

Evaluación energética de la vivienda de interés social en Santiago, Chile, entre 1965 y 2014.

Energy evaluation of social housing in Santiago, Chile, between 1965 and 2014.

Santiago Soto Sáez¹

¹ Arquitecto por la Universidad La República, Chile. Diplomado en Arquitectura sustentable, Universidad de Chile, Chile. Diplomado en Medios Digitales, Universidad de Chile. Máster en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente, ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España. Socio XS Arquitectura Ltda. Chile. Docente de las cátedras de Materiales de Construcción I y Materiales de Construcción II: Bioconstrucción. Arquitecto con experiencia en política de asentamientos precarios, habitacional y de barrio, política en gestión de residuos y sostenibilidad, actualmente se desempeña en el área de infraestructura y equipamiento educacional en Dirección de Educación Pública del Ministerio de Educación.

Resumen: El presente estudio pretende hacer una revisión histórica y tecnológica del estado del arte de la vivienda de connotación social en la zona central de Chile, desde el año 1965 al año 2014, específicamente en la ciudad de Santiago. Desde hace más de un siglo en Chile, se desarrollan con cierto éxito políticas habitacionales resultantes de las necesidades de la población, como consecuencia de los procesos de migración e industrialización de las urbes chilenas. En este ámbito, Santiago al igual que otras ciudades latinoamericanas han cambiado sus morfologías, extendiendo sus límites urbanos, multiplicando sus usos territoriales, albergando mayor cantidad de población, destinando un mayor uso de energía y aumentando las emisiones de CO₂. En este sentido, la construcción de viviendas de connotación social ha tenido un exponencial crecimiento en cantidad, disminuyendo el déficit en esta materia, pero dejando en deuda sus implicancias físico-ambientales.

Palabras claves: Vivienda Social; Confort; Energía; política habitacional

Abstract: The present study intends to make a historical and technological review of the state of the art of housing of social connotation in the central zone of Chile, from the year 1965 to the year 2014, specifically in the city of Santiago. For more than a century in Chile, housing policies resulting from the housing needs of the population have been developed with some success, as a consequence of the migration and industrialization processes of Chilean cities. In this area, Santiago, like other Latin American cities, has changed its morphologies, extending its urban limits, multiplying its territorial uses, housing a larger population, allocating greater energy use and increasing CO₂ emissions. In this sense, the construction of houses of social connotation has had an exponential growth in quantity, decreasing the deficit in this matter, but leaving in debt its physical-environmental implications.

Keywords: Social Housing; comfort; energy; housing policy

Citación: Soto Sáez, S.; Evaluación energética de la vivienda de interés social en Santiago, Chile, entre 1965 y 2014. *Entropico* 2024, 2, 1. <https://doi.org/10.33413/eau.2024.293>

Editor académico: Heidi De Moya Simó y Gilkauris Rojas Cortorreal.

Recibido: 02/02/2024

Aceptado: 18/03/2024

Publicado: 01/04/2024



Copyright: © 2022 por los autores. Enviado para una posible publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introducción

Luego de un largo camino, más de 60 años, de políticas públicas referidas a la vivienda de interés social, se hace necesaria una revisión de algunos casos emblemáticos, que puedan dar luces respecto al comportamiento energético de las distintas orientaciones del hecho espacial de la vivienda social.

1.1 Problemática General

La vivienda de connotación social desde siempre ha sido una necesidad socio espacial, independiente de las vocaciones ideológicas y políticas, desde los enfoques que van del bien social al asistencialismo. La preocupación central de la mayoría de las administraciones centrales en Chile ha estado enfocada en solventar el déficit en esta materia (O’Ryan, De Miguel, Miller, & Munasinghe, 2005), privilegiando la cantidad por sobre la calidad, centrándose en la cobertura, pero dejando abandonado el campo del bienestar fisiológico y confort medioambiental de los usuarios.

Desde la creación del ministerio de vivienda y urbanismo en 1965, este ámbito ha sido abordado como materia de estado, con partidas presupuestarias actualmente que abordan el 1% del PIB (O’Ryan, 2005). Hoy en día dicho presupuesto debe ser dividido no solo en subsidios de generaciones de barrios, viviendas y condiciones urbanas, sino que también en reparaciones de infraestructura y elementos constructivos viviendas donde el estado ha sido promotor, gestor y financiador en épocas recientes. Estos subsidios de reparación de infraestructura vienen a salvaguardar la nascente necesidad de mejoramiento de los estándares de las condiciones básicas de habitabilidad física, confort y energía.

Por otro lado, la difícil situación de tener que conciliar viviendas sociales de bajo costo de ubicación y bajo costo constructivo, y que no derive en una baja calidad habitable, ha supuesto un tema pendiente en esta tipología habitacional sobre todo en campos del comportamiento energético y su impacto ecológico.

A pesar de lo anterior, el proceso evolutivo en la reglamentación para la habitabilidad interior de las viviendas en el contexto general en Chile ha tenido avances desde la implementación de la aplicación de las reglamentaciones térmica (2007) y acústica (2007) cubriendo el vacío técnico normativo en la materia (OGUC, 2006).

Por otro lado, cabe destacar la extensa geografía y climatología del territorio chileno, el que se extiende entre las latitudes 18° 28’ 40" S y 56° 00’00" S, contando con 9 zonas climáticas habitacionales ("Nch 1079 Of77" 1977). La capital, Santiago se ubica en la latitud 33°26’16"S, zona N°3 según la normativa vigente, siendo definido como un clima interior mediterráneo. A su vez, Santiago ha sido considerado como un referente a nivel nacional para el análisis y accionar de las políticas públicas de vivienda y energía, esto por ser la ciudad con más población del país.

1.2 Objetivos

1. Promover una investigación histórica y tecnológica de comportamiento de la vivienda de interés social en Chile desde institucionalización de la vivienda con la creación del Ministerio de Vivienda y urbanismo (1965) hasta el año 2012, remarcando los principales hitos históricos desde la revisión técnico normativa y su implicancia arquitectónica, edificatoria, constructiva y energética.
2. Ejemplificar casos concretos y representativos de las etapas identificadas en la revisión histórica, situando la ciudad de Santiago como el foco de los diversos casos, considerando variables arquitectónicas, tipológicas, térmicas, energéticas y consumo.
3. Valorizar y cualificar de los casos, comparando entre épocas, para el establecimiento de un análisis evolutivo de la vivienda de interés social en Santiago de Chile.

2. Métodos

1. Revisión de las principales políticas habitacionales para viviendas de interés social desde la creación del ministerio de vivienda y urbanismo (1965) hasta el año 2014, tomando en cuenta el espíritu de las normativas, el marco institucional, programas de desarrollo, tipología y materialidades preponderantes.
2. Realización de un ordenamiento etario representando los principales hitos, mandatos presidenciales, normativas, hechos naturales.
3. Documentación de 5 casos representativos desde la creación del ministerio de vivienda y urbanismo, para la evaluación de la habitabilidad física y constructiva, desde el Confort térmico en la zona centro de Chile.
4. Análisis energético del funcionamiento térmico de los casos por medio de una evaluación numérica matemática y simulada (Ecotec).

5. Análisis comparativo de los ejemplos de acuerdo a los resultados arrojados por las simulaciones y cálculos.

3. Revisión de las principales políticas habitacionales para viviendas de interés social en Chile desde 1964

Desde la institucionalización de la vivienda, el país ha evolucionado de manera progresiva en la superación del déficit habitacional. En aproximadamente 50 años, se puede detectar 5 periodos normativos que han determinado la vivienda de interés social.

3.1. Gobiernos de participación popular (1964-1973).

-. Presidencia de Eduardo Frei Montalva (1964-1970).

En su gestión se destaca el ámbito de la vivienda social institucionalizada. La primera medida fue la racionalización sistemática de la producción habitacional, tanto en lo referente a la regulación del mercado productor como a la organización de la demanda, a través de la creación del Plan de Ahorro Popular.

Para dichos efectos se reorganiza la institucionalidad del sector, a través de la Ley 16.391 del 16.12.1965, que junto con crear al Ministerio de Vivienda y Urbanismo crea la Corporación de Servicios Habitacionales (CORHABIT), la Corporación de Mejoramiento Urbano (CORMU) y reorganiza las dependencias de la CORVI y la Dirección de Obras Urbanas (MINVU, 2004).

-. Presidencia de Salvador Allende Gossens (1970- 1973).

En el gobierno de Frei se enfatizó a la vivienda como un bien de primera necesidad, con Allende se formuló como un derecho irrenunciable, obligando al Estado a proporcionar vivienda a los habitantes sin que esta pudiese ser objeto de lucro. En 1971, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en su documento Fundamentos y Estructura del Plan Habitacional indicó, además, que “la vivienda puede ser un instrumento poderoso para acelerar y facilitar el desarrollo de los valores humanos y sociales”.

Las principales líneas de trabajo se enfocaron en Políticas de Desarrollo Urbano para estructura espacial adecuada al desarrollo socioeconómico, Política Habitacional de construcción, conservación y mejoramiento del stock de vivienda, Política de Equipamiento, Política de Infraestructura Urbana.

3.2. Dictadura Cívico Militar (1973-1990)

-. Dictadura de Augusto Pinochet Ugarte.

Se vivió un cambio significativo en el paradigma de políticas habitacionales que se orientaron en el impulso de medidas subsidiarias al acceso de la vivienda social, ideológicamente diseñadas desde la filosofía neoliberal, reorientando absolutamente la organización estatal e institucional. Como consecuencia de lo anterior, se desregularizaron y privatizaron los parámetros de constitución de la vivienda social. (Richards, 1995). Se inició una reestructuración de la institucionalidad para la vivienda de interés social hasta el día de hoy:

1. Se reorganizó el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y sus servicios dependientes (Corporación de la Vivienda, Corporación de Servicios Habitacionales, Corporación de Obras Urbanas, Corporación de Mejoramiento Urbano, Caja Central de Ahorro y Préstamos, Empresa de Agua Potable de Santiago y la Empresa de Agua Potable El Canelo).
2. Se establece que los Ministerios se desconcentren territorialmente mediante Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI).
3. Se reestructuró el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), desconcentrándose territorialmente a través de Secretarías Regionales Ministeriales.
4. Se estableció que las Secretarías Regionales Ministeriales y Metropolitana tuviesen como misión concretar la política nacional de vivienda y urbanismo en su área territorial respectiva.
5. Se fusionan las cuatro Corporaciones: Corporación de Servicios Habitacionales (CORHABIT), de Mejoramiento Urbano (CORMU), de la Vivienda (CORVI) y de Obras Urbanas (COU), estableciéndose un Servicio Regional de Vivienda y Urbanización (SERVIU)
6. Finalmente en 1975, se decretó la vigencia de la Ley General de urbanismo y construcción.

3.3. Gobiernos de la Concertación por la democracia, década de 1990. (1990-2000).

-. Presidencia de Patricio Aylwin Azocar (1990-1994).

Las relaciones cívico-militares estaban volviendo a estructurarse después de los 17 años de dictadura militar. Este fue el primer gobierno de la concertación de partidos por la democracia, donde las fuerzas se concentraron en adaptar la estructura estatal y gubernamental, los instrumentos de políticas habitacional y de planificación. El MINVU se reorientó desde la nueva política de "estrategia de desarrollo de crecimiento con equidad". Es así que los ejes principales de la adaptación fueron:

1. La redistribución de los ingresos.
2. La progresividad, contemplando más subsidios y soluciones de menor costo unitario.
3. La regionalización, referida a delegar las opciones para programas habitacionales.
4. La ponderación de factores socio-económicos y habitacionales en la entrega de soluciones.
5. La libre asociación, referida a la creación de modalidades de postulación colectiva.
6. La participación, referida a una política de puertas abiertas con las organizaciones del sector privado (Cámara Chilena de la Construcción), organizaciones sociales, y ONG's u organismos no gubernamentales. (MINVU, 2004).

-. Presidencia de Eduardo Frei Ruiz-Tagle (1994-2000).

Se constituyó como el segundo gobierno de la concertación, el cual focalizó sus esfuerzos estratégicos en seguir estabilizando las políticas habitacionales, teniendo como marco, el cierto éxito que estaba desarrollando la economía chilena, producto de la credibilidad y simbiosis que había estado logrando las relaciones públicas y privadas.

El MINVU desarrollo un perfeccionamiento en los mecanismos de subsidios, incentivando la asociatividad para las postulaciones a subsidios, introdujo diversificación de la oferta por medio de Leasing, propició la gestión de megaproyectos urbanos promoviendo la movilidad urbana.

Durante los años noventa se construyeron anualmente más de 96 mil soluciones habitacionales con alguna participación del Estado, esto significó que Chile fuere el primer país latinoamericano en solventar significativamente la demanda de viviendas sociales.

3.4. Gobiernos de la Concertación por la democracia, década del 2000 (2000-2010).

-. Gobierno de Ricardo Lagos Escobar (2000-2006).

En este periodo se plantea "la nueva política habitacional", que se desarrolla bajo el concepto de "Crecer con igualdad". Los objetivos estratégicos del MINVU fueron (MINVU, 2004):

1. Terminar con la erradicación de las familias de los asentamientos del Programa Chile Barrio.
2. Disminuir el déficit habitacional y focalizar la inversión preferentemente en los pobres.
3. Modernizar la gestión de las ciudades, actualizando la legislación, la normativa y los instrumentos de planificación territorial.
4. Mejorar la calidad de vida en las ciudades, aumentando la oferta de espacios públicos integrales y poniendo en valor las áreas patrimoniales.

En términos técnicos se impone la tarea de mejoramiento cualitativo de las soluciones habitacionales, desde lo espacial, constructivo y mejoras en la capacidad físico ambiental de las soluciones constructivas y sus materiales.

-. Gobierno de Michelle Bachelet Jeria (2006-2010).

Este periodo se centró principalmente en continuar y tratar de perfeccionar la nueva política habitacional del periodo anterior. Frente a lo cual, se focalizaron aún más en la batería de subsidios, por medio de fondos concursales específicamente orientados a los sectores más vulnerables, aumentando gradualmente las superficies construidas. Por otro lado, se desarrollaron planes de gestión participativa con las comunidades, que buscaban mejoras en los entornos urbanos inmediatos de barrios vulnerables que se habían deteriorado con los años y la poca intervención de sus habitantes y el estado. Finalmente se comenzaron a integrar programas de mejoras en aspectos constructivos.

3.5. Gobierno de la Alianza por Chile (2010-2014).

-. Gobierno de Sebastián Piñera Echenique.

El 27 de febrero, 15 días antes de la investidura del presidente Piñera, el país, vivió uno de los terremotos más fuertes de su historia, 8,8° en la escala de Richter, afectando a 6 regiones del centro sur del país, las que se encuentran más densamente pobladas. El resultado en aproximado fueron 500.000

viviendas afectadas con daños estructurales severos. Esto significó un reproceso en materia habitabilidad para las viviendas de connotación social, el foco se centró en dar cobertura inmediata de nuevos techos, muchos provisorios, a las familias afectadas, pues un se acercaba los meses críticos de invierno.

4. Casos de estudio.

4.1. Criterios de selección.

Para la revisión histórica, normativa, térmica y energética se consideraron los siguientes factores para la elección de los casos para el análisis:

- Radio urbano: Los casos a considerar, están en el radio urbano de Santiago de Chile.
- Consideración histórica: Se definieron 5 épocas históricas de gobiernos y políticas gubernamentales entre 1965 y 2014, los casos son representativos de sus épocas.
- Tipología: Consideración de tipologías particulares de las 5 épocas históricas de políticas habitacionales.
- Edificación: Tipologías constructivas de las 5 épocas de políticas habitacionales.
- Espacio y forma: Consideraciones espaciales, de forma y relaciones habitables representativas de las épocas históricas.
- Acceso a la información: histórica, urbana, constructiva y arquitectónica.

4.2. Descripción de casos.

1. Remodelación San Borja, 1970, Comuna de Santiago, Santiago.

Tabla 1: Remodelación San Borja.

N°	Ítem	Descripción
1	Tipología	Torre Aislada / Placa comercial
2	Superficie unidad	70 m ² .
3	Programa	Estar-Comedor, Cocina, baño, 3 Dormitorios Mejor captación radiación
4	Habitabilidad	Menor contacto exterior. Proceso adiabático. Mayor transmitancia térmica, Sin Norma térmica.
5	Higiene / Salubridad	Agua potable / WC- Baños, cocina
6	Seguridad física	Prestaciones H.A. Sin Norma sísmica
7	Transmitancias Térmicas	Cerramiento exterior /asbesto cemento. $U= 2,98 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cerramiento vidriado. $U=5,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($e=6\text{mm}$.)

Elaboración Propia

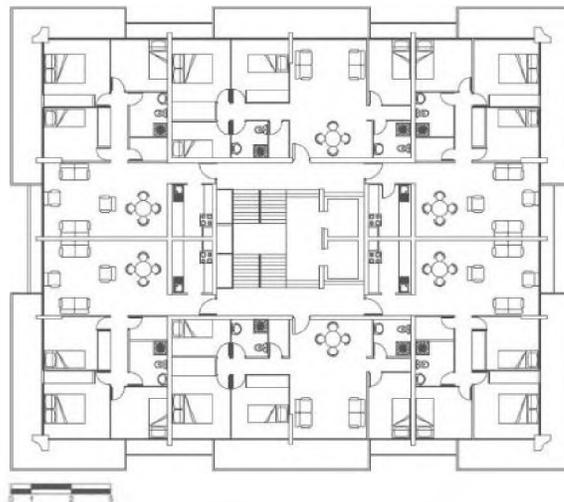


Figura 1: Planta tipo Edificio Torres Remodelación San Borja, Santiago, Chile. Elaboración Propia.



Figura 2: Torres Remodelación San Borja. Elaboración Propia.

2. Villa Las Viñitas, 1985, Comuna de Cerro Navia, Santiago.

Tabla 2: Villa Las Viñitas.

N°	Ítem	Descripción
1	Tipología	Block crujía simple, dúplex
2	Superficie unidad	36 m ² .
3	Programa	Estar-Comedor, Cocina, baño, 2 dormitorios
4	Habitabilidad	Menor captación radiación Mayor contacto exterior. Menos Proceso adiabático. Mayor transmitancia térmica, Sin Norma térmica.
5	Higiene / Salubridad	Agua potable /Baños, cocina
6	Seguridad física	Prestaciones H.A y Albañilería. Sin Norma sísmica
7	Transmitancias Térmicas	Cerramiento exterior /Albañilería $U= 2,09 \text{ W/m}^2\text{K}$, Cerramiento vidriado ($e=6\text{mm.}$) $U=5,26 \text{ W/m}^2\text{K}$

Elaboración Propia

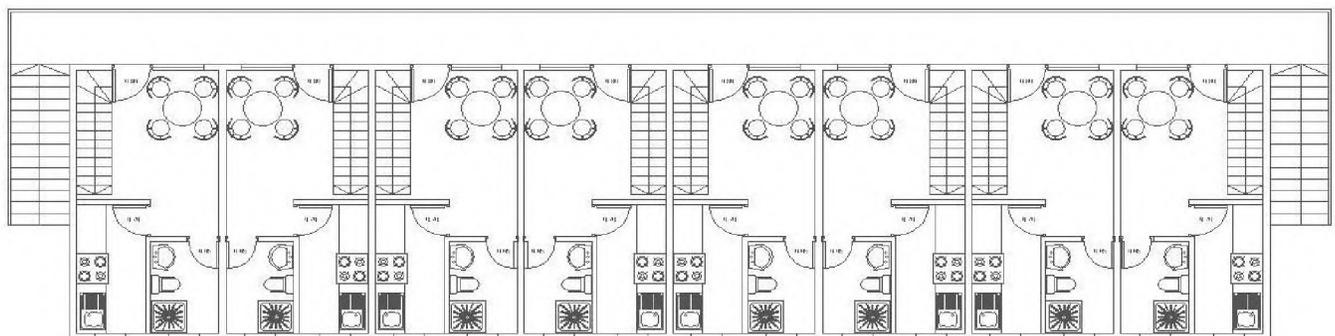


Figura 3: Planta Arquitectónica, Villa Las Viñitas, Elaboración propia.



Figura 4: Conjunto Bloques de Viviendas, Villa Las Viñitas. Fuente: <https://www.plataformaurbana.cl/>

3. Villa Padre Hurtado, 1993, Comuna de Puente Alto, Santiago.

Tabla 3: Villa Pdra Hurtado.

N°	Ítem	Descripción
1	Tipología del conjunto	Vivienda Unifamiliar pareada
2	Superficie	32 m ² . Vivienda progresiva, extensible a 64 m ² .
3	Programa:	Estar-Comedor, Cocina, baño, 4 Dormitorios Mayor Progresividad, mayor autoconstrucción.
4	Habitabilidad	Menor contacto exterior. Mayor Proceso adiabático. Mayor transmitancia térmica, Sin Norma térmica.
5	Higiene / Salubridad	Agua potable / WC- Baños, cocina
6	Seguridad física	Norma sísmica chilena, 1994.
7	Transmitancias Térmicas	Cerramiento exterior /Albañilería. $U= 2,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ Cerramiento vidriado (e=6mm.). $U=5,26 \text{ W/m}^2\text{K}$

Elaboración Propia. Fuente: Programa Quiero Mi Barrio. MINVI

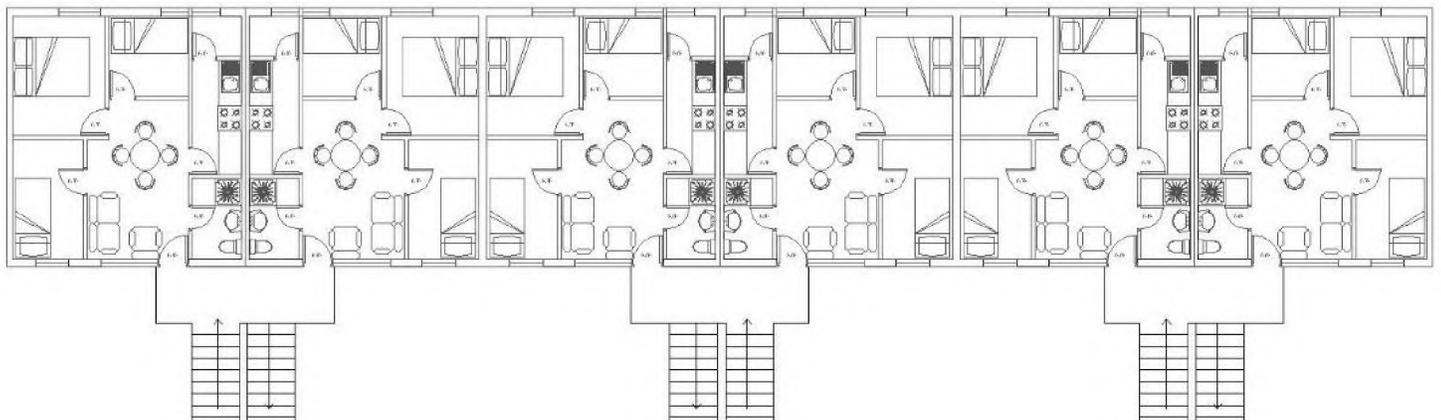


Figura 5: Planta Arquitectónica. Fuente: Elaboración propia.



Figura 6: Conjunto Bloques Viviendas. Fuente: Elaboración propia.

4. Conjunto Elemental, 2005- 2006, Comuna de Lo Espejo, Santiago.

Tabla 4: Conjunto Elemental. Elaboración Propia.

N°	Ítem	Descripción
1	Tipología del conjunto	Block Crujía Doble.
2	Superficie	42 m ² .
3	Programa:	Estar-Comedor, Cocina, baño, 3 Dormitorios Menor captación radiación
4	Habitabilidad	Mayor contacto exterior. Menos Proceso adiabático. Mayor transmitancia térmica, Sin Norma térmica.
5	Higiene / Salubridad	Agua potable / Baños, cocina
6	Seguridad física	Prestaciones H.A. Sin Norma sísmica
7	Transmitancias Térmicas	Cerramiento exterior / Albañilería $U= 2,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ Cerramiento vidriado (e=6mm.) $U=5,26 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Elaboración propia

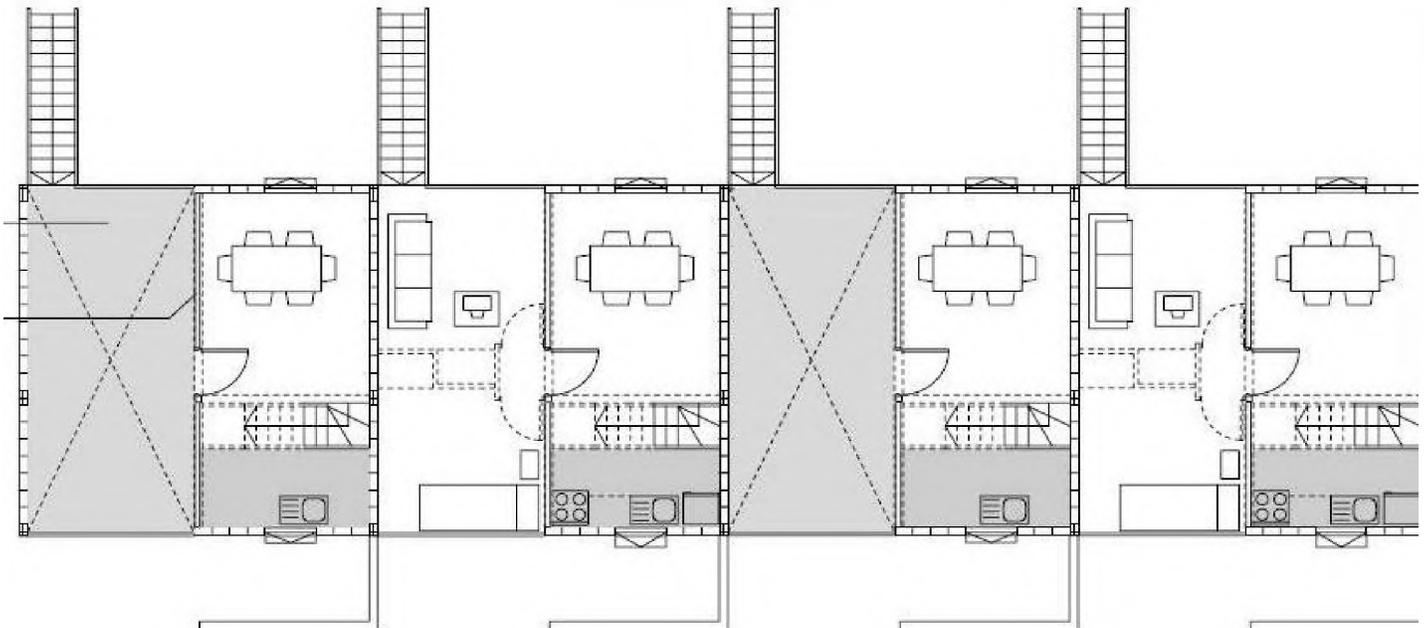


Figura 7: Planta Arquitectónica. Fuente: Elemental



Figura 8: Conjunto Bloques Viviendas. Fuente: <https://divisare.com/projects/280780-elemental-alejandra-aravena-lo-espejo>

5. Vivienda Social Mapuche, 2011, Comuna de Huechuraba, Santiago.

Tabla 5: Vivienda Social Mapuche.

N°	Ítem	Descripción
1	Tipología del conjunto	Vivienda unifamiliar pareada
2	Superficie	44 m ² .
3	Programa:	Estar-Comedor, Cocina, baño, 2 Dormitorios
4	Habitabilidad	Menor contacto exterior. Mayor Proceso adiabático. Mayor transmitancia térmica, Norma Térmica.
5	Higiene / Salubridad	Agua potable / WC- Baños, cocina
6	Seguridad física	Norma sísmica chilena, 1994
7	Transmitancias Térmicas	Cerramiento exterior /Albañilería. $U= 2,09 \text{ W/m}^2\text{K}$ Cerramiento vidriado ($e=6\text{mm.}$). $U=5,26 \text{ W/m}^2\text{K}$

Elaboración Propia

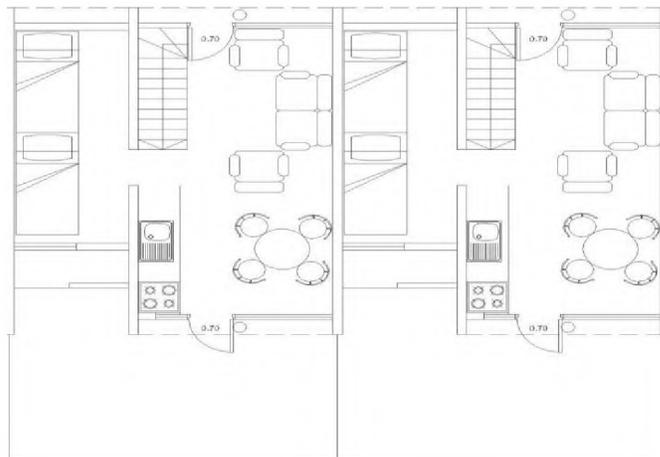


Figura 9: Planta Arquitectónica. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 10: Conjunto Viviendas Social Mapuche. Fuente: Guy Wenborne.

5. Comparación del comportamiento térmico de los casos.

El comportamiento térmico de cada caso se desarrolla por medio del programa de modelación, simulación y análisis Autodesk Ecotect 2011. De esta forma se estableció campos y parámetros comunes de observación, comportamiento y evaluación:

5.1. Criterios.

- Locales habitables

Se escogieron espacios habitables como dormitorios, estar y comedores, como lo establece la ordenanza general de urbanismo y construcciones (O.G.U.C.) en su Artículo 4.1.1.

- Orientaciones similares

Se buscaron situaciones similares de orientación y asoleamiento.

- Norte, orientación principal para la captación de radiación solar.
- Este-Oeste, extensión horaria en ciclos Día/ Noche y horizontalidad de radiación solar.

- Locales sin obstrucciones

Situaciones sin obstrucciones próximas, contabilizando la real influencia de la radiación solar en el local y elementos constructivos determinando el balance y variabilidad de T° individuales.

- Ejemplificación de situaciones extremas.

Día más cálido (20 de diciembre) y más frío (5 de Julio), según la data climática de Santiago y por poseer oscilaciones y variabilidades importantes entre los ciclos día-noche.

- Variables a considerar

1. Temperaturas exteriores
2. Temperaturas interiores.

5.2 Comparativa del comportamiento térmico en estación cálida.

El comportamiento térmico para la época de verano en los cinco casos es similar. Los casos demuestran tener una homogeneidad relativamente positiva con respecto a las máximas diarias y a las mínimas

exteriores. A pesar de esta supuesta similitud, existen diferencias en el comportamiento de las viviendas.

1-. El comportamiento más deficitario fue la población Las Viñitas (1985), pues posee mayor temperatura (29,4°C) para las horas de mayor temperatura exterior (33,2°C) escapando a la banda de confort térmico para el clima de Santiago (18°C a 24°C). Este comportamiento puede tener varios aspectos a destacar, el primero sería que su elevada ocupación (n° ocupantes, 5 o 6 y actividades diarias) en relación con el espacio habitable (36 m²). Determinando que el departamento reciba gran aportación energética proveniente de aportes internos que no es liberada en el ciclo diario común. A esto se suma el elevado factor forma (0,67) que implica un mayor contacto con el exterior. El factor de sombra (0,17) demuestra que tiene un mayor contacto con radiación solar directa incidente en la superficie de los cerramientos. Lo anterior llevaría a una segunda aseveración, la constructiva, los muros de albañilería poseen una elevada inercia térmica ($C_p = 1000 \text{ J/Kg K}$) y conductividad térmica media (0,71 W/°km²), esto implicaría que durante el día se acumule una cantidad importante energía al interior, mientras que en el ciclo noche se liberaría medianamente, dejando energía depositada para el ciclo posterior que nuevamente volverá a captar radiación y aportes internos, sumando energía durante toda la época de calor.

2. El comportamiento más favorable fue la Remodelación San Borja (25,1°C), pese a ser del año 1970 y poseyendo soluciones constructivas que hoy en día no se permiten por su alto grado de toxicidad (asbesto cemento). La gran diferencia a nivel constructivo de este caso con el resto de los casos, es que la estructura portante no es el cerramiento espacial y térmico del edificio, lo cual facilita la posibilidad de mejoramiento de las condiciones térmicas. Sin embargo, este aspecto no es tan decisivo y relevante como la condición de edificio de altura y por consecuencia, implicaría una mayor influencia de los movimientos del aire en esta época.

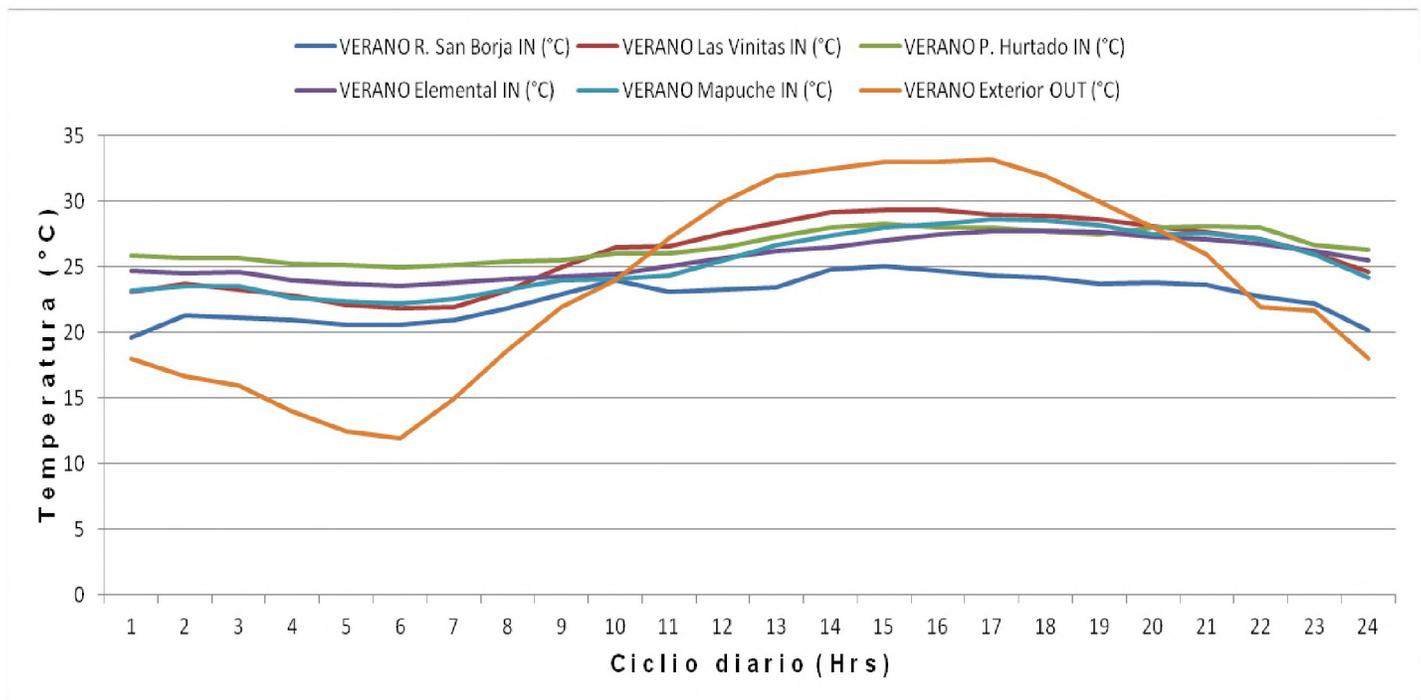


Gráfico 1. Comparativa del comportamiento térmico en verano de los casos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Comparativo de temperaturas estación cálida

Verano	OUT (°C)	San Borja (°C)	Las Vinitas (°C)	P. Hurtado (°C)	Elemental (°C)	Mapuche (°C)
T° max.	33,2	25,1	29,4	28,3	27,7	28,7
T° min.	12	19,7	21,9	25	23,6	22,2
T° media	22,6	22,4	25,7	26,7	25,7	25,5
Oscilación	21,2	5,4	7,5	3,3	4,1	6,5
Variabilidad	10,6	2,7	3,8	1,7	2,1	3,3

Fuente: Elaboración propia.

El valle de Santiago en verano presenta una gran oscilación térmica (21,2°C) durante el ciclo diario, lo que produce una diferencia considerable de masas de aire a diferentes temperaturas y presión, desencadenando que en horas de la tarde se produzcan vientos promedio de 2 m/s.

3. La simulación de los 5 casos presentan temperaturas y condiciones térmicas en verano similares, pero de menor rango que el exterior, lo que significaría alguna deformación en los resultados, ya que siempre están por debajo en el nivel de temperatura exterior (33,2°C).

5.3. Comparativa del comportamiento térmico en estación fría.

Al igual que en verano, no existen grandes diferencias en el comportamiento térmico de los casos simulados, pero la gran diferencia radica que, en verano, el comportamiento térmico, muestra temperaturas máximas que afectan la habitabilidad interior, pero en menor medida que en invierno, donde las mínimas están muy por debajo de la banda de confort térmico establecido para Santiago (18°C). Esto implicaría que el mayor problema histórico y actual es la época fría en las viviendas de connotación social.

1. Los casos simulados no poseen grandes diferencias entre sí, inclusive con el exterior no hay mayores diferenciaciones en las horas de mayor radiación solar. A pesar de lo anterior, las diferencias de temperaturas existentes entre el exterior (-1,6°C) e interior están expresadas en horas críticas.

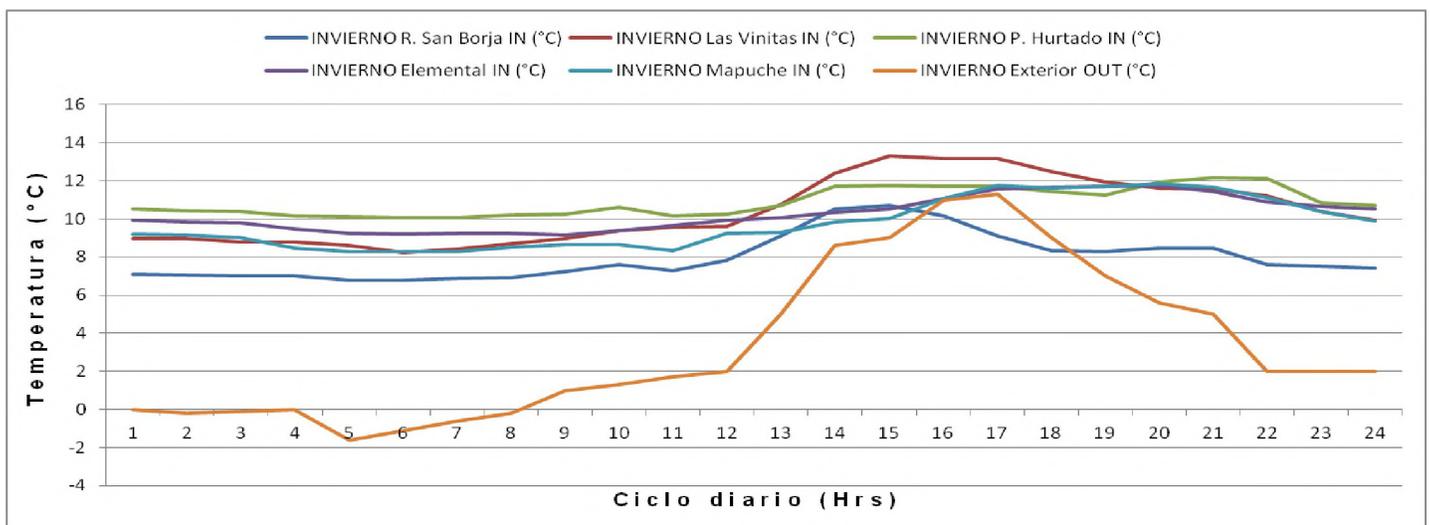
**Gráfico 2.** Comparativa del comportamiento térmico de invierno de los casos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Comportamiento temperatura por conjunto habitacional en invierno.

Invierno	OUT	R. San Borja	Vinitas	P. Hurtado	Elemental	Mapuche
T° máx.	11,3°C	10,7°C	13,3°C	12,2°C	11,8°C	11,8°C
T° min.	-1,6°C	6,8°C	8,3°C	10,1°C	9,2°C	8,3°C
T° media	4,9°C	8,8°C	10,8°C	11,2°C	10,5°C	10,1°C
Oscilación	12,9°C	3,9°C	5,0°C	2,1°C	2,6°C	3,5°C
Variabilidad	6,5°C	2,0°C	2,5°C	1,1°C	1,3°C	1,8°C

Fuente: Elaboración propia.

2. El comportamiento más deficitario lo registró la Remodelación San Borja (1970) en el ciclo nocturno. Esto se debe, en parte, a que se trata del caso que posee el sistema de cerramiento con el nivel de aislamiento térmico más bajo. El asbesto cemento tiene una conductividad térmica de 0,6 W/°km² y Calor específico de 1050 J/Kg K. A pesar que su factor forma es bajo (0,23), es decir, poco contacto de sus caras con el exterior, y su factor sombra es medio (0,51) por la disposición del edificio con respecto al norte (44° aprox.), posee una superficie considerable acristalada (28 m²) que implicaría el 65% del total de su fachada esté en contacto con el exterior. A esto hay que sumarle que el acristalamiento es de 6 mm. De espesor de lámina simple con elevada conductividad térmica (5,26 W/m²K), por lo que todos los aportes energéticos, tanto de radiación solar como de aportes internos, son liberados en el ciclo nocturno.

3. El mejor comportamiento lo obtuvo la población Las Viñitas (1985) en el ciclo diario de día y la Población Padre Hurtado (1993) en el ciclo diario de noche. En estos casos los comportamientos térmicos están regidos por una mayor aportación de ganancias internas, dados por el elevado número de ocupantes v/s el espacio habitable. En esta época se comenzaron a desarrollar con mayor frecuencia los problemas de hacinamiento, por lo tanto, a mayor cantidad de habitantes por m² más actividades de alta carga térmica produce una mayor alza en la temperatura, pero también mayores problemas con humedad y condensaciones intersticiales y superficiales. Ahora bien, cabe destacar que los márgenes de mejores temperaturas no alcanzan de ninguna forma el mínimo establecido para el confort térmico en Santiago (18°C).

5.4. Comparativa de la variabilidad térmica.

Tabla 8. Comparación de variabilidad de T° por conjunto habitacional.

Variabilidad T°	San Borja	Las Vinitas	P. Hurtado	Elemental	Mapuche
Invierno	2,0°C	2,5°C	1,1°C	1,3°C	1,8°C
Verano	2,7°C	3,8°C	1,7°C	2,1°C	3,3°C
Est. intermedia	6,8°C	7,5°C	7,8°C	7,6°C	7,7°C

Fuente: Elaboración propia.

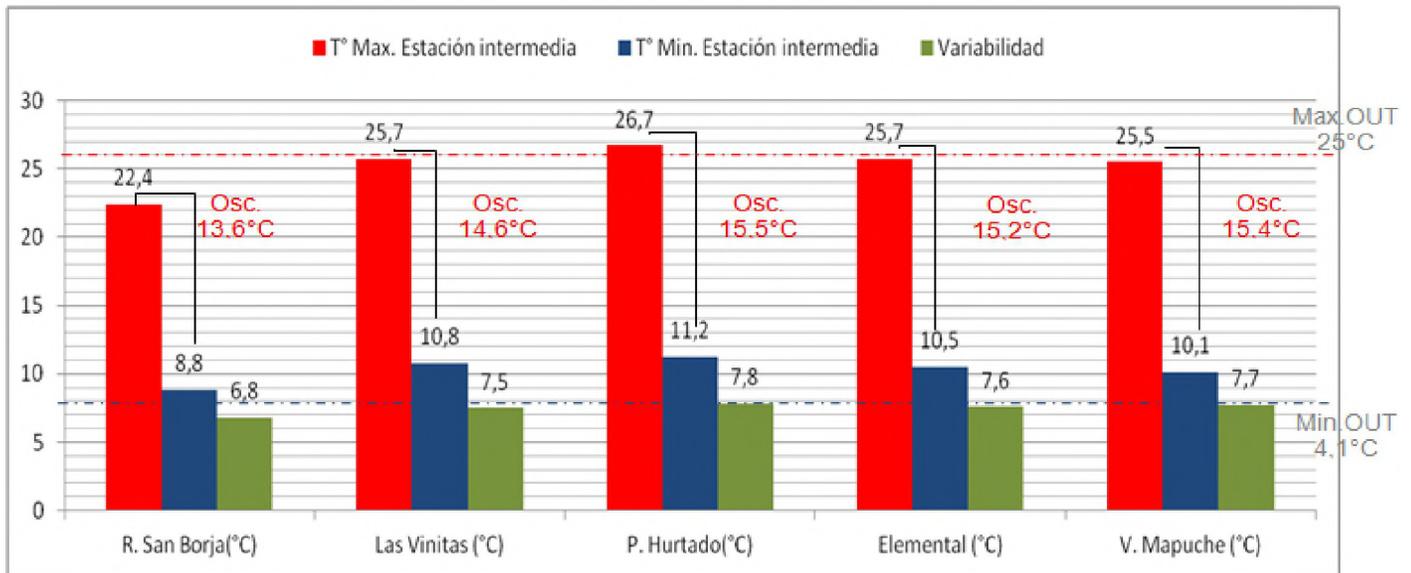


Gráfico 3. Comparativo Variabilidades adaptadas/ Estación intermedia. Fuente: Elaboración propia.

En una estación intermedia (otoño y/o primavera), se alcanzan valores de 25°C en el día y en la noche bordea los 5°C en el exterior, y los valores de oscilación interior de temperatura promedian los 14,9°C en la totalidad de los casos analizados. Lo anterior significaría que, si analizamos la variabilidad, presentarían T° muy altas para una vivienda o para el confort térmico de los ocupantes. San Borja (1970) presenta una variabilidad de 6,8°C, valor alto y siendo el mejor comportamiento en comparación al resto de las viviendas. Las Viñitas (7,5°C), la población Padre Hurtado (7,8°C), Elemental (7,6°C) y La Vivienda Social Mapuche (7,7°C) registran valores aún más elevados. Vemos que, en la estación intermedia, todos los casos se encuentran fuera del rango máximo de variabilidad recomendable (< 3°C).

6. Comportamiento energético, comparación casos.

En esta sección se discuten los flujos de calor en las zonas térmicas estudiadas para un periodo de 24 horas, sin contemplar ningún sistema de climatización. Para este análisis se han considerado las ganancias o pérdidas energéticas en un día tipo de verano y de invierno por:

- Conducción: Aportes/pérdidas de calor a través de la piel del edificio-Zona.
- Radiación Solar: Aportes por radiación solar directa (ventanas, lucernarios, etc.)
- Ventilación: Aportes/pérdidas debidas a ventilación e infiltración de aire.
- Ganancias internas: Aportes internos por iluminación artificial, ocupación y equipamiento.
- Deslindes: Aportes o pérdidas debido a contacto con otros locales.

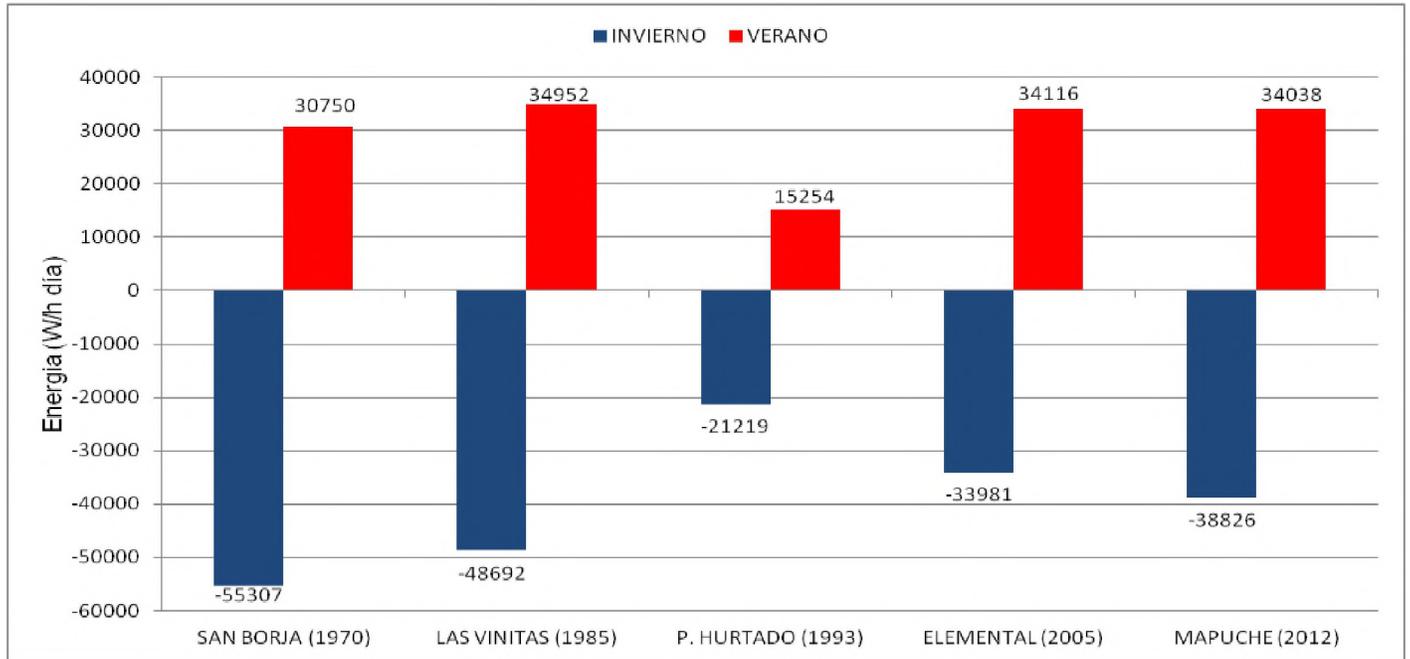


Gráfico 4. Comparativo del resultado del balance energético diario en verano e invierno entre los casos de estudio. Fuente: Elaboración propia.

El gráfico 4 muestra el resultado del balance energético de verano e invierno de los casos estudiados. En el gráfico 5, se desglosan las pérdidas energéticas en situación de invierno.

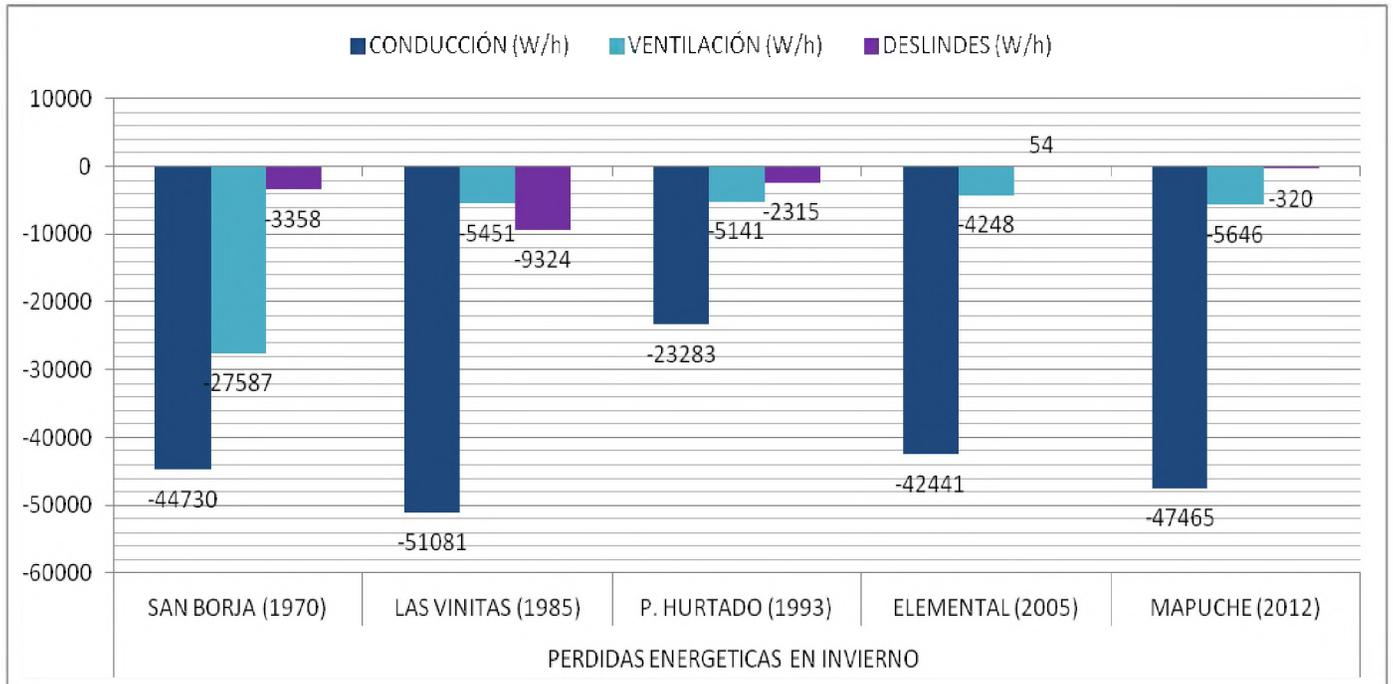


Gráfico 5. Comparativa de las pérdidas energéticas en invierno entre los casos de estudio. Fuente: Elaboración propia

Debido estos resultados se pudieron observar acciones que afectan la habitabilidad de las viviendas en estudio, demostrándose que:

1. Las ganancias y pérdidas de energía (comportamiento energético) están en concordancia con el comportamiento térmico de las viviendas, es decir, tanto la fluctuación de las temperaturas en los dos supuestos, día de invierno y de verano, tienen coherencia en el flujo y disipación de energía que existen en las viviendas.
2. Las ganancias energéticas detectadas se hacen evidentes en época de calor, mientras más radiación solar, mayor temperatura y mayor ganancia energética por conducción, radiación y movimientos de aire.
3. Las pérdidas energéticas son muy críticas en época de días fríos, pues el flujo de energía interior-exterior es mucho mayor.
4. Como observación global y habiendo hecho la sumatoria de todas las ganancias y restado todas las pérdidas por los ítems analizados, la época de calor registra en todos los casos ganancias, en cambio, la época fría habiendo hecho la misma sumatorias y sustracciones de energías en todos los casos registran pérdidas (Gráfico 4).

7. Conclusiones.

7.1. Sobre el comportamiento energético de las viviendas

Habiendo modelado, valorizado, observado y analizando los 5 casos se pudo concluir que hay una relativa homogeneidad y similitud valórica en el comportamiento térmico. Esto, si lo interpretamos en una perspectiva histórica y sus implicancias normativas, demuestra que, durante el periodo estudiado ha existido una mínima evolución positiva en cuanto a la calidad ambiental de la vivienda social, a pesar de la existencia de herramientas como el manual de aplicación de la normativa térmica (O.G.U.C. Art.4.1.10) y sistemas de certificación de eficiencia energética.

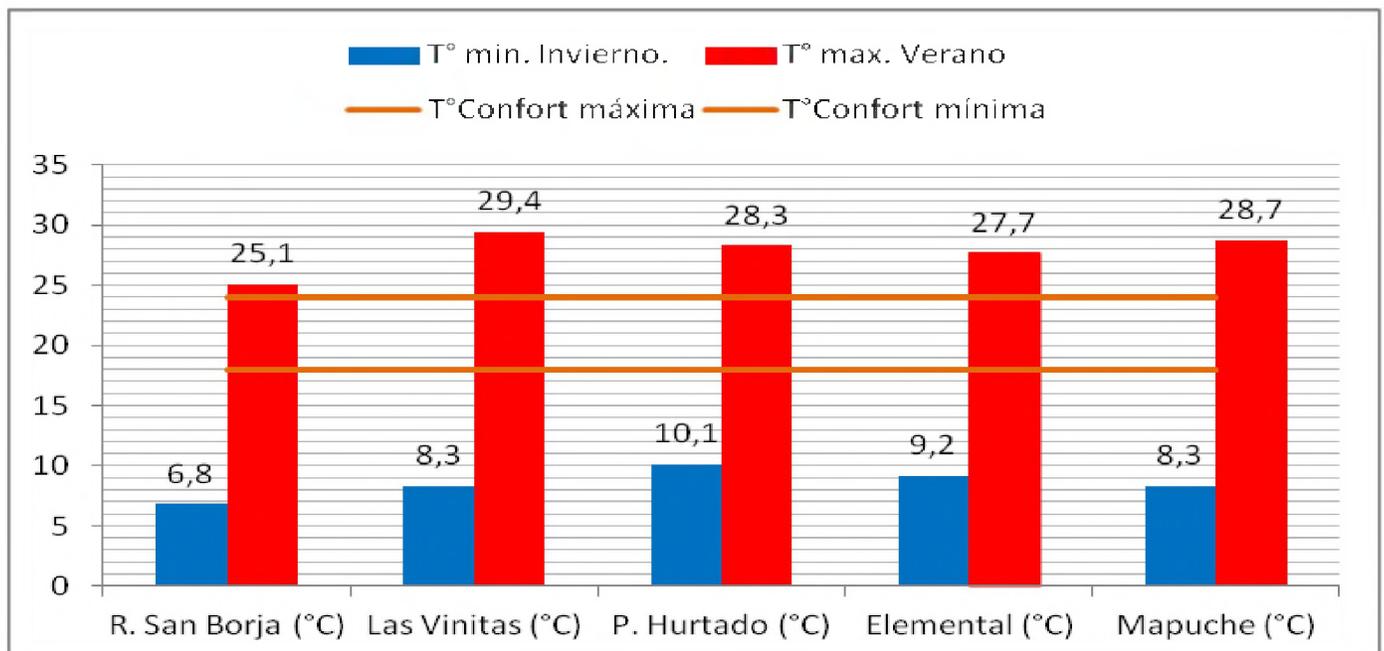


Gráfico 6. Comparativo de las T° de confort y T° extremas por casos en verano e invierno. Fuente: Elaboración propia.

El comportamiento del balance energético (ganancias vs pérdidas) es la causa del comportamiento térmico de los casos presentados. Las viviendas analizadas presentaron un comportamiento similar

entre sí, tanto en invierno como en verano, lógicamente presentando algunas variaciones numéricas. Las conclusiones del análisis energético fueron:

- En verano las viviendas presentaron recalentamiento producto de las ganancias energéticas recibidas en el ciclo día, no pudiendo disipar la totalidad de la energía en el ciclo noche.
- En invierno, las viviendas presentaron comportamientos térmicos deficientes y críticos ya que durante todo el día (día/noche) presentaron pérdidas energéticas muy considerables, principalmente por conducción, ventilación y traspaso energético con locales habitables de las viviendas vecinas (deslindes).
- La conducción térmica a través de las pieles de las viviendas fue el parámetro más importante y crítico de pérdidas y disipación de energía, presentando mayores afectaciones en el caso de la población Las Viñitas (1985). A su vez la conducción en verano propicio el mayor sobrecalentamiento de las viviendas.
- La ventilación es un factor a considerar en días fríos ya que es una causa importante en la disipación de la energía al interior de las viviendas, ayudado por los puentes térmicos.
- Otro factor a tomar en cuenta, que por lo general en la teoría no se contempla, es la relación energética que tienen los espacios interiores entre sí. Es evidente el flujo energético entre unidades habitacionales por medio de sus muros de deslinde.
- Finalmente, la radiación solar es un aspecto muy importante, es el principal aportador de energía térmica, por lo que se hace fundamental poseer estrategias para poder conducir su influencia energética de manera positiva en ciclos de noches o días fríos, como también poder manejarla para los días más calurosos sin que represente un factor para el recalentamiento de los espacios interiores.

7.2. Comentarios finales.

Al haber realizado la investigación histórica y posteriormente tecnológica del comportamiento de la vivienda social en Chile desde institucionalización habitacional con la creación del Ministerio de Vivienda y urbanismo (1965), por medio de la ejemplificación de 5 casos en la ciudad de Santiago, se determinó una valoración decreciente, considerando variables arquitectónicas, tipológicas, energéticas y consumo, pero con aspiraciones al mejoramiento y calidad.

En términos generales, la valorización y cualificación de los casos mostró resultados del comportamiento térmico y energético que nos llevan a los siguientes comentarios:

- La Institucionalidad de la vivienda ha vivido una evolución decreciente en algunos casos y estática en otros. La cobertura, alcances y calidad, demuestran que este proceso comenzó con grandes expectativas, con la intervención directa del estado en todas sus etapas, pero con el cambio de orientación y paradigma de la dictadura militar, condicionó hasta el día de hoy la forma de hacer políticas, planes y soluciones habitacionales.

- Este cambio de paradigma provocó que se ampliaran las posibilidades de cobertura de soluciones habitacionales, pero hipotecó la calidad habitacional, promoviendo la segregación, expansión urbana desmedida, la reducción de los estándares habitacionales, tanto espaciales y constructivos, afectando seriamente la habitabilidad y confort térmico de los habitantes de viviendas de connotación social.

-La reducción de estándares habitacionales desde la dictadura militar se ha mantenido en el tiempo. Desde los 60' se proyectaron viviendas con integración urbana, de 70 a 90 m² de superficie, con problemas de funcionamiento ambiental, pero con posibilidades de mejoramiento físico-espacial. En los periodos posteriores se han vivido situaciones críticas de segregación urbana, hacinamientos, mal funcionamiento físico y térmico, con superficies deficitarias que varían de los 36m² a los 44 m².

- Luego del decrecimiento en los estándares habitacionales que se vivió, la respuesta en el tiempo no ha mejorado sustancialmente, a pesar que recientemente se ha tratado de mejorar puntualmente ciertos aspectos que eran excesivamente críticos con la promulgación de la normativa térmica en 2007 (O.G.U.C. Art. 4.1.10.). A pesar de eso, aún se sigue edificando la vivienda social de la misma forma con

los mismos sistemas de edificación y soluciones constructivas, albañilería sin aislación ($2,09 \text{ W/m}^2\text{K}$) y acristalamiento simple ($5,26 \text{ W/m}^2\text{K}$).

- La evolución de la vivienda de interés social en Chile ha dependido exclusivamente de la orientación e ideología política de los gobiernos de turno, lo que ha implicado que no se han considerado necesariamente los requerimientos esenciales de habitabilidad y confort de los ciudadanos que requieren de estas soluciones habitacionales. En consecuencia, se han ido imprimiendo históricamente determinadas visiones de desarrollo estratégico del territorio, concretadas a su vez, por marcos normativos y legales, políticas urbanas, estándares espaciales y hechos arquitectónicos que no responden a los mínimos requeridos. Evidencia de lo anterior, es la revisión de casos analizados, sus ubicaciones y tipologías habitacionales que demuestran una evolución decreciente y en algunos ámbitos estática, pasando de proyectos de viviendas masivas (Remodelación San Borja), con densidad elevada pero controlada, integradas urbanamente, con tipologías heterogéneas y funcionales, con altos estándares espaciales (70m^2) y altos índices de comportamiento formales (F. Forma 0.23 y F. Sombra 0.51), a tipologías con menos prestaciones espaciales y por ende, de habitabilidad, llegando a alcanzar rangos de 40 m^2 promedio, con ciertas posibilidades de ampliación que derivan en altas posibilidades de exposición al exterior (F. Forma 0.5), viéndose enfrentadas a mayor variabilidad climática, sumado a precarias soluciones constructivas o autoconstruidas, que han ido dejando de manifiesto la ineficacia normativa y física en materia térmica-energética de las viviendas sociales. Finalmente se concluye, en función de los resultados de las simulaciones y cálculos que, el comportamiento térmico de todas las viviendas estudiadas es deficiente, alcanzando temperaturas interiores máximas en verano y, sobre todo, temperaturas interiores mínimas en invierno que se encuentran muy alejadas del rango de temperaturas consideradas como confortables en un clima mediterráneo como el de Santiago (Gráfico 6).

Contribución del autor: Conceptualización, S.S. metodología, S.S.; análisis formal, S.S.; investigación, S.S. El autor ha leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo

Declaración de disponibilidad de datos: No aplica.

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Referencias

- Allard, I., Olofsson, T., & Hassan, O. a. B. Methods for energy analysis of residential buildings in Nordic countries. *Renewable and Sustainable En: Renewable and Sustainable Energy Reviews* 22. 8 march 2013. [Fecha de consulta: 25 Julio 2013] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.02.007>
- Ekins, P., & Lees, E. The impact of EU policies on energy use in and the evolution of the UK built environment. *En: Energy Policy* 36 [En línea]. 15 october 2008. [Fecha de consulta: 20 de julio 2013] Disponible en: [10.1016/j.enpol.2008.09.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.006)
- Haramoto, E., Boletín INVI N°24, Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile, Vivienda Social: Un Desafío para la sustentabilidad del desarrollo. Santiago, Chile, Mayo 1995, Vol. 10, 18 a 33 p.
- Hoppe, T. Adoption of innovative energy systems in social housing: Lessons from eight large-scale renovation projects in The Netherlands. *En: Energy Policy* 51 [En línea]. 4 october 2012. [Fecha de consulta: 18 Julio 2013]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.09.026>
- JIRÓN M., Paola; CORTÉS F., Alejandra. INVI, Instituto de la Vivienda, Universidad de Chile. Análisis de la política habitacional chilena y sus futuras orientaciones, Documento de Trabajo No 4. Santiago, Chile, 2004, 68p.
- MINISTERIO de Vivienda y Urbanismo (Chile), Un siglo de políticas de vivienda y barrio. Santiago, Chile, 2004. 559 p.
- MINISTERIO de Vivienda y Urbanismo (Chile), Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, O.G.U.C. Art. 4.1. 10.. Manual de aplicación reglamentación Térmica. Santiago, Chile, 2006,

- MINISTERIO de Vivienda y Urbanismo (Chile), Manual de procedimientos del Sistema de Calificación energética de vivienda en Chile. Santiago, Chile, 2012, 82p.
- MUNDACA T., L. (2013). Climate change and energy policy in Chile: Up in smoke? En: Energy Policy 52 [En línea] 12 October 2012. [fecha de consulta: 20 Julio 2013] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.08.073>.
- O'RYAN, R., DE MIGUEL, C. J., MILLER, S., & MUNASINGHE, M. Computable general equilibrium model analysis of economywide cross effects of social and environmental policies in Chile. En: Ecological Economics 54 [En línea] 8 March 2005. [Fecha de consulta: 22 Julio 2013]. Disponible en: doi: 10.1016/j.ecolecon.2004.07.022
- PINO, A., BUSTAMANTE, W., ESCOBAR, R., & PINO, F. E. Thermal and lighting behavior of office buildings in Santiago of Chile. En: Energy and Buildings 47 [En Línea] 13 December 2012. [Fecha de consulta: 18 Julio 2013] Disponible en: doi: 10.1016/j.enbuild.2011.12.016.
- RICHARDS, B. Poverty and housing in Chile: the development of a neo-liberal welfare state. En: Habitat International 19 [En línea] 1995 [fecha de consulta: 17 julio 2013] Disponible en: doi:10.1016/0197-3975(95)00043-F
- TAPIA ZARRICUETA., R. Vivienda Social en Santiago de Chile, Analisis de su comportamiento locacional, periodo 1980-2002, En: Revista INVI N° 73, November 2011, Volume N°26, p 105–13