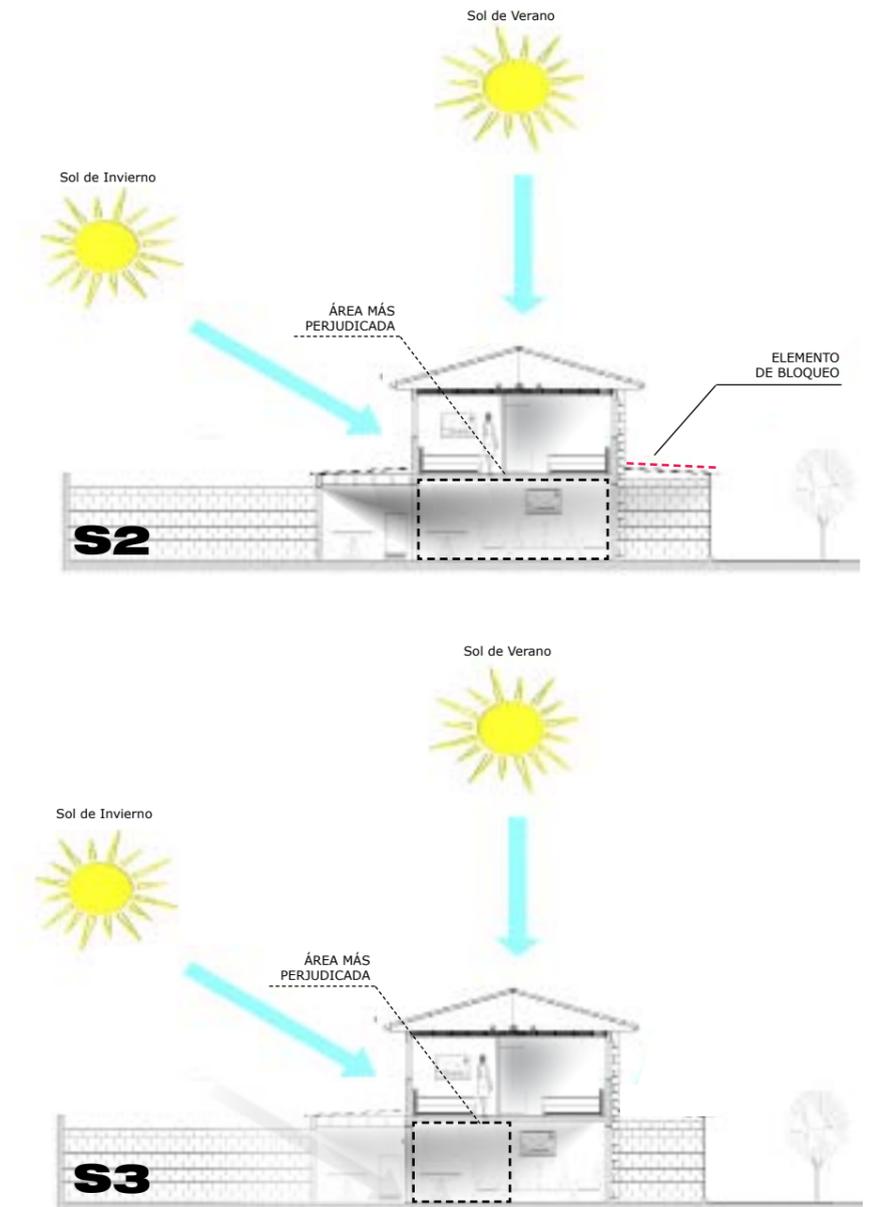


Fig 93. Diferencias de Penumbra entre la vivienda S2 y S3
Fuente: Elaboración propia

Ahora miremos los puntos que no benefician:

- Los días de lluvia en Santiago son de 16 a 42 días en un año normal (Sarricolea y Vide 2005), por lo cual la protección no debiese ser un elemento rígido ya que trae como consecuencia:

- Penumbras prolongadas gran parte del año en los recintos de la vivienda.
- Aumento de los costos del gasto energético
- Por la materialidad del cobertizo:
 - a) "en verano se genera un sobrecalentamiento del espacio interior".
 - b) "las bajas temperaturas de invierno provocan un alto % de humedad en el antejardín".

- El hecho de servir como garaje ha perjudicado la armonía de los bloques, ya que no se está respetando la Línea Oficial. En los 3mts de antejardín no cabe un vehículo (fig.94), por lo cual algunas viviendas se han tomado del espacio exterior para satisfacer su necesidad de guardar sus vehículos. Para esto han construido portones que sobresalen de su predio, generando una obstrucción de la línea de continuidad de las veredas. En los perfiles más reducidos (como el caso de los pasajes Oriente y Poniente) han hecho uso de toda la vereda.

Mirado desde un punto de vista muy objetivo: Si no se respetan las reglas básicas de edificación como los deslindes del terreno (línea oficial y ejes medianeros) ¿que se puede esperar de aspectos que ni siquiera están aclarados en la OGUC como el acceso solar o el derecho de asoleamiento propiamente tal?.

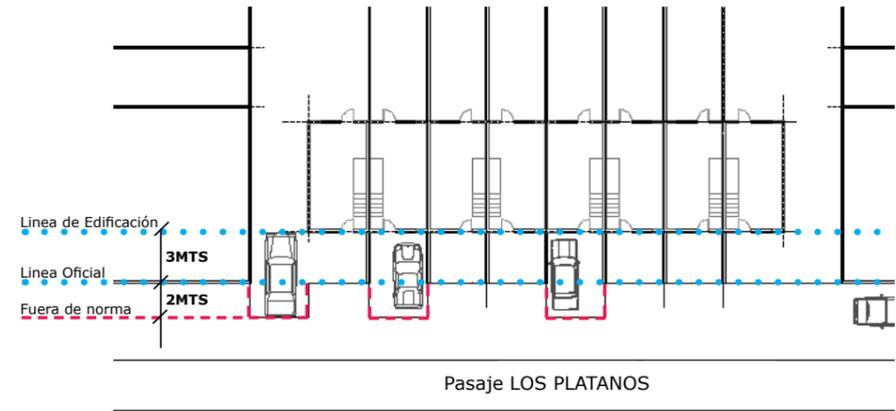


Fig 94. Planta explicativa del no cumplimiento de la Línea Oficial en los bloques.
Fuente: Elaboración propia

6.5 Experimento 4: Toma de Temperaturas en el Espacio Exterior

Objetivo: Conocer lo que sucede en el exterior del conjunto analizado y poder comprender si los elementos que componen este entorno influyen de alguna manera en el confort ambiental.

En este experimento se seleccionaron 7 puntos alrededor de la manzana estudiada (fig.95) con el fin de identificar si existen variaciones que puedan mostrarnos lo que sucede alrededor de las viviendas estudiadas y así poder identificar las características predominantes en el contexto de las viviendas.

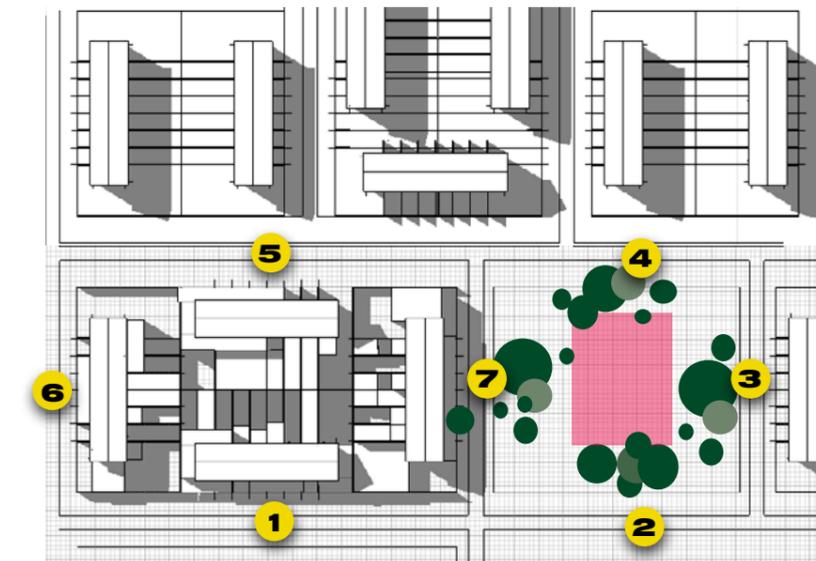


Figura 95: Puntos del Análisis
Fuente: Elaboración propia

Jueves 23 de Mayo / 15:00hrs-15:10hrs
Miércoles 5 de Junio / 15:00hrs-15:10hrs
Martes 2 de Julio / 15:00hrs-15:10hrs

Para este experimento se consideraron días totalmente despejados además de un horario que nos permita conocer la radiación solar más alta del día (entre las 15:00 y las 15:30hrs)⁴⁷.

Algunas consideraciones:

- 1- Se tomaron las temperaturas en el punto medio de cada cuadra (mitad de la calle).
- 2- Basado en algunas recomendaciones de medición para escala local de Oke, se tomaron temperaturas en puntos que no llegue el sol directamente a una altura de 1,5mts desde el nivel del suelo.
- 3- Se reconoce previamente la presencia del parque en medio del conjunto como un factor que aumentaría la humedad al visitar el terreno. Esto se pudo probar al momento de estar en terreno.
- 4- Por último, se observa que la cancha asfaltada del medio del parque es un factor de sobrecalentamiento del entorno a considerar para el periodo de verano.

En la fig.96 se presentan los resultados de la muestra, considerando Temperaturas y Humedad relativa durante un periodo de 3 días con cielo totalmente despejado.

⁴⁷Se considera que el periodo de mayor radiación solar en un día es entre las 12:00pm y las 16:00pm. (Hidalgo Celia 2013)

PUNTOS	DIA 1		DIA 2		DIA 3	
	T°	Hr	T°	Hr	T°	Hr
1	18,2	34,9	20,2	38,7	18,3	43
2	18,8	31,5	20,4	36,7	18,9	41
3	20,4	31,5	21,5	36,2	20	39
4	21,35	29,5	23,6	34	21,5	36,5
5	19,1	30,9	22,7	34	20,5	34
6	18,3	35	21,2	34,1	18,1	40
7	18,7	33	21	35	18,3	42

Fig 96: Tabla de resultados de toma de T° y Hr en terreno
Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 96, en este experimentos encontramos diferencias que son bastante perceptibles al cuerpo humano como sensación térmica.

Por ejemplo, si comparamos en T° la mínima y la máxima del día 1 observamos lo siguiente:

Mínima = 18,2°C

Máxima = 21,35°C

Diferencia = 3,15°C

Ahora bien para el análisis de este experimento *in situ* se tomaron los promedios de estos 3 días, quedando de la siguiente manera:

	T°	Hr
P1	18,9	38,8
P2	19,3	36,4
P3	20,6	35,5
P4	22,15	33,3
P5	20,7	32,9
P6	19,2	36,3
P7	19,3	36,6

Fig 97: Promedios de T° y Hr del experimento
Fuente: Elaboración propia

El punto de temperatura más alta de los promedios es el punto 4, mientras el más bajo es el Punto 1. En cuanto a humedad relativa el punto más alto es 1, mientras el punto de menor humedad es el punto 5.

La figura 98 nos muestra la manera en que se generan las diferencias de temperaturas en la manzana de análisis.

Las zonas más cálidas se ubican en los pasajes que bordean la plaza (p3-p4) concentrándose las temperaturas más altas en el p4 y p5 que se ubica en frente del bloque norte del análisis.

Existe un interesante parecido en las temperaturas de los puntos p6 y p7, de lo cual se puede deducir que el bloque que enfrenta a nuestro bloque poniente del análisis genera un efecto de sombra que lo hace similar al punto p7 que enfrenta la plaza.

De este experimento se puede aprobar la afirmación de OKE que se planteó en la hipótesis de investigación⁴⁸:

"todas las superficies y objetos tienen su propio microclima en él y en su inmediaciones. Las temperaturas del aire pueden variar algunos grados en distancias muy cortas, incluso milímetros, y el flujo de aire puede ser perturbado incluso por objetos muy pequeños. (OKE, 2006)

La fig.99 nos muestra de una manera más sencilla la sensación térmica que se percibe durante el recorrido en la manzana y de que forma las temperaturas exteriores inciden en las fachadas de los bloques producto de las horas que éstas reciben radiación directa. Para entender mejor este concepto pasaremos al siguiente experimento apoyado por la herramienta de simulación Ecotect.

⁴⁸Esta afirmación viene a reforzar la sub-hipótesis 3 referente al impacto de las modificaciones en la alteración de las temperaturas del entorno. (Capítulo de la Hipótesis de la investigación, págs. 20 y 21 de esta tesis.

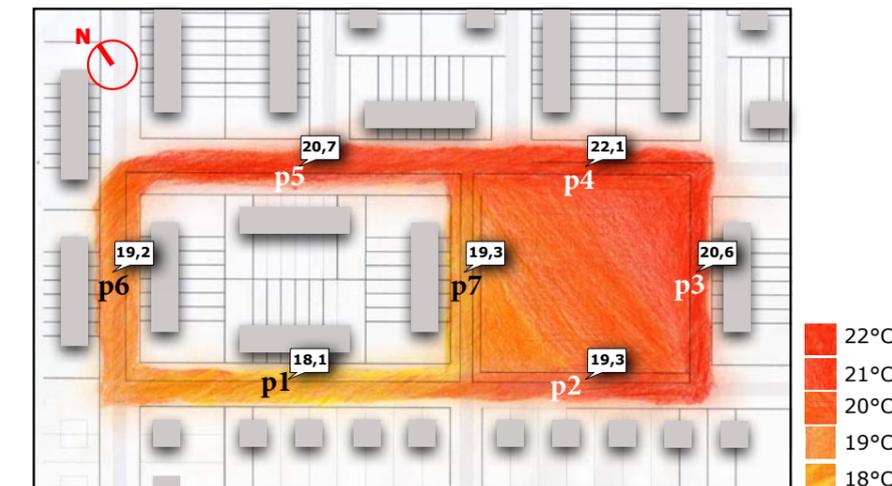


Fig 98: Interpretación de los resultados del experimento en la planta de análisis
Fuente: Elaboración propia

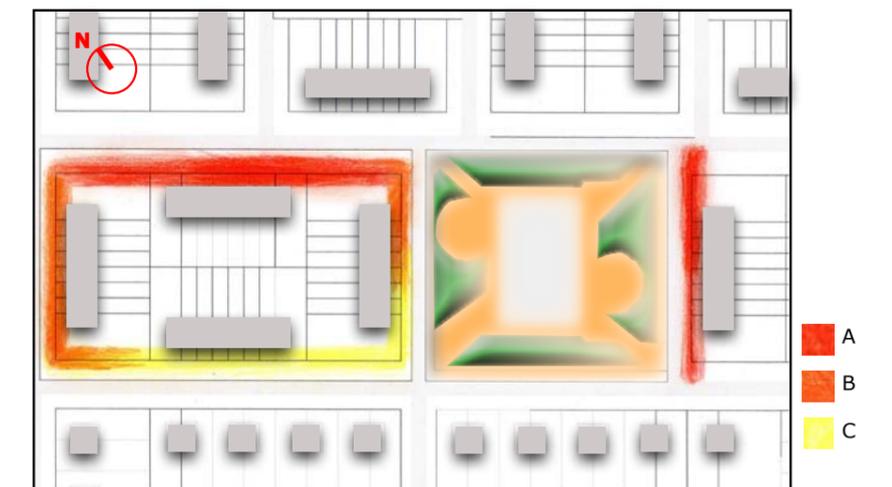


Fig 99: Franja de Calor sobre los bloques, en dónde A corresponde a la zona que recibe mayor insulación durante el día, B corresponde a la zona que percibe calor en las últimas horas de la tarde (bloque poniente) y algunas horas durante la mañana (bloque oriente) y C que corresponde a la zona que casi no percibe radiación solar directa.
Fuente: Elaboración propia

6.6 Experimento 5: Modelamiento tridimensional en Ecotect: Análisis de la situación Original del Conjunto.

Para analizar cada uno de los puntos de la hipótesis planteada al inicio de esta investigación, es necesario entender el comportamiento térmico original del conjunto con la finalidad de analizar de qué manera impactaron las intervenciones que se llevaron a cabo con el pasar de los años en el confort térmico de las viviendas y varias de ellas ya corroboradas por los experimentos realizados *in situ*.

Para este primer experimento de simulación virtual se construyó un modelo tridimensional con la herramienta *Ecotect Analysis 2011*, basado en un levantamiento planimétrico desarrollado previamente. El objetivo de esta etapa es poder visualizar la cantidad de energía en forma de radiación solar que recibía cada bloque en un periodo determinado de tiempo, antes de que los cobertizos y las ampliaciones aparecieran como parte de los bloques. Finalmente la idea de este análisis virtual es leer cada una de estas fachadas y comparar esta realidad con la situación actual de las viviendas.

Para llevar a cabo el análisis se determinó el periodo de mayor radiación solar: "el verano", entre el 21 de Diciembre y el 21 de Marzo, en el rango de tiempo de las 8:00am a las 19:00pm.

En la fig.100 se muestra el rango de sombras para el día 21 de Junio en la cual se observa a priori que los volúmenes de la parte superior no inciden en la fachada norte, lo cual nos da luces de una fachada que recibirá sol directo largas horas del día.

La fig.101 nos muestra que previo a las ampliaciones en patios las sombras arrojadas ya son abundantes.

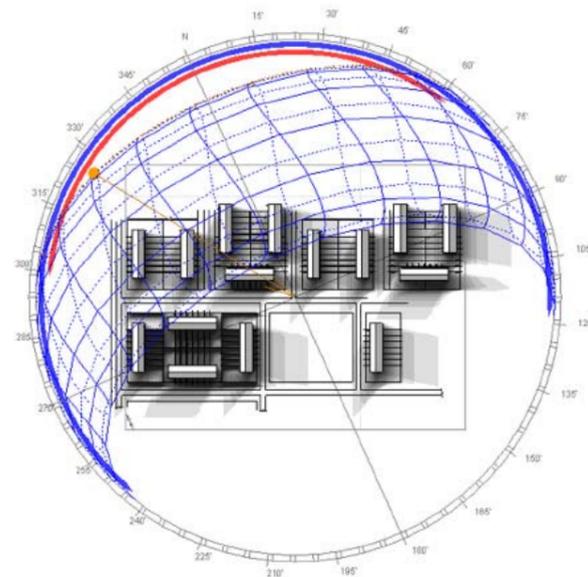


Fig 100: Planta del conjunto analizado con la proyección de sombras del día 21 de Junio y el recorrido del sol en un rango entre las 8am y las 19:00pm durante 1 año. **Fuente:** Elaboración propia, Ecotect Analysis 2011.

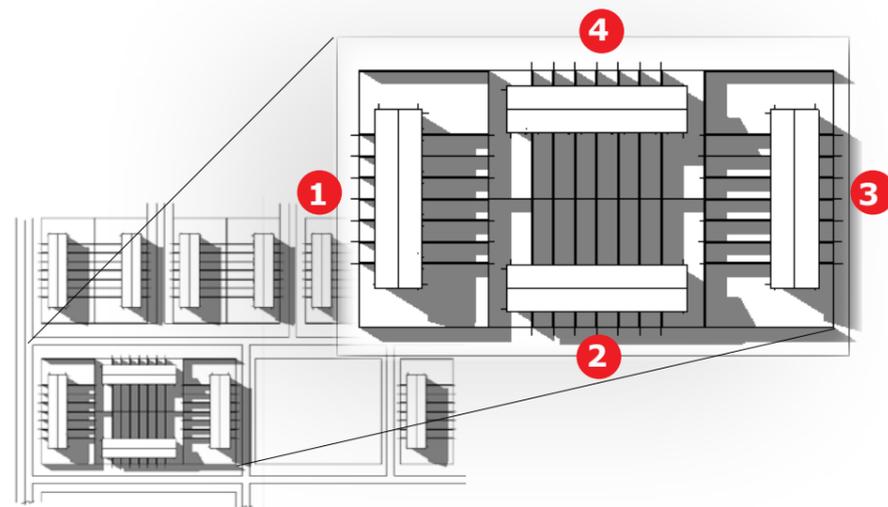


Fig 101: Zoom de la manzana analizada con su proyección de sombras del modelo Original un 21 de Junio a las 15:00hrs. **Fuente:** Elaboración propia, Ecotect Analysis 2011.

ANÁLISIS DE INSOLACIÓN EN PERIODO DE VERANO: 21 DE DICIEMBRE -21 DE MARZO

Resultados del Análisis.

Por lo que podemos ver en esta simulación virtual es evidente la diferencia en los niveles de insolación que se muestran en las diferentes fachadas, siendo las más contrastantes la fachada norte v/s la fachada sur.

La fachada norte tiende a mantenerse en el rango por sobre los 2200 Watts hora, dejando sólo aquella parte de la fachada que esta a un costado de los muros divisorios sectores que bordean los 1370 Watts hora. En el caso contrario, la fachada sur es claramente la más fría de las 4 caras que conforman la manzana, arrojando resultados que bordean los 950 Watts hora, lo que indica casi un 50% menos energía que la fachada norte, además de arrojar cifras cercanas a los 500 Watts hora en la proyección de sombra de los muros divisorios.

En el caso Oriente y Poniente se logra distinguir una similar tendencia hacia el rango de los 1300 Watts hora con la particular diferencia que en la parte superior de la fachada Oriente se observa una franja de disminución en la temperatura próxima a los 500 Watts hora, además de una pequeña franja por sobre los 2420 Watts hora en el borde que da hacia el norte.

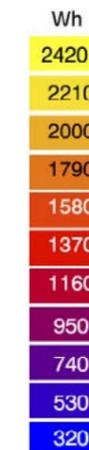


Fig.102: Tabla de medición **Fuente:** Ecotect A. 2011

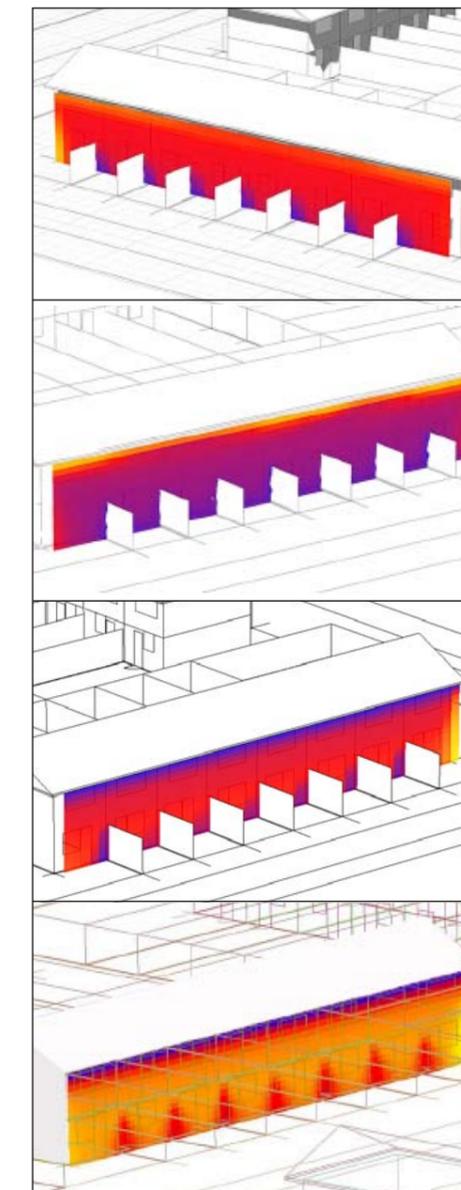


Fig.103: Insolación en fachada PONIENTE. (1) **Fuente:** Elaboración propia, Ecotect A. 2011

Fig.104: Insolación en fachada SUR. (2) **Fuente:** Elaboración propia, Ecotect A. 2011

Fig.105: Insolación en fachada ORIENTE. (3) **Fuente:** Elaboración propia, Ecotect A. 2011

Fig.106: Insolación en fachada NORTE. (4) **Fuente:** Elaboración propia, Ecotect A. 2011

ANÁLISIS DE INSOLACIÓN EN PERIODO DE INVIERNO: 21 DE JUNIO -21 DE SEPTIEMBRE

Resultados del Análisis.

A diferencia del caso anterior, podemos vislumbrar que en invierno las fachadas sur y norte se vuelven más extremas en cuanto a las diferencias de insolación.

En la fig.110 se puede notar el aumento de los niveles de Energía captada por la fachada, lo cual nos permite concluir que esta es una fachada óptima para ganar calor. En el caso contrario la fig.108 nos muestra como la fachada sur se vuelve más fría durante este periodo, como consecuencia del ángulo que toma el sol durante el invierno, dándole la espalda a esta fachada.

Otro dato interesante de este análisis es como la fachada oriente (fig.109) baja del rango de los 1370Wh a los 740Wh durante este periodo, apareciendo una franja de frío en la parte superior e inferior del bloque. Sin embargo la misma figura 109 nos muestra que las caras laterales norte y sur del bloque son afectadas por las mismas diferencias que se ven en las fig.108 y 110, dejando un muro cálido y otro extremo frío.

Por último, la fig.107 nos muestra un aumento de calor en la fachada poniente durante este periodo.

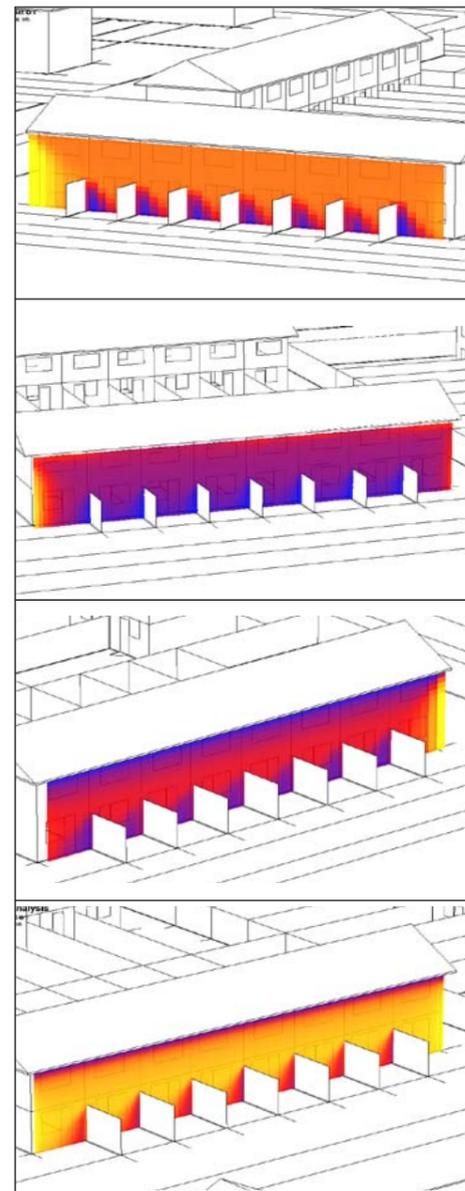


Fig.107: Insolación en fachada PONIENTE. (1)
Fuente: Elaboración propia, Ecotect A. 2011

Fig.108: Insolación en fachada SUR. (2)
Fuente: Elaboración propia, Ecotect A. 2011

Fig.109: Insolación en fachada ORIENTE. (3)
Fuente: Elaboración propia, Ecotect A. 2011

Fig.110: Insolación en fachada NORTE. (4)
Fuente: Elaboración propia, Ecotect A. 2011

COMPARACIÓN: FACHADA SUR

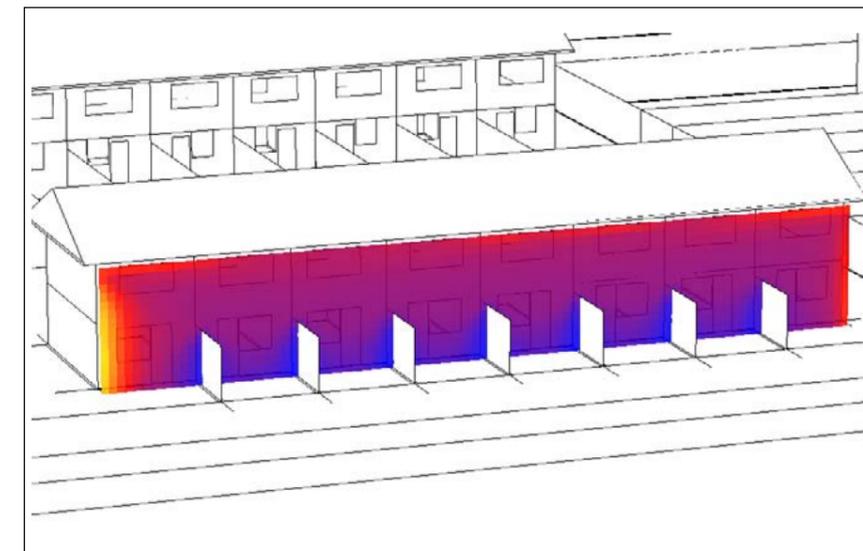


Fig.111: Análisis de Insolación en fachada sur para el periodo de Invierno
Fuente: Elaboración propia.

Una observación importante que se puede rescatar de este análisis es que para el caso del bloque con fachada sur hay que considerar que si bien posee una fachada urbana como se muestra en la fig.103, su fachada solar es la que mira hacia el patio, es decir, hacia el norte, ya que ni en invierno (fig.111) ni en verano (fig.112) es favorecida por la radiación solar. Este factor es muy importante que de inmediato nos avala la hipótesis referida a las intervenciones de sus propietarios, los cuales se ampliaron hacia atrás sin considerar este detalle.

Ahora bien, entendiendo esto, surgirán algunas recomendaciones respecto a este punto.

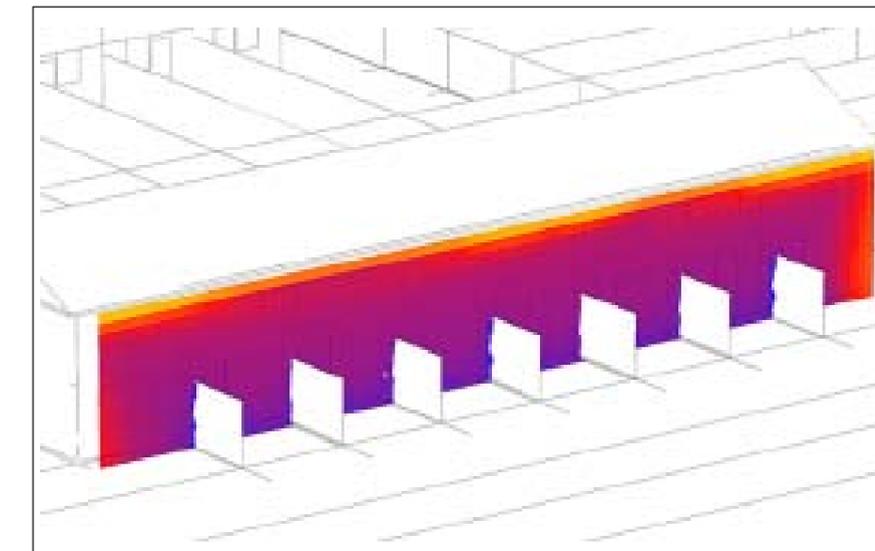


Fig.112: Análisis de Insolación en fachada sur para el periodo de Verano
Fuente: Elaboración propia.

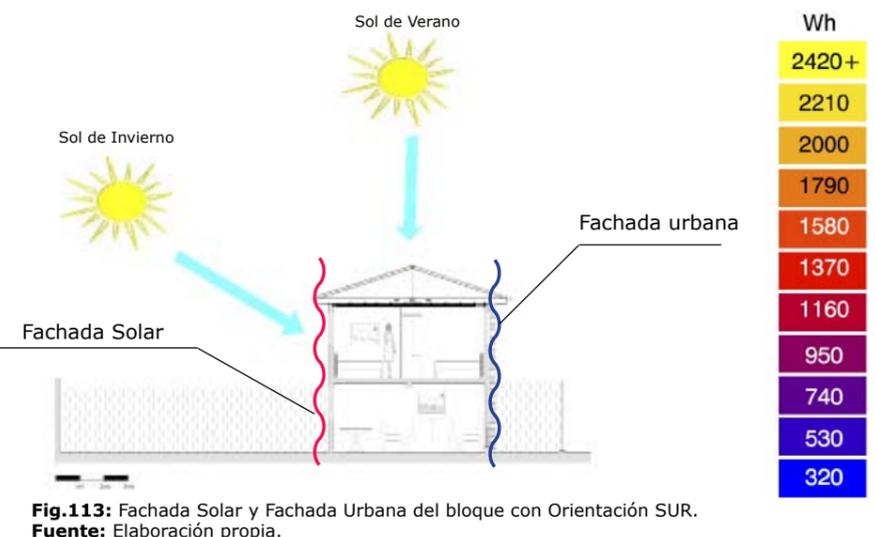


Fig.113: Fachada Solar y Fachada Urbana del bloque con Orientación SUR.
Fuente: Elaboración propia.

COMPARACIÓN: FACHADA NORTE

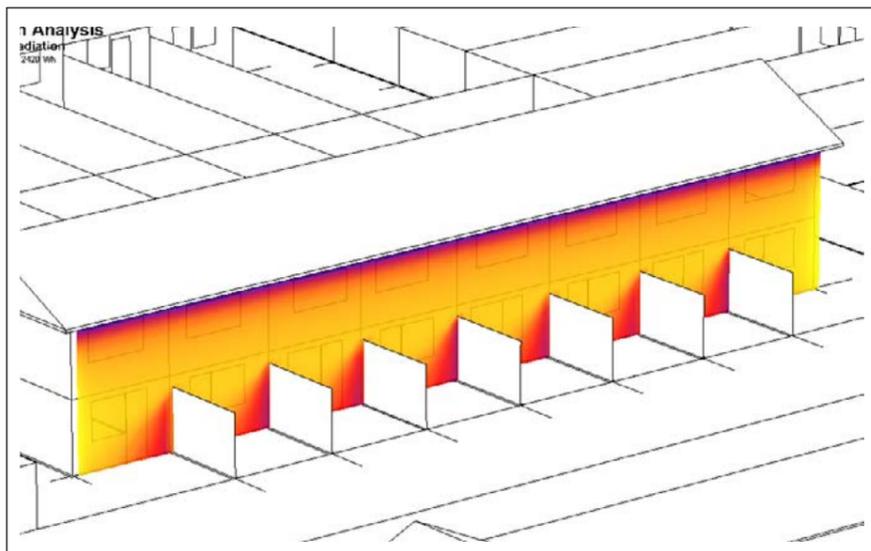


Fig.114: Análisis de Insolación en fachada norte para el periodo de Invierno
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de la fachada norte, la fachada urbana es al mismo tiempo la fachada solar (fig.116), lo cual le otorga un gran potencial para futuras intervenciones en materia de eficiencia energética. Del mismo modo esta fachada nos habla del comportamiento que podría tener la fachada trasera del bloque sur, el cual también podría recibir una buena cantidad de radiación solar si estuviese libre de cualquier obstrucción.

Por último, la fig.115 nos muestra que en periodo de verano el alero ayuda a enfriar la fachada en su parte superior por medio de la sombra que arroja sobre el muro lo cual es un aporte significativo para efectos de enfriamiento natural (sistema pasivo).

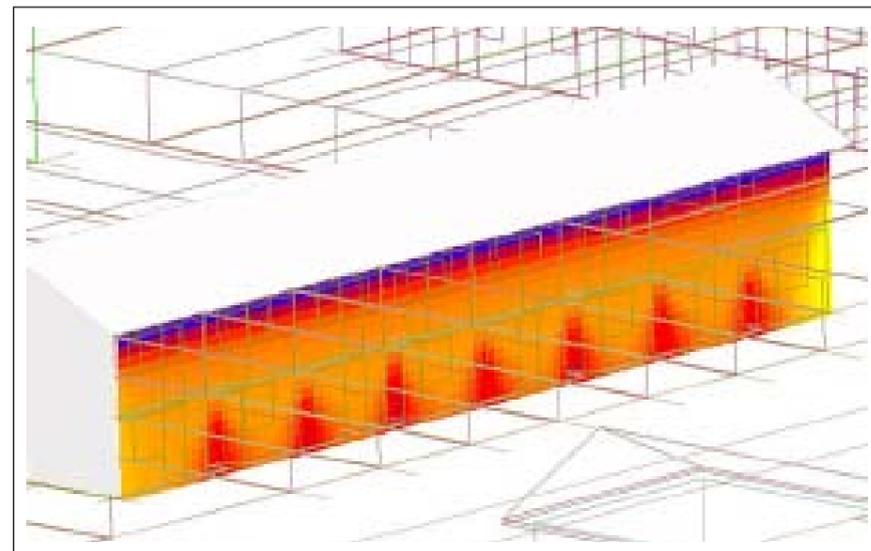


Fig.115: Análisis de Insolación en fachada norte para el periodo de Verano
Fuente: Elaboración propia.

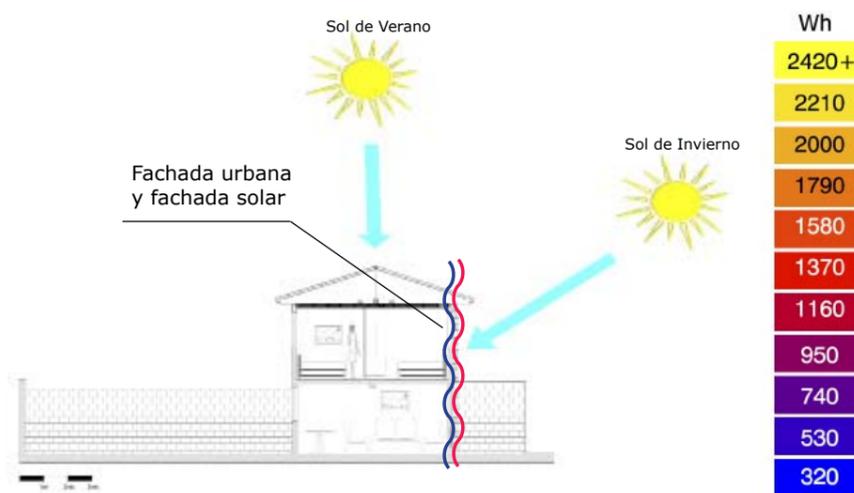


Fig.116: Fachada Solar y Fachada Urbana del bloque con Orientación NORTE.
Fuente: Elaboración propia.

6.7 Síntesis del Proceso de Experimentación:

Si bien a primera vista varios puntos mencionados en las hipótesis fueron avalados por los resultados, es importante señalar que más allá de los resultados, sean positivos o negativos, éstos dan luces de posibles mejorías en las condiciones de habitabilidad de las personas que viven en esta manzana.

Cada uno de los procesos llevados a cabo en este análisis dieron buenos resultados a la hora de arrojar información, ya que esta no solo sirvió para avalar la tesis, sino que también fue útil para reflexionar sobre futuros proyectos de mejoramiento para la calidad de vida de las personas que viven en este barrio y en otros de semejantes características.

Respecto a la experiencia *in situ*, fue difícil separar lo sensorial del aparato de monitoreo ya que en ocasiones parecía ser que no había coincidencia en lo que se sentía y en lo que marcaba el termo higrometro.

Por último, por encima de todo el deterioro que se pudo observar en cuanto a las ampliaciones que las personas han llevado a cabo en sus predios, hay que saber interpretar estos elementos como respuestas a problemáticas que no supieron ser atendidas en el tiempo oportuno ni mucho menos supervisadas por quienes correspondía hacerlo: por los arquitectos.

Por último la fig.117 nos muestra una perspectiva de la manzana estudiada con el recorrido del sol en verano, el cual nos da luces del potencial tremendo que tiene este

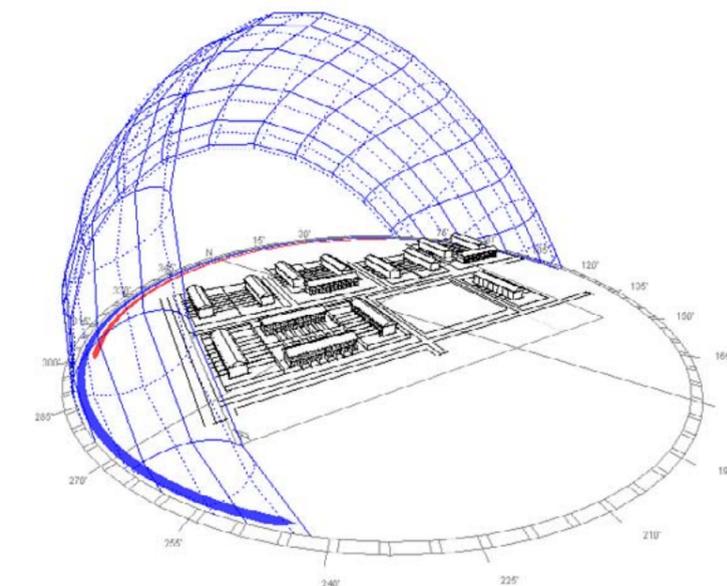


Fig.117: Recorrido del sol en Verano (21 de Diciembre) para la zona analizada.
Fuente: Elaboración propia en Ecotect.

conjunto en cuanto a espacios intermedios, orientaciones, vacíos, y distanciamientos óptimos como para proponer algo diferente.

En el capítulo siguiente se abordarán las principales conclusiones de esta tesis de manera más detallada, además de algunas posibles soluciones con el fin de reflexionar sobre este caso.

Capítulo 7

-Resultados de la Investigación y Reflexiones-

Como se dijo en la síntesis del capítulo anterior, una de las mayores riquezas de esta investigación, más allá de los resultados, fue la diversidad de reflexiones que se pudieron recoger en base a los experimentos ya expuestos.

Respecto a la hipótesis general, esta planteaba lo siguiente:

“En el ámbito de la energía y el urbanismo sustentable, en Chile solo podemos ver avances en la reglamentación térmica para la envolvente de las viviendas. 1-Aún no son suficientes los incentivos que generen un desarrollo urbano con criterios medioambientales, que por ejemplo obligaran a que se proyecten conjuntos habitacionales de acuerdo al recorrido del sol y del viento; por el contrario, todavía se construyen enormes conjuntos de viviendas que quedan con sus recintos habitables mal orientados, trayendo como consecuencias: 2-ineficiencia energética, mal confort térmico y pésima iluminación natural en su interior. Además de esto, 3-las intervenciones humanas han perjudicado aún más el confort térmico y la habitabilidad al interior de las viviendas a causa de la mala configuración espacial y de los escasos conocimientos del diseño arquitectónico”.

Quise dividir esta hipótesis en 3 puntos, para comentar de manera ordenada las ideas que surgieron a partir de estas afirmaciones.

En primer lugar, se afirmaba que los incentivos para el desarrollo urbano con criterios medioambientales no eran suficientes y que sólo existían avances en la reglamentación térmica. Esta afirmación no es correcta, ya que durante el proceso de investigación se pudieron encontrar más herramientas que buscan

fomentar el desarrollo sostenible a través de diferentes mecanismos. Sin embargo, hay que reconocer que aún estos marcos regulatorios son débiles en sus planteamientos y poco rigurosos a la hora de definir conceptos tales como el “derecho solar” por ejemplo. En este aspecto vuelvo a replantear la idea de Cárdenas cuando establece en su paper de Acceso Solar: “El eslabón pendiente en la legislación urbanística chilena sobre la actividad proyectual” (Cárdenas&Uribe, 2012). Además de este concepto, el rol del Arquitecto aún es distante de muchas instancias en las cuales éste debiese ser protagonista. Tal es el caso del Programa de Protección del Patrimonio Familiar, subsidio que es muy valioso como para rehabilitar barrios que hoy en día están deteriorados y que establece dentro de sí un título que aborda y establece la posibilidad de incluir “tecnologías que desarrollen la eficiencia energética en viviendas con problemas de esta índole”. Lo curioso sin embargo es, que no define al arquitecto como asesor y desarrollador exclusivo de esta tarea, si no que más bien es amplio en su concepto. Para muestra de esta afirmación el mismo decreto lo establece así:

Artículo 5, Título II del D.S 255, letra b5:

“Obras de Innovaciones de Eficiencia Energética: Obras que aborden proyectos de innovaciones tecnológicas que contribuyan a mejorar la eficiencia energética de la vivienda o en bienes comunes construidos de una copropiedad a intervenir, de manera de rebajar los gastos generales, costos de mantención y/o los cobros por servicios básicos. Los proyectos a financiar pueden ser, entre otros, colectores solares, iluminación solar, tratamientos de separación de aguas u otros similares”. (PPPF, 2006)

En el Artículo 16 referente a los requisitos para la postulación de este subsidio las letras h, i y k plantean lo siguiente:

h) Contar con la asesoría de un Prestador de Servicios de Asistencia Técnica.

i) Contar con Proyecto de Equipamiento Comunitario y/o Mejoramiento del Entorno, o de Mejoramiento de la Vivienda o de Ampliación de la Vivienda, según corresponda, elaborado por un Prestador de Servicios de Asistencia Técnica.

k) Contar con un constructor o contratista para la ejecución de las obras detalladas en el Proyecto, que cumpla con lo señalado en el artículo 34 de este Reglamento.

El artículo 21 en la letra h plantea:

h) Copia del convenio o contrato firmado con un Prestador de Servicios de Asistencia Técnica, de acuerdo a los modelos tipo proporcionados por el SERVIU.

De aquí podemos extraer varias reflexiones, sin embargo la que mayormente apunta a la tesis es la siguiente:

- ¿Para el MINVU la Eficiencia Energética sólo se consigue a través de tecnología?

- ¿En dónde queda el rol del Urbanista a la hora de aplicar estos subsidios? ¿No sería mejor invertir en estudios previos en cada sector antes de adjudicar un recurso de esta envergadura y conocer los problemas y el potencial que cada sector tiene

seleccionar los mecanismos que se aplicarán para dar solución a cada problema que tenga relación con la Eficiencia Energética?

- ¿El rol del arquitecto para efectos de este programa sólo se aplica como un técnico o prestador de servicios?

Estas son algunas de las preguntas que surgieron a partir de esta lectura detallada que se puede extraer del decreto. La crítica principal es que si este decreto **-ABRE UN CAMPO PARA REHABILITAR VIVIENDAS QUE HAN SIDO PERJUDICADAS EN ASPECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA-** éste debe **RESGUARDAR** en primer lugar la participación de **ESPECIALISTAS EN EL TEMA** y no permitir que un **TÉCNICO** que no se ha especializado en esta materia **TOME DECISIONES** inadecuadas. Desde mi punto de vista esta ambigüedad no le da peso al interés por la Eficiencia Energética. Del mismo modo como el Odontólogo toma decisiones en la dentadura de una persona y el Cirujano plástico toma decisiones en el cuerpo de una persona, los urbanistas y arquitectos deben tomar decisiones sobre la ciudad y la vivienda propiamente tal y los técnicos por su parte deben desarrollar los diseños que los especialistas han determinado para tal o cual lugar.

Otra herramienta que se pudo observar en esta investigación fueron las franquicias tributarias para sistemas de colectores en proyectos habitacionales, las cuales son una buena iniciativa, sin embargo demasiado corta en cuanto a su duración, lo cual según algunos estudios fue perdiendo confiabilidad para las mismas constructoras las cuales las quitaron de sus últimas etapas de proyectos de vivienda. Si bien en un comienzo esto permitió que varios proyectos fueran beneficiados con su apli-

cación, estas medidas debiesen ser a largo plazo: las ERNC necesitan de un largo plazo para dar resultados y la Energía Solar no se queda fuera de este principio, si bien la inversión inicial es alta, en un largo plazo esto se compensará.

Por último, otro dato interesante en cuanto a marcos regulatorios que se pudieron conocer en este proceso es la Ley General de Urbanismo y Construcción la cual en su Párrafo 3 Del Saneamiento de Poblaciones y en los artículos 79 y 81 dice:
PARRAFO 3º.- Del Saneamiento de Poblaciones

Artículo 79º.- Corresponderá a las Municipalidades desarrollar las acciones necesarias para la rehabilitación y saneamiento de las poblaciones deterioradas o insalubres dentro de la comuna, en coordinación con los planes de esta misma naturaleza y planes habitacionales del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo.

Artículo 80º.- En concordancia con el objetivo expresado, la Municipalidad podrá ejecutar directamente, con cargo a su presupuesto, las siguientes acciones:

c) Ejecutar los jardines y plantaciones de las áreas verdes de uso público.

Artículo 81º.- Para prevenir el deterioro progresivo de un sector o barrio, la Municipalidad podrá ejercer las siguientes facultades:

d) Ordenar demoler las construcciones que amenacen ruina, o aquéllas construidas ilegalmente vulnerando las disposiciones del Plan Regulador, bajo apercibimiento de ejecutar directamente la demolición por cuenta del rebelde.

En vista de estos artículos y de lo dispuesto en la OGUC pareciera ser que las herramientas regulatorias en ciertos sectores no se conocen o nunca se han aplicado con severidad. Para muestra de esto, los resultados expuestos en esta tesis respecto al comportamiento térmico, lumínico y de aspectos mínimos de habitabilidad que no cumplen o cumplen muy al límite en las viviendas analizadas.

Ahora bien, ¿que se concluye entonces en esta investigación respecto a este primer punto?:

Las herramientas están, los incentivos también, sin embargo, están dispersos.

Reflexión 1: Para que de verdad exista un desarrollo más contundente sobre Eficiencia Energética, el corazón de la LGUC y la OGUC debe resguardar un principio básico como el derecho solar además de definir más profundamente el deterioro de barrios e incluir el deterioro por falta de condiciones mínimas de habitabilidad y por contaminación y no tan sólo definirlo en aspectos constructivos y estructurales como hasta ahora se ha entendido.

El art. 81º es claro en su encabezado: **PREVENIR EL DETERIORO PROGRESIVO DE UN SECTOR O BARRIO...** Pregunta: ¿Estudios de tesis como esta se podrían considerar como mecanismos de prevención para acusar ciertos patrones que han perjudicado el desarrollo sostenido de un lugar en particular? o más directamente aún: En vez de demoler construcciones ilegales ¿no sería más factible desarrollar programas municipales y estudios en terreno que trabajen en la proyección de ampliaciones que sean realmente eficientes y que no perjudiquen el bienestar de los habitantes?

Los puntos 2 y 3 de la hipótesis general se pudo determinar a través de las sub-hipótesis desarrolladas de manera individual

En cuanto a la sub-hipótesis 1, esta planteaba que:

“Las pequeñas intervenciones humanas pueden afectar positiva o negativamente las condiciones del confort higrotérmico de un proyecto de arquitectura. En una misma cuadra es posible encontrar diversas variaciones en temperatura de acuerdo a los factores de orientación e intervenciones: ampliaciones y/o construcción de cobertizos”.

Como se muestra en el párrafo, se dividió la sub-hipótesis en 2 partes, una referida a las intervenciones y otra referida a las variaciones de temperaturas en una misma cuadra.

La primera parte de esta sub-hipótesis fue probada en el experimento 1 y 3 respectivamente.

El experimento 1 nos arrojó diferencias bien marcadas en las 3 zonas analizadas: a, b y c respectivamente, en donde a correspondía a la zona del antejardín de la vivienda, b el interior y c la ampliación de la parte posterior de la vivienda. El dato más importante de este primer experimento es que la zona con mayor pérdida de calor (la zona más fría) correspondió justamente a la zona ampliada. Por otro lado el mismo experimento nos arrojó patios húmedos, al igual que las gráficas obtenidas a través de la simulación virtual de *Ecotect*, en donde el análisis de sombras nos mostró que los nuevos volúmenes afectaron los patios al actuar como obstrucciones entre si mismas. En la fig.118 podemos ver las sombras sobre el bloque sur, al igual que la de los volúmenes que se distinguen en los patios.

En el aspecto normativo casi la totalidad del conjunto analizado está fuera de norma, ya sea en cuanto al porcentaje de ocupación de suelo, cantidad de metros cuadrados, distanciamiento de vanos de ventanas, ausencia de muros cortafuegos y para efectos de esta tesis: no cumplimiento de las condiciones mínimas de habitabilidad dispuestas en el Art.4.1.10 de la OGUC.

Respecto a la segunda parte de la sub-hipótesis 1 se avala con los resultados obtenidos, ya que en todas las viviendas analizadas se encontraron diferencias entre 1 y 4 grados en distintos puntos de la manzana, principalmente producto de las orientaciones y las modificaciones efectuadas en ella.

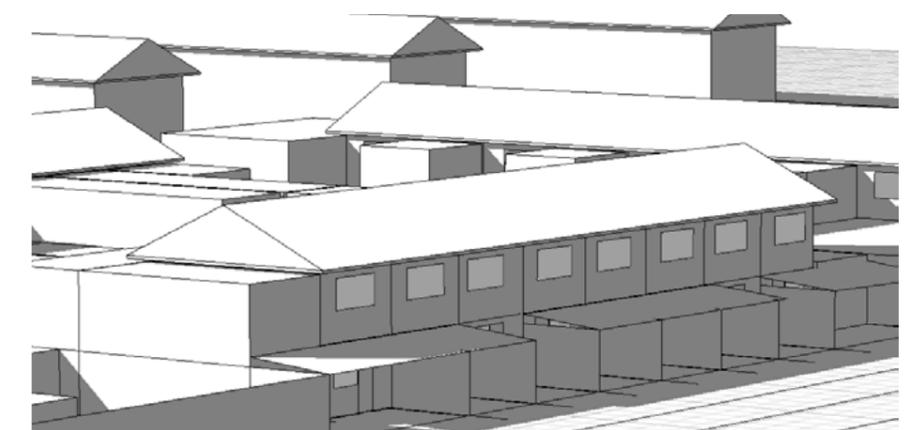


Fig.118: Proyección de sombras para el 21 de Junio a las 15:00hrs, Fachada Sur
Fuente: Elaboración propia en Ecotect.

Por otro lado la Sub-Hipótesis 2 planteaba:

“En la medida que las familias van aumentando los m² construidos (por la necesidad de ampliar sus viviendas), éstas van perdiendo los beneficios del acceso solar, dejando en un segundo o tercer plano las condiciones mínimas de habitabilidad, trayendo como consecuencia la penumbra al interior de los recintos interiores y temperaturas desfavorables al interior de éstos”.

Para esto se llevó a cabo el experimento 2 in situ, el cual demostró que efectivamente las ampliaciones y los cobertizos actúan como elementos obstructivos del acceso solar, dejando en el interior de cada vivienda niveles de lux cercanos a la penumbra. La consecuencia directa de esta condición es el aumento en el gasto energético sobre todo en las familias que son menos beneficiadas por la luz natural (bloque sur y bloque oriente), además de todas las ampliaciones hacia los patios que en su mayoría no cuentan con ventanas al exterior.

La fig.119 nos muestra la penumbra que arrojan las ampliaciones en una vivienda con fachada norte en invierno, en dónde sólo el dormitorio que da hacia el norte es beneficiado con luz natural. En el caso contrario la fig.120 nos muestra como la vivienda original queda en penumbra total durante invierno.

En cuanto a las temperaturas en las ampliaciones, la mayoría está construida sin las condiciones mínimas de aislación térmica, por lo cual las pérdidas de calor son altas y por consecuencia la gente necesita adicionar calor a través de estufas a parafina o eléctricas largas horas del día en invierno además de ventiladores en verano para contrarrestar el sobrecalentamiento.

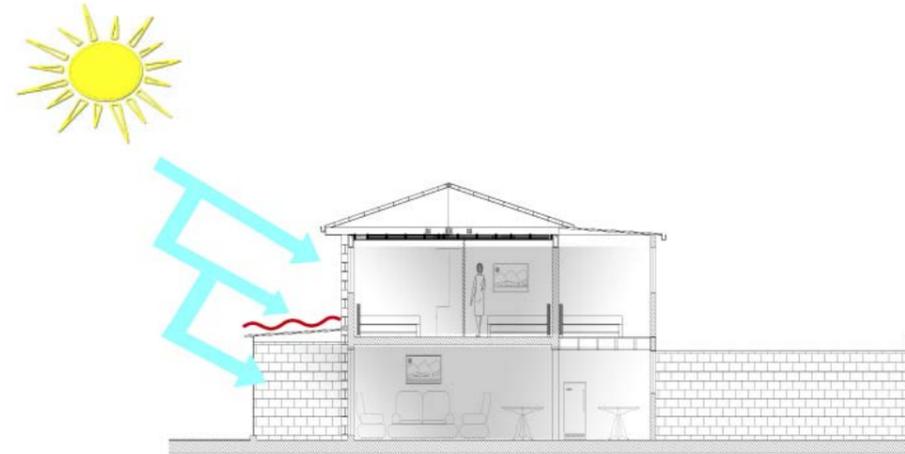


Fig.119: Asoleamiento en Invierno sobre Bloque Ampliado con Fachada Norte
Fuente: Elaboración propia.

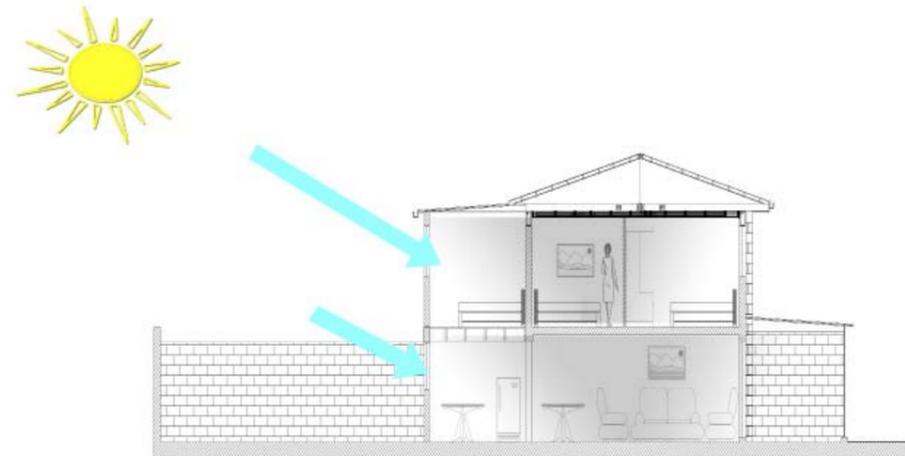


Fig.120: Asoleamiento en Invierno sobre Bloque Ampliado con Fachada Sur
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, dentro de la misma investigación se logró dilucidar un aspecto muy relevante y que concierne a la motivación de la construcción de los cobertizos: “que la gran mayoría de éstos fueron construidos para protegerse de la lluvia”. De aquí regresamos a la hipótesis general y podemos afirmar que los cobertizos han sido una mala respuesta no asesorada a un problema que perfectamente pudo solucionarse de otra forma, incluso que por un menor costo algunas familias pudiesen estar ahorrando electricidad y haciendo uso de luz natural al interior de sus viviendas.

De este mismo punto se descubrió otro factor de igual importancia en las intervenciones de las personas en sus propiedades y es que varios han hecho uso del espacio público, al tomarse entre 1,5mts y 2mts de vereda para ampliar su antejardín y así poder guardar su vehículo al interior de sus casas, motivado por los escasos 3mts de antejardín que poseen las viviendas y en los cuales no cabe un vehículo. A mi apreciación este gesto fuera de norma y llevado a cabo por una solución rápida al problema que es evidente, creo que en vez de solucionar un problema genera otro mucho mayor al conjunto en general, ya que rompe con la línea oficial y genera un sinnúmero de espacios muertos entre una vivienda y otra, obstruye la visibilidad de la vereda y a su vez crea guaridas que podrían ser usadas por delincuentes para ocultarse frente a alguna situación de huida (esto es poniéndose en el peor de los casos que se ha dado).

Para solucionar este problema se plantea la siguiente propuesta:

1- Los 3mts de antejardín efectivamente no son suficientes para guardar un vehículo.

2- Actualmente el bloque Norte y el Bloque sur cuentan con 5mts de vereda.

3- Las viviendas cuentan con un patio de 11mts aproximadamente, de los cuales entre 3 y 4 se han ampliado (algunos casos lo han hecho en un 100%) con material ligero. El resto se usa para tendederos de ropa y algunas bodegas.

Propuesta:

Considerando que La Comuna El Bosque es la Comuna con menor % de áreas verdes por habitantes en la Región Metropolitana (sólo 8 de las 32 Comuna superan los 9m² de áreas verdes por habitante que recomienda la OMS como muestra la fig.121), se propone intercambiar 2,5mts de frente para que los vehículos se puedan guardar sin mayor inconveniente, y que cada vivienda ceda 2,5 de su patio para la generación de una franja verde interior que permita entre otras cosas:

- Mejora de la calidad del aire.
- Protección de la biodiversidad
- Captura del Carbono
- Control de la T° en periodo de Verano
- Integración social en la manzana a través de la inserción de algún programa comunitario que permita el desarrollo social (huerta comunitaria).

Todo este programa bajo la línea investigativa de esta tesis que pone en valor el acceso solar en edificaciones. La fig.122 nos presenta una planta que se acerca a algunas recomendaciones en base a las conclusiones aquí mencionadas en base a los resultados del análisis.

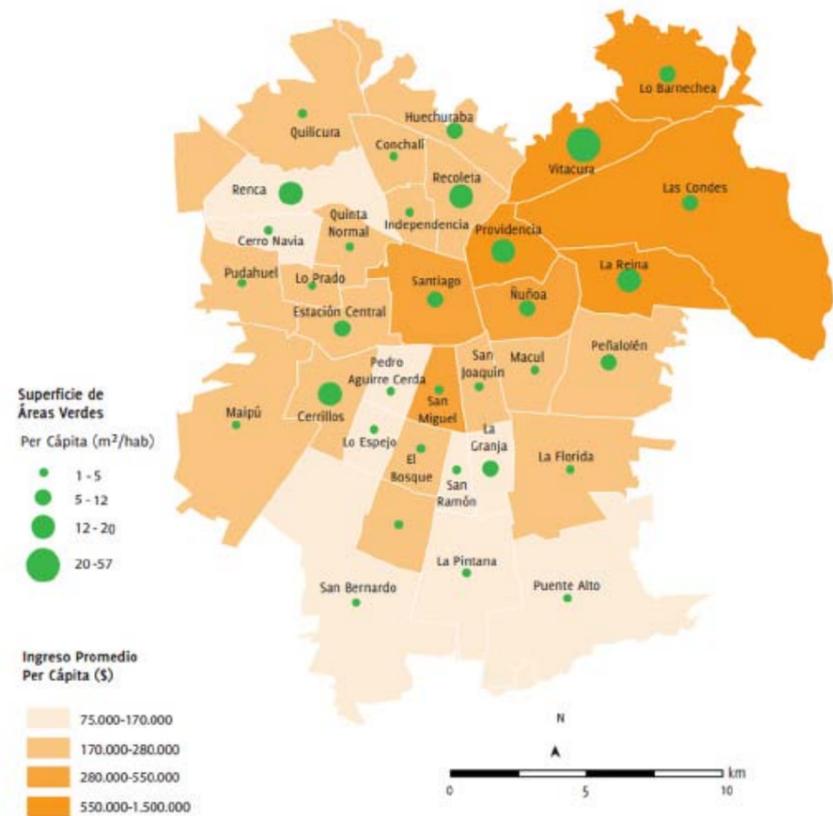


Fig.121: Áreas verdes por habitante (m²/hab) e ingreso promedio per cápita (\$) en las comunas del Gran Santiago
Fuente: http://www.mma.gob.cl/1304/articles-52016_Capitulo_6.pdf

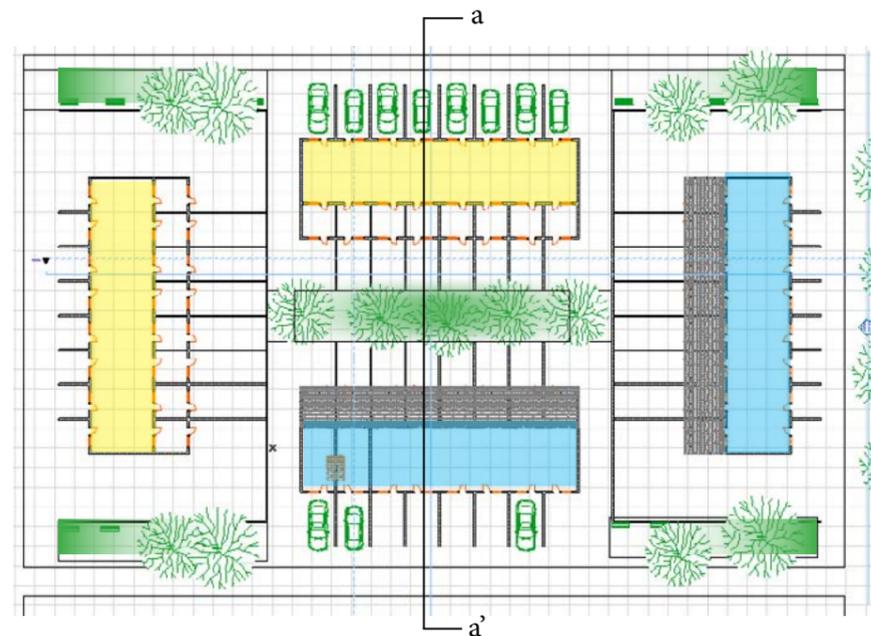


Fig.122: Planta de propuesta para el mejoramiento de una manzana deteriorada. Los bloques amarillos se proponen de 2 pisos con ampliaciones hacia la parte posterior como se muestra en el corte a-a' de la fig.123. Los bloques celestes se proponen de 3 pisos con el fin de no obstruir la fachada solar del bloque sur ni del bloque oriente con una ampliación en 1er piso con cielo traslúcido.
Fuente: Elaboración propia.

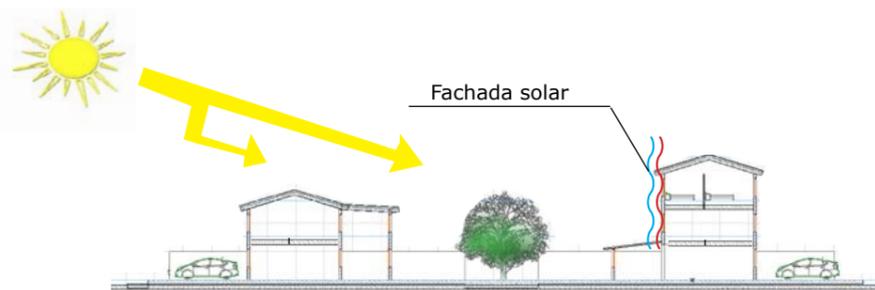


Fig.123: Corte a-a' de la propuesta.
Fuente: Elaboración propia.



Fig.124: Elevación de la fachada Sur de la manzana.
Fuente: Elaboración propia.



Fig.125: Elevación de la fachada Norte de la manzana.
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 126: Vista de la Fachada Sur.
Fuente: Elaboración propia.



Fig. 127: Vista del Patio Interior propuesto para la manzana estudiada.
Fuente: Elaboración propia.

Por último la Sub-Hipótesis 3 planteaba que:

“Al sumar los factores de materialidad, color, orientación, calidad de la intervención y elementos del entorno que acompañan la intervención **es posible identificar un microclima al interior de cada vivienda**, como consecuencia de la -falta de disipadores de calor y el aumento de la absorción de la radiación solar por las estructuras de la ciudad- (Santamouris 2001) (en este caso los elementos que conforman las ampliaciones en cada vivienda)”

Para el caso de esta sub-hipótesis no fue posible avalarla ya que las variables fueron muy pocas como para definir un microclima.

Sin embargo bajo esta misma metodología, y con más instrumentos de monitoreo por tiempos más prolongados es posible definir un microclima local que pueda servir como base para futuros proyectos bioclimáticos. Las variables están, solamente falta definir las.

En síntesis, la manzana analizada es una muestra de lo que se puede llegar a proponer si se analizan las pequeñas variaciones que se dan en un espacio determinado. Se reafirma la hipótesis planteada por OKE, quien plantea que: *"todas las superficies y objetos tienen su propio microclima en él y en sus inmediaciones. Las temperaturas del aire pueden variar algunos grados en distancias muy cortas, incluso milímetros, y el flujo de aire puede ser perturbado incluso por objetos muy pequeños.* (OKE, 2006).



LGUC: Define esta situación como "Deterioro"



OGUC: Determina el no cumplimiento de las normas básicas de Edificación.



Los programas de Eficiencia Energética deben ser guiados por ESPECIALISTAS en la materia por lo que se debe cambiar el ambiguo concepto de Asistente técnico.



Uno de los primeros cambios que se debe dar, es la puesta en valor de la ENERGÍA SOLAR y el derecho solar.

Queda aún mucho por hacer en esta materia, sobre todo en lo que respecta a Eficiencia Energética.

Espero que este breve experimento sirva de base a futuras investigaciones y la metodología empleada permita una apertura a nuevas formas de plantear proyectos tales como subsidios y/o programas apuntados a sectores sociales, entendiendo que pequeñas intervenciones pueden cambiar la calidad de vida de familias completas. La ciudad crece, el espacio disponible escasea mientras en paralelo hay sectores que se están deteriorando de manera significativa. Necesitamos avanzar en cuestión energética y no debemos desaprovechar el recurso que más abunda en este país: La Energía Solar, base de una buena eficiencia energética.

Bibliografía

-Libros, documentos e información consultada-

ALLENDES FERNANDO (presidente de Asociación Chilena de Energía geotérmica) 2013, "Entrevista a programa radial GPS sobre el actual escenario energético en Chile, con la periodista Soledad Oneto". Radio Cooperativa, Chile.

Disponible en: <http://www.cooperativa.cl/>. [24-04-2013]

ARROBA M., MENCÍAS D., MENESES JA., GRAU J. 2012, "La influencia del Color en el comportamiento térmico de un edificio y su entorno", IE Universidad. IE School of Architecture, Expuesto en el XV Congreso Ibérico y X Congreso Iberoamericano de Energía Solar. Vigo, Galicia, España, 19-22 Junio 2012, pp. 69-74

ATECOS (ASISTENTE TÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE) 2011, *Diseño Bioclimático*, Fundación Universidad Autónoma de Madrid (FUAM), España. Disponible en: < http://www.miliarium.com/ATECOS/HTML/Soluciones/Fichas/Diseno_bioclimatico.PDF> [3 de Marzo 2013]

BUSTAMANTE, W.; S, LUCI Y M. SANTIBÁÑEZ (2009). "Clima y Vivienda. Guía de Diseño". Disponible en web http://www.uc.cl/sw_educ/vivienda/, Santiago, Chile. [4 de Enero 2013]

BARDOU, P.; ARZOUMANIAN, V. (1980); "Sol y Arquitectura". Editorial G. Gili, Barcelona. [online] disponible en: http://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Parametros_climaticos_casa_pasiva.png [4 de Febrero 2013]

BAYLIS, JOHN; SMITH, STEVE. (2005); "La globalización de la política mundial" (3ª ed). Oxford. Oxford University Press. P.454-455

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE – BCN; "Ley Corta I y II". Disponible en: http://www.bcn.cl/carpeta_temas_profundidad/ley-corta-1-2-electricidad, consultado el 5 de Enero del 2013.

BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE - BCN; "Constitución Política de Chile de 1980". Disponible en: <<http://www.bcn.cl/lc/cpolitica>> [8 de Febrero del 2013]

CAMPLIGIO, LUIGUI Y OTROS. (1994) "The Environment After Río", London: Graham & Trotman ; Martinus Nijhoff, pp. 3-13.

CÁRDENAS, LA 2012, "Caracterización de patrones Bioclimáticos en tejidos urbanos residenciales". Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Cuadernos de Investigación Urbanística N°82. Disponible en: < <http://polired.upm.es/index.php/ciur/article/view/1840>> [10 Diciembre 2012]

CÁRDENAS L.A., MORALES L., RUIVO C. 2012, "Análisis del Efecto del sombreado exterior en la radiación solar incidente sobre fachadas de un edificio educacional en un entorno urbano de alta densidad", Expuesto en el XV Congreso Ibérico y X Congreso Iberoamericano de Energía Solar. Vigo, Galicia, España, 19-22 Junio 2012, pp. 63-68

CÁRDENAS JIRÓN, L.A.; URIBE ARAYA, P. (2012); "El eslabón pendiente en la legislación urbanística chilena sobre la actividad proyectual". Revista de Urbanismo ISSN0717-5051. Acceso Solar a las Edificaciones. [online] disponible en: <<http://www.revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/viewFile/20922/22185>> [2 Octubre 2012]

CARSON, RACHEL (1962); *Primavera Silenciosa*. Editorial Crítica, S. L., Barcelona 2010. [online] Disponible en: < http://books.google.cl/books/about/Primavera_Silenciosa.html?id=0uYjAAAACAAJ&redir_esc=y> [2 de Julio 2013]

CASTEJÓN V., EMILIO 1983, "NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación", Ministerio de Trabajo y asuntos sociales, Barcelona, España. Disponible en: < http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_074.pdf> [6 de Marzo 2013].

CHILE - MINVU 2012, *Ordenanza General de Urbanismo y Construcción*. Ed. Publiley. Santiago, Disponible en: < http://www.minvu.cl/incjs/download.aspx?glb_cod_nodo=20061113162221&hdd_nom_archivo=OGUC%20Noviembre%202012.pdf> [3 Abril 2013]

CHILE - MINVU *Manual de Aplicación de la Reglamentación Térmica*. Disponible en: <http://www.minvu.cl/opensite_20070417155724.aspx> [5 Junio 2013]

CHILE - MINVU *Reglamenta Programa de protección del Patrimonio Familiar*. División de Política Habitacional, TEXTO ACTUALIZADO DEL DECRETO SUPREMO N° 255, (V. y U.), de 2006, D.O. de 25.01.07. Disponible en: < http://www.minvu.cl/opensite_det_20110425113800.aspx> [5 de Agosto 2013]

CHILE - MINISTERIO DE ENERGÍA "Análisis del Marco Regulatorio para incorporar fuentes de Energías Renovables no Convencionales en el mar chileno", Revisado por PHILIPPI YRARRÁZAVAL PULIDO & BRUNNER, Mayo 2013. Disponible en: < <http://www.minenergia.cl/documentos/estudios/analisis-del-marco-regulatorio-para.html>> [8 Junio 2013]

CHILE - MINISTERIO DE HACIENDA "LEY N° 20.365 y SU REGLAMENTO sobre FRANQUICIA TRIBUTARIA RESPECTO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS", DECRETO N° 331, de 2010, Publicada en el D.O. de 19 de agosto de 2009 y con vigencia hasta Diciembre del 2013. Disponible en: <<http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1005169>> [5 Septiembre 2013]

CHILE - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE "Institucionalidad Ambiental". Disponible en: <<http://www.mma.gob.cl/1304/w3-propertyvalue-16227.html>> [28 de Febrero del 2013]

CHILE - INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN) 1977, *Norma Chilena Oficial - NCh1079 Of.77*, Arquitectura y Construcción - Zonificación Climático Habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico, Santiago, Chile. Disponible en: <<http://seigrapa.weebly.com/uploads/1/1/8/2/11828201/nch1079-1977.pdf>> [15 de Febrero 2013]

CHILE - MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS 2011, *Términos de Referencia Estandarizados (TDRe) con parámetros de Eficiencia Energética y Confort Ambiental*, Dirección de Arquitectura, Gobierno de Chile. Disponible en: <http://www.arquitecturamop.cl/centrodocumental/Documents/TDRe_MOP-DA_Parte1.pdf> [3 de Junio 2013]

CUELLO, J. 2012, La verdad sobre los Ecobarrios. 8 de Agosto del 2012. José Fernando Cuello: Blog. Disponible en: <http://urbanismosostenible.blogspot.com/2012/08/la-verdad-sobre-los-ecobarrios.html>

DECLARACIÓN DE RIO, 14 de Junio de 1992, *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo*, Disponible en: <http://www.bioculturaldiversity.net/Downloads/Papers/Rio_declaration_Spanish.pdf> [2 de Noviembre del 2012]

DE HERDE, ANDRÉ & ALLAN LIÉBARD (2005). "*Taraté d'architecture et d'urbanism bioclimatiques*. Observatoire des énergies renouvelables, Paris, Francia.

DE LAS CASAS, LIZARDO 1999, '*Contribuciones para la formación de una estrategia interamericana para la agricultura*', Consorcio de planeamiento y Coordinación -CONPLAC-, San José, Costa Rica, Pág. 7 [online] Disponible en: <<http://books.google.cl/books?id=6mIAXHnFj7EC>> [2 de Enero 2013]

ETIMOLOGÍA de Método, 2013. Disponible en: <<http://etimologias.dechile.net/?me.todo>> [6 de Agosto 2013]

FAU 2012, *Académica del Departamento de Urbanismo U. de Chile organiza Seminario Iberoamericano en Madrid*. Disponible en: <<http://www.fau.uchile.cl/noticias/86061/academica-de-urbanismo-fau-organiza-seminario-en-madrid>> [5 de Enero del 2013]

FERNÁNDEZ MONTT, RENÉ (Máster en Negocios Bancarios y Agente Financiero), 2012, "*Boom inmobiliario en Chile: ¿Existen motivaciones para creer que se está gestando una burbuja inmobiliaria?*", disponible en: <http://www.pymesur.cl/industria-y-actualidad/4159.html> [online], [consultado el 25 de Julio del 2013].

GALLARDO SUSANA (periodista) 2013, "*Noticiero vespertino*". Radio Bio-bio, Chile. Disponible en: <http://www.biobiochile.cl/> [12-06-2013]

GIVONI, BARUCH (1998). "*Climate considerations in building and urban design*". John Wiley and Sons, Nueva York, Estados Unidos.

GOLIZNAR Y PEDRUEZA, 2011, Ecobarrios en Francia, Nueva Arquitectura Urbana. 28 de Aril del 2011. Cala Goliznar e Íñigo Pedrueza: *Blog*. Disponible en: <<http://blog-francia.com/actualidad/ecobarrios-en-francia-nueva-arquitectura-urbana.html>>. [14 de Junio del 2013]

GRÁFICO DE MATRIZ ENERGÉTICA disponible en: <http://www.chilerenovables.cl/matriz-energetica-proyectada-de-chile-al-2020-muestra-fuerte-alza-del-uso-del-carbon/> (2008)

HERNÁNDEZ CALLEJA, ANA 2008, '*Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables*', Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Norma Española UNE-EN-ISO 7730, España. Disponible en: <<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/nTP-779.pdf>> [8 de Agosto 2013]

HIGUERAS , E & CÁRDENAS LA 2012, '*Resumen del Estudio del Potencial Solar de Edificios en Tejidos Urbanos*'. Tríptico de presentación del *Seminario de difusión, La Ciudad Solar*, Universidad Politécnica de Madrid, 17 de Octubre del 2012. Disponible en: <http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Gabinete%20del%20Rector/Notas%20de%20Prensa/2012/10/documentos/SOLAR_triptico.pdf> [25 de Noviembre 2012].

HIGUERAS GARCÍA, ESTER 2003. "La ordenanza bioclimática de Tres Cantos, Madrid. Últimos avances en planificación ambiental y sostenible"., *Revista de Urbanismo* n°20. Disponible en: <<http://revistaurbanismo.uchile.cl/index.php/RU/article/viewFile/8/8>> [4 Diciembre del 2012]

HOLMBERG JOHAN (1993); "*Facing the Future, Beyond the Earth Summit*", Londres, International Institute for Environment and Development, p. 12.

HUNEEUS, CARLOS (2007); "*Argentina y Chile: el conflicto del gas, factores de política interna Argentina*", Instituto de Estudios Internacionales ISSN 0716-0240 • 179-212 - Universidad de Chile. Pág. 196 [online] Disponible en: <http://www.revistaei.uchile.cl/index.php/REI/article/viewFile/14131/14435>

ILUSTRE MUNICIPALIDAD EL BOSQUE 2011, *Territorio*. Disponible en: <<http://www.imelbosque.cl/contenido/contenido.php?seccion=territorio>>. [10 de Septiembre 2012]

KREIMAN, A 2010, *Vauban y Riesefeld, Ecobarrios de Alemania*. Disponible en: <<http://sobrealmania.com/2009/11/23/vauban-y-riesefeld-ecobarrios-de-alemania/>> [5 de Agosto 2013]

LAVIGNE, PIERRE (2003); "*Arquitectura Climática*", Una contribución al desarrollo sustentable. Tomo 1. Bases Físicas. Universidad de Talca, Talca, Chile.

LECUE ANTONIA. (2011); "*Situación actual de la energía solar fotovoltaica en el mundo según el Plan de Energías Renovables PER 2011-2020*". [online]. Disponible en: <<http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=6209>> [Consultado el 15 de Julio del 2013]

LOYOLA G. EDGARDO E., (2009); "*Legislación Política y Ambiental en Chile: ALGUNOS ASPECTOS LEGALES Y NORMATIVAS AMBIENTALES VIGENTES*". Universidad Técnica Federico Santa María. [online], disponible en: http://pad.rbb.usm.cl/doc/6302532/95602_ASPECTOS_AMBIENTALES/LEGISLA_AMBIENTAL__E_LOYOLA__WORD.pdf> [2 de Agosto 2012]

LOZANO CUTANDA, BLANCA (2009); "*Derecho Ambiental Administrativo 10ª Edición*", Editorial DYKINSON, Madrid, Pág. 48. [online] Disponible en: <http://books.google.cl/books/about/Derecho_ambiental_administrativo.html?id=owSxe_R-8XIC&redir_esc=y>. [2 de Febrero 2013]

MALDONADO, PEDRO (profesor) 2012; Artículo: ¿Qué política energética necesita Chile? – Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile, [online] disponible en: <http://www.inap.uchile.cl/columna-de-opinion/671-i-que-politica-energetica-necesita-chile.html>

OLGYAY, VICTOR. (1963) "*Desing with climate*. Princeton: Princeton University. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

OLGYAY VICTOR, (1998); "*Arquitectura y Clima. Manual de Diseño bioclimático para Arquitectos y Urbanistas*". Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

OLIMPIADAS NACIONALES DE CONTENIDOS EDUCATIVOS EN INTERNET., Sin información de fecha, "*Centrales Mareomotrices*". Disponible en: <<http://www.oni.escuelas.edu.ar/olimpi98/energia-vs-ambiente/mareomo.htm>> [Consultado el 5 de Enero del 2013]

OKE, TIM R. (2006); "*Initial Guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites*" INSTRUMENTS AND OBSERVING METHODS REPORT No. 81, WMO/TD-No. 1250, Canada. [online], disponible en: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/IOM-81/IOM-81-UrbanMetObs.pdf>

PATAGONIA SIN REPRESAS, (s.i); Blog, disponible en: <http://www.patagoniasinrepresas.cl/final/contenidophp?seccion=problema_politica> [12 de Febrero 2013]

RABINO, PABLO 2008, *Casa Solar Pasiva, Ahorro Energético y Climatización Natural*. Disponible en: <<http://www.vivirhogar.es/casa-solar-pasiva-ahorro-energetico-y-climatizacion-natural.html>>. [4 de Mayo 2013]

RYBCZYNSKI, W. (1992). LA CASA. HISTORIA DE UNA IDEA. NEREA

RODRÍGUEZ BECERRA, MANUEL. (1997); "*Colombia: entre la inserción y el aislamiento*". Bogotá. Siglo del Hombre Editores, IEPRI, Universidad Nacional. pp232-260

RODRIGUEZ JAQUE G., (2011); Chile paraíso energético, depende de energías foráneas contaminantes. Documento de trabajo. Departamento Ingeniería Civil Universidad de Chile. [online]. Disponible en: <http://www.urbeverde.com/chile-paraíso-energetico-depende-de-energias-foraneas-contaminantes/> [Consulta: 10 Diciembre 2012]

SANDS, PHILIPE (1990); "*Principles of international environmental law*", Manchester, Manchester University Press, 1995, pp. 25-62. L.K. Cadwell, International Environmental Policy, 1990, pp. 1-40.

SANTAMOURIS M., (2001); "*Energy and climate in the urban built environment*". James and James (Science)

SANTAMOURIS, M, GAITANI, N, SPANOU, A, SALIARI, M, GIANNOPOULOU, K & VASILAKOPOULOU K 2012, *Using cool paving materials to improve microclimate of urban areas e Design realization and results of the flisvos project*. Athens, Greece. [online] Disponible en: <www.elsevier.com/locate/buildenv> [10 de Marzo 2013]

SANTAMBROSIO, EDUARDO E. 2001, *Tecnología y Medio Ambiente*, Colección Cuadernillos UCEL, Universidad del Centro Educativo Latinoamericano, Rosario, Argentina, Pág. 7. [online] Disponible en: <<http://auth.ucel.edu.ar/upload/LIBROS/SANTAMBROSIO,%20E.%20Tecnologia%20y%20medio%20ambiente.pdf>> [5 de Agosto 2013]

SARRICOLEA ESPINOZA P.; MARTÍN-VIDE J. (2012); "Distribución espacial de las precipitaciones diarias en Chile mediante el índice de concentración a resolución de 1mm, entre 1965-2005". Grupo de Climatología, Universidad de Barcelona; Departamento de Geografía. Universidad de Chile.

SERRA, RAFAEL; COCH, HELENA (1995); "*Arquitectura y Energía Natural*", Edicions UPC, de la Universitat Politècnica de Catalunya, SL, España. Disponible en: < <http://es.scribd.com/doc/44792534/Arquitectura-Y-Energia-Natural-Rafael-Serra-y-Helena-Coch> > [5 de Julio del 2013]

TOKMAN R., MARCELO (2008); "*Política Energética: Nuevos Lineamientos, Transformando la Crisis Energética en una Oportunidad*", CONAMA. [online]. Disponible en: http://www.revistaei.cl/pdf/Politica_Energetica_Nuevos_Lineamientos_08_2.pdf [Consulta: 8 Noviembre 2012]

WACKERNAGEL M. Y REES W., (1996); "*Reducing human impact on Earth. Grabiola Island, New Society Publishers*".

WORLD ENERGY OUTLOOK 2011, *Agencia Internacional de la Energía (AIE)*. Disponible en: http://www.repsol.com/es_es/corporacion/conocer-repsol/contexto-energetico/matriz-energetica-mundial/ [Consultado el 10 de Junio del 2013].

ZANOTTI M. 2012, Impactantes protestas: Comunidad vs proyectos polémicos. Disponible en: < <http://www.guioteca.com/energia-y-sustentabilidad/impactantes-protestas-comunidad-vs-proyectos-polemicos/> > [Lunes 20 de Agosto del 2012].

A n e x o s

- I n f o r m a c i ó n A d i c i o n a l -

9.1 Periodo de "dictadura"¹ de Augusto Pinochet (1973-1990)

En materia energética lo que podemos rescatar de este periodo es que *"la actual matriz energética de Chile es una de las tantas herencias de la dictadura, ya que la privatización y transnacionalización del sector energético en el país (especialmente en el ámbito de la electricidad) ha favorecido la instalación de un régimen de mercado energético, que al basarse exclusivamente en los criterios de la oferta y la demanda, privilegia la venta de energía como mercancía, por encima de la satisfacción de las reales necesidades energéticas en la población, causando que las tarifas energéticas se alejen de la capacidad de pago de amplios sectores"*¹.

No quisiera abundar en mayores detalles de este periodo, porque considero que el aspecto más importante es esta herencia de mercadotecnia.

¹La dictadura es la forma de gobierno que se concentra en las manos, o de una sola persona (denominada dictador) o de un grupo de personas afines a una ideología o movimiento, los cuales poseen el poder absoluto, controlando éste los tres poderes del estado: el legislativo, el ejecutivo y el judicial. Aunque muchos dictadores han obtenido el título de Presidente, ciertos sectores opositores a una dictadura consideran que esto trae el único propósito de aparentar una legitimidad que no poseían, por el contrario, los grupos afines de una dictadura en particular consideran que afianzan la calidad de legítimo a tal tipo de gobierno, y en particular, a quienes posean el poder del Estado. Las dictaduras se caracterizan por ostentar poderes extraordinarios, a menudo no constitucionales, o de facto, generando por lo general regímenes déspotas y tiránicos, a menudo violentos.

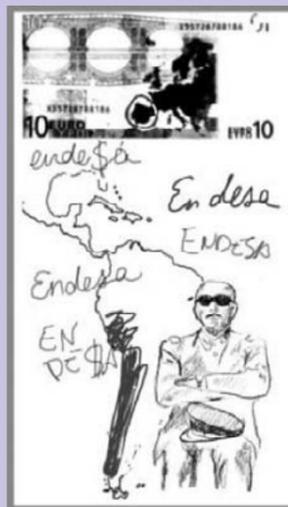
Fuente: <http://www.definicion.org/dictadura>

¹Antonio Elizalde Hevia, Mario González Gutiérrez. Chile: ¿autosuficiencia o "autismo" energético?. La tensión entre integración regional y sustentabilidad. revista de la Universidad Bolivariana Volumen 7, N°21, 2008. pags: 37-62

En 1943, bajo el Gobierno de Juan Antonio Ríos (Frente Popular), se crea Endesa con el objetivo de desarrollar el Plan de Electrificación del país, incluyendo la generación, el transporte, producción y distribución de energía eléctrica. Endesa llegó a ser una de las principales empresas nacionales, siendo la base del desarrollo hidroeléctrico del país.

Por otro lado, la Compañía Chilena de Electricidad (Chilectra), segunda empresa de electricidad más grande (a cargo de distribuir y comercializar la energía eléctrica en la Región Metropolitana y en la V región, las dos regiones más pobladas de Chile), se funda en 1921 por agentes privados extranjeros y es nacionalizada en 1970, bajo el Gobierno de Salvador Allende.

Tras el golpe de Estado de 1973 y la llegada de la dictadura militar se reestructura el modelo de desarrollo y el sector eléctrico. En 1980 comienzan las privatizaciones en el sector. En un principio fueron pequeñas licitaciones públicas de empresas eléctricas en el Sur del país (SAETAL y FONDEL) que pasan a manos privadas nacionales, para luego iniciar las privatizaciones a las más importantes empresas (Endesa y Chilectra).



En la segunda mitad de los años ochenta se genera la más importante privatización del sector eléctrico, Endesa y Chilectra, cambiando radicalmente toda la estructura del sector, de predominio casi total del Estado en la producción y distribución de energía, al control por parte de empresarios nacionales de dicho campo productivo y de servicios. El proceso de privatización se genera vía el llamado "capitalismo popular", mecanismo por el cual se venden pequeños paquetes accionariales a funcionarios públicos, instituciones privadas y militares de empresas desmembradas con el fin de evitar la concentración. A pesar de lo anterior, el resultado es una importante concentración por parte de Enersis sobre Endesa y Chilectra, la primera, por su lado, concentrada en gran medida en funcionarios de la dictadura militar, como lo es el caso de José Yuraszek.²

En la década de los noventa se genera una importante internacionalización de Enersis³, principalmente a Argentina, Colombia, Brasil y Perú, siendo, por tanto, el principal conglomerado energético chileno y uno de los más importantes en Latinoamérica.

En 1997, Endesa España entra al mercado latinoamericano eléctrico de la mano de Enersis, vía una alianza estratégica entre ambas, adquiriendo de este modo un 29%⁴ del capital social de Enersis (1.179 millones de dólares). En 1999, Grupo Endesa realiza una OPA agresiva sobre Enersis, adquiriendo otro 32% de las acciones de dicho holding y el mismo año realiza una segunda OPA agresiva (hablamos de una inversión de 2.146 millones de dólares) que le permite el control, esta vez, de Endesa Chile. Finalizado el proceso que dura tres años, Endesa España se hace cargo del holding de Enersis, con el 63,9% del capital social.

²Monckeberg, M. O. (2001), El Saqueo de los grupos económicos al Estado chileno, Ediciones B Grupo Zeta, Santiago, Chile.

³Holding privado chileno con filiales como Endesa y Chilectra.

⁴El mismo año Grupo Endesa aumenta su capital social sobre Enersis a un 32%.

9.2 Gobierno de Patricio Aylwin (1990-1994)

Durante su gobierno inicia el proyecto de Ley de Bases del Medio Ambiente en (1992). Su mensaje para la promulgación de la Ley N°19.300/1994 (explicada en el capítulo de marco teórico y antecedentes) fue: *"Un desarrollo sustentable debe conservar la tierra y el agua, los recursos genéticos, no degradar el medio ambiente, ser técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable"*⁵.

En paralelo, durante su periodo gubernamental, el Ministerio de Obras Públicas (MOP), inicia un proceso de modernización institucional y de señal de compromiso con el tema ambiental, comenzando el año 1990 la creación de la Unidad Técnica de Medio Ambiente (UTMA)⁶, pionera en la incorporación gradual de este nuevo componente en sus cuadros técnicos y profesionales, lo cual se ratifica en Julio de 1999 con la firma, por parte de las autoridades MOP, de una Declaración de Política Ambiental.

Mirado desde un punto de vista global, quizás la mayor trascendencia del gobierno de Aylwin es haber heredado un sistema económico neoliberal en paralelo a un ambiente de conciencia medioambiental (La Cumbre de Rio, 1992) por los efectos del desarrollo de las grandes potencias. Al menos durante su gobierno se vio plasmada la intención de abrir brechas en esta área.

⁵Mensaje de S.E. el Presidente de la República Sr. Patricio Aylwin con el que inicia un proyecto de Ley de Bases del Medio Ambiente, 14 de septiembre de 1992.

⁶La Política Ambiental y territorial participativa del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y telecomunicaciones de Chile, 2001.

9.3 Gobierno de Eduardo Frei Ruiz-Tagle (1994-2000)

En materia medioambiental fueron muy cuestionadas las decisiones que tomó durante su periodo presidencial. "Un primer caso considerado emblemático fue la aprobación definitiva de la construcción de la planta Valdivia de Arauco en San José de la Mariquina, la cual había sido visada con condiciones en 1996 por las mismas autoridades locales reunidas en la COREMA"⁷.

También generó polémica la construcción de la central hidroeléctrica de Endesa en Ralco, VIII Región del Biobío⁸, en tierras pertenecientes al pueblo Pehuenche desde épocas ancestrales y la firma del tratado minero con Argentina, que hizo posible la instalación de Pascua Lama. En cuanto a ERNC no existe pronunciación.

En este periodo de gobierno se vivió la crisis Asiática, además de otros problemas de escasez energética⁹.

⁷El Mercurio (Santiago), 31 de mayo de 1996, p.C9

⁸El Mercurio (Santiago), 10 de junio de 1997, p.A1

⁹El Mercurio (Santiago), 20 de agosto de 1999, p.A1 / El Mercurio (Santiago), 26 de agosto de 1999, p.C3

9.4 Gobierno de Ricardo Lagos E. (2000-2006)

En materia energética y medio ambiental, el gobierno de Lagos tuvo bastantes problemas. Durante su gobierno se produjo el desastre del río Cruces, provocado por la empresa productora de celulosa CELCO propiedad de Celulosa Arauco, en que se afectó seriamente el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter probablemente por el exceso de dioxinas, haciéndose emblemático el caso por la masiva muerte y migración de los cisnes de cuello negro.

En los últimos días de su período, durante el mes de febrero, la Comisión Nacional del Medio Ambiente dio su aprobación al cuestionado proyecto minero binacional Pascua Lama, presentado por la trasnacional canadiense Barrick Gold, ello una vez concluidos los procedimientos legales que norman la participación ciudadana en la "Evaluación de Impacto Ambiental" a los que son sometidos este tipo de proyectos. La mina se ubica debajo de los tres glaciares que alimentan el valle del Río Huasco, último río vivo en el Desierto de Atacama.

Además de esto en su gobierno le tocó vivir el corte del suministro de gas desde Argentina (2004), lo cual como ya vimos, repercutió en la creación de las terminales de Gas Natural durante el gobierno de Bachelet un par de años más tarde.

El problema del gas argentino fue un balde de agua fría para el Gobierno del presidente Lagos, que había obtenido enormes avances en las relaciones económicas internacionales, con la firma de los tratados de libre comercio con la Unión Europea y con los Estados Unidos. No esperaba tener una

disputa económica con las autoridades trasandinas, pero tampoco podía seguir una política de confrontación, que habría empeorado la situación. El gobierno de Kirchner tropezaba con dificultades de abastecimiento para satisfacer la demanda interna que le planteaba altos riesgos políticos debido a la importancia del gas natural para el consumo residencial.

A fin de asegurar el consumo interno debió importar gas de Bolivia, el cual el gobierno del país altiplánico negoció a condición de que no sirviera para satisfacer las necesidades de Chile (sin exportar «ni una molécula» a Chile) y a un mayor precio que el que se cobraba a las empresas chilenas. Argentina cubrió el mayor costo del gas natural boliviano aumentando los impuestos que gravaban la exportación de gas natural a Chile («derechos de retención»), lo que implicó un costo adicional para las empresas chilenas que lo estaban importando, especialmente Metrogas y las eléctricas. Desde julio de 2004 hasta marzo de 2007 las empresas chilenas debieron pagar un total de 309 millones de dólares por este concepto. De país exportador, Argentina se convirtió en importador de gas. (Huneus 2007)

Ahora bien, ¿Qué fue lo más significativo en materia de políticas energéticas durante este periodo?- De lo que hemos podido ver a nivel nacional es importante des-tacar que durante este periodo fue donde se fomentó la comercialización de la energía en nuestro país, entregándole a los privados el destino de estas energías y el estado por su parte adoptando un rol "regulador".

Dentro de esta gestión podemos encontrarnos con la ya mencionada anteriormente Ley Corta I y II.

La Ley Corta I y la Ley Corta II potenciaron un mercado competitivo en la generación de electricidad, perfeccionando la regulación de la parte naturalmente monopólica de la industria eléctrica (el subsector de transmisión y el de distribución a los usuarios finales) para que se asemeje lo más posible a un mercado competitivo.

Además "estas dos leyes incluyeron modificaciones que favorecen a las Energías Renovables no Convencionales", comenta Mariano Corral, ejecutivo del área eléctrica y magíster en economía energética.

La Ley Corta I fue promulgada en marzo de 2004 (BCN), la ley Nº 19.940, también llamada Ley Corta I, reguló el mercado de la transmisión, definiéndole un carácter de servicio público. Su objetivo fue asegurar el suministro eléctrico y mejorar la interconexión entre el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y el Sistema Interconectado Central (SIC).

Con esta ley se sinceraron y distribuyeron algunos costos al hacer que el pago del peaje por transmisión eléctrica, que antes tenían que pagar en un 100% las generadoras tras negociar con las transmisoras, pudiera definirse de manera más clara y se repartiera con los consumidores.

Por otro lado, la La Ley Corta II y la ley de ERNC fue promulgada en mayo de 2005, la ley Nº 20.018, conocida como Ley Corta II, tiene por objeto incentivar la inversión en generación, definiendo un sistema de licitaciones competitivas que aseguren un precio por un tiempo determinado.

Esta normativa obligó a las empresas de distribución eléctrica a comprar bloques de potencia para asegurar el suministro eléctrico. Para el magíster en energía Mariano Corral, esta medida obliga a las empresas distribuidoras a asegurar el suministro "mediante la licitación de grandes bloques de potencia con los generadores, asegurando con ello los ingresos a largo plazo de los generadores por medio de contratos de suministro, lo que en estricto rigor es un respaldo para las empresas generadoras para continuar con sus planes de inversión".

La ley Corta II define que las distribuidoras deberán licitar su suministro. Para dar seguridad a las inversiones, éstas pueden ser de largo plazo (no más de 15 años), y podrán coordinarse en una licitación conjunta varios actores a la vez.

Si bien los precios son libres, se establecen ciertos márgenes con referencia a una banda de precios que puede ser superada hasta en un 20%. En caso de licitaciones desiertas, esta banda puede superarse hasta en un 15% más, siempre que sea de manera fundada.

La ley de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) Nº 20.257, por su parte establece que los grandes generadores (con capacidad por sobre los 200MW) deberán hacer que al menos un 5% de la energía que comercializan sea renovable no convencional.

Esta exigencia irá subiendo gradualmente hasta alcanzar el 10% el año 2024¹⁰.

Además cada empresa que efectúe retiros de energía desde sistemas con capacidad superior a 200MW deberá acreditar que un 10% provenga de ERNC. Puede usar lo que no haya contabilizado el año anterior, o convenir el traspaso de excedentes a otra empresa eléctrica.

Si nos damos cuenta, alguno de los aspectos de esta Ley, repercutieron en los gobiernos posteriores, modificando por ejemplo la meta del 10% al 2024, en un 20% al año 2020. Por otro lado, la crisis con Argentina contribuyó en gran medida a las políticas energéticas del gobierno de Bachelet.

9.5 Gobierno de Michelle Bachelet (2006-2010)

La Política energética del Gobierno de Bachelet estuvo más bien centrada en un "Plan de Seguridad energética" a largo plazo. De hecho en el resumen de su plan de Gobierno se establecía claramente: "Será prioritario poner en práctica una transición hacia una mayor diversificación de nuestras fuentes de energía. Chile no puede seguir dependiendo tanto del fluctuante e impredecible gas natural argentino. Debemos ponernos como meta tener una relativa independencia energética, que combine fuentes propias con equilibrio de dependencias con nuestros países vecinos y socios de integración".¹¹

¹⁰En el gobierno actual la meta es de un 20% al año 2020. De ahí surge el proyecto 20/20

¹¹Programa de Gobierno de MICHELLE BACHELET: Desarrollo Energético.

En base a estas ideas podemos concluir que la política energética del actual gobierno de Piñera ha sido de "continuidad", ya que ha enfatizado el mismo principio:

-diversificar la matriz a fin de no depender de una sola fuente energética-.

En síntesis, su plan de seguridad energética contemplaba los siguientes puntos como los más relevantes:

-Estimular desarrollo de nuevas fuentes de generación, tradicionales y no tradicionales.

-Continuar esfuerzos tendientes a crear marco de intercambio energético con países de la región.

-Agilizar tramitación de Estudios de Impacto Ambiental sin disminuir exigencias ambientales.

-Asegurar que el desarrollo de nuevas centrales térmicas a carbón sea compatible con el medio ambiente por medio de:

- Incorporación de últimos avances tecnológicos.
- Optimizando localización de centrales.

-Desarrollar estrategia nacional de cuencas.

-Tramitación fluida y en plazos breves de las servidumbres requeridas para la instalación de centrales.

-Desarrollar los instrumentos para que 15% del aumento de generación eléctrica al Bicentenario se logre con ERNC.

-Implementar un programa nacional de uso eficiente de la energía (Programa País Eficiencia Energética).

Dentro de los resultados que se obtuvieron en este periodo no podemos pasar por alto que "nuestro país presentó un incremento de 74% entre 2008 y 2009 en la emisión de CO2, ocupando el puesto número 35 a nivel mundial, según un informe entregado por la Administración de Información de Energía"¹².

Sin embargo cabe destacar que uno de los logros más importantes en materia energética es la creación del Ministerio de Energía a través de la Ley 20.402, por medio de la cual en Febrero del año 2010 se nombra como Ministro de Energía a Marcelo Tokman¹³

"La Ley separa las funciones de política pública y rectoría, que quedarán a cargo del nuevo Ministerio, de aquellas de tipo regulatorio, que seguirán en manos de la Comisión Nacional de Energía (CNE)"¹⁴.

Anteriormente, ambas funciones eran responsabilidad de la CNE, cuyo titular tenía el rango de Ministro de Estado.

¹²Diario Estrategía, Edición Especial: Huella del Carbono. 16 de Junio 2011

¹³Marcelo Tokman Ramos (Oxford, 8 de junio de 1967) es un economista, académico e investigador chileno perteneciente a las filas del Partido por la Democracia (PPD). En febrero de 2010 se convirtió en el primer ministro de Energía del país durante la administración de la presidenta Michelle Bachelet. Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Marcelo_Tokman

¹⁴Balance Programático Michelle Bachelet 2006-2010 - RESUMEN. Pág. 88

CAPACIDAD INSTALADA (SIC + SING) EN MW POR AÑO						
Categoría	Tipo	2005	2006	2007	2008	2009
Térmicas	Carbón	2051	2051	2051	2051	2201
	Diesel	667	677	866	1014	1753
	Gas Natural	4293	4293	4651	4820	5075
Renovables Convencionales	Hidro >40MW	4376	4376	4447	4502	4502
	Hidro entre 20 y 40MW	238	238	270	270	270
No Convencionales	Hidro <20MW	92	92	111	131	150
	Biomasa	138	138	140	178	178
	Eólica	0	0	18	18	21
	Geotérmica	0	0	0	0	0
TOTAL		11854	11864	12554	12984	14149

*cifras 2009 a agosto

En materia de unidades térmicas, de la tabla se aprecia que durante el periodo 2005-2009, las inversiones en generación de electricidad en base a carbón, prácticamente se estancaron, con la puesta en marcha de la Unidad 3 de la Central Guacolda¹⁵.

¹⁵Central Termoeléctrica Guacolda, Huasco, Región de Atacama MW instalados: 152 MW brutos (137,5 MW netos) declarados al CDEC-SIC.

Fecha de construcción: Inicio 11 de diciembre de 2006 / Término: 29 de julio de 2009
Monto de inversión: US\$ 300 millones. De ellos, US\$ 60 millones fueron destinados a la implementación de planta desulfurizadora (FGD) que captura los gases del proceso de generación antes de que lleguen a la atmósfera.
Fuente: www.guacolda.cl

En cuanto a los mega-proyectos de generación hídricos, exceptuando la entrada en operación de la central Ralco al SIC (690 MW), no ocurre la expansión a gran escala de este tipo de proyectos.

Las que sí experimentan un crecimiento relativo notorio, son las energías renovables no convencionales, ERNC, cuya capacidad aumenta en un 50%, entre los que destacan la inclusión año a año de más proyectos de generación micro hidro y la conexión del primer parque eólico del SIC, Canela, el año 2007. De la misma manera, la biomasa aumenta su participación en los últimos años. Mientras que aún no se registran proyectos en base a geotermia, sí existen proyectos en evaluación con intenciones de entrar a interconectarse a los sistemas SIC o SING en los próximos años. “Sin embargo la ES ni siquiera se considera en la tabla anteriormente mencionada”¹⁶.

Las ERNC son un subconjunto de las energías renovables. En 2009, el 43% de la electricidad se generó con renovables, mayoritariamente hidráulica. Sin embargo, sólo 2,7% de la capacidad instalada corresponde a ERNC (349 MW).

Por otro lado, desde la crisis del corte de suministro de gas proveniente de Argentina el año 2004, las inversiones de centrales a gas natural dieron paso a la construcción de unidades de respaldo que operan en base a diesel, las cuales son mucho más costosas, en términos de costo variable, que el gas natural.

En octubre de 2009 se inauguró la primera etapa de GNL Quintero, el moderno terminal de recepción, almacenamiento y regasificación, recinto que no sólo ha permitido dar un respiro energético a la Zona Central, sino también le significó a Chile convertirse en el primer país del Hemisferio Sur y el décimo octavo del mundo en contar con una Planta de estas características, abriendo así una nueva etapa en la Política Energética Nacional.

Por último, en marzo de 2007, la entonces presidenta Bachelet oficializó la formación del Grupo de Trabajo en Nucleo-Electricidad mediante D.S. 49, de 2007¹⁷, del Ministerio de Minería. A este grupo se le encomendó la misión de asesorar al Gobierno en la evaluación de los estudios tendientes a la identificación de oportunidades, ventajas, desafíos y riesgos que involucraría el uso de la energía nuclear para la producción de electricidad en nuestro país. Aunque recibió el apoyo institucional del Ministerio de Minería y de la Comisión Nacional de Energía, el grupo trabajó en forma autónoma e independiente del Gobierno.

El grupo de trabajo entregó su informe final en septiembre de 2007. Entre sus conclusiones estableció:

- Chile debe mantener abiertas todas las opciones energéticas. La energía nuclear no es una opción a descartar, y podría cooperar a la seguridad del suministro eléctrico;
- La energía nuclear es una opción confiable, por los niveles de seguridad que ha alcanzado su industria, pero exige preocupación, disciplina y rigor permanentes; y

- La experiencia internacional muestra a la energía nuclear como una opción competitiva, especialmente ante los actuales precios de los combustibles fósiles en los mercados internacionales.

Sin embargo esta opción fue sumamente discutida por la población chilena quienes plantean que los residuos de la energía nuclear son “altamente contaminantes y riesgosos para un país sísmico como el nuestro. En el norte, por ejemplo, es donde se necesita mayor generación eléctrica para la minería, y es donde los sismólogos predicen un gran cataclismo futuro debido a la tectónica de placas, por ende, habría un alto riesgo para una posible central nuclear que allí se instalase, sin contar que, por la misma razón, no tenemos dónde crear un “cementerio nuclear” para guardar los residuos altamente radioactivos que el proceso produce, algunos con vida media de decenas de años hasta milenios.

Aparte de ello seguiríamos siendo dependientes del suministro de combustible nuclear desde el extranjero¹⁸.

Si hay algo que podemos concluir de estos gobiernos es que sólo con la creación del Ministerio de Energía (2010) han empezado a repercutir las ERNC y en especial el gobierno actual de **Sebastián Piñera** ha tomado una actitud de CONTINUIDAD en una política energética hacia energías limpias y diversas, proyectándose a llegar al año 2020 con un 20% de la matriz energética del país compuesta por ERNC.

¹⁶En la tabla de la Pag. 131 no se menciona la ES. Considerando que la demanda energética aumenta cada año, ésta debiese ser parte de nuestra matriz, en vista de su abundancia en todo el territorio nacional.

¹⁷Programa de Gobierno de MICHELLE BACHELET: Desarrollo Energético.

¹⁸Chile paraíso energético, depende de energías foráneas contaminantes. Gabriel Rodríguez Jaque. Profesor Departamento Ingeniería Civil Universidad de Chile. Martes 8 de noviembre, 2011.