



Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Arquitectura

# Vivienda Colectiva en Chile

Propuesta de Proyecto Sustentable  
Para Llegar a las Cero Emisiones  
Neta de Carbono Para el Año 2050.

Alumno: Fernando López Fuentes

Profesor Guía: Patricio Morielli

Memoria Planteamiento Integral del Proyecto de Título Verano 2021





# 0.1 Índice

I. ANTECEDENTES .....	10
1.1. Situación Mundial.....	12
1.2. Situación Nacional.....	16
1.3. Terreno a Intervenir.....	20
II. CONTEXTO.....	24
2.1. Contexto Para un Proyecto.....	26
2.2. Aplicación del Contexto.....	32
2.2.1. Contexto Natura.....	32
2.2.2. Contexto Social.....	37
2.2.3. Contexto a Futuro.....	40
III. PROYECTO.....	42
3.1. Estrategias de Diseño.....	44
3.2. Simulaciones.....	46
3.2.1. Muro de Hormigón Armado.....	46
3.2.2. Marco de Hormigón Armado.....	47
3.2.3. Sistema Mixto de Hormigón Armado con Madera.....	47
IV. CONCLUSIONES.....	50
4.1. Primeras Conclusiones.....	52
4.2. Bibliografía.....	53



## 0.2 MOTIVACIONES

El miedo al futuro ha sido una constante muy presente en mi generación, el no saber que pasará después de obtener el título de arquitecto debido a la dificultad que se esparce sobre encontrar trabajo, el preguntarse continuamente si vale la pena no dormir varias noches para terminar una entrega para la universidad, el pensar que no hay nada para nosotros en el futuro ya que se nos convence de que ya estamos viejos para los que nos queremos dedicar y que los años que vendrán a continuación no parecen prometer nada bueno para nosotros, etc. Yo no me desmarco de este miedo, y esa es la motivación más importante para realizar este proyecto de título, el poder erradicar este sentimiento de mi cabeza y encontrar un camino desde la arquitectura para encontrar un futuro en el que pueda confiar y mejorar por mis propios medios.

Por lo anteriormente dicho, el tema de la sustentabilidad ha sido uno de los tópicos que más me han llamado la atención en mis años de carrera universitaria, y ha sido uno de los objetivos más importantes por los que decidí, incluso, el país al que destinaría mi intercambio universitario el año 2020, España, para aprender mucho más de ello en una de las cunas de la innovación en estrategias de edificios sustentables. Sin embargo, otro tema también relacionado a lo expresado con anterioridad, es el de la vivienda, en el contexto nacional en el que vivimos no es poco conocido la dificultad de acceder a esta a pesar de varios avances que se han hecho a nivel legislativo, por lo que encontrar nuevas maneras de construir viviendas de mejor calidad, más baratas y que cumpla con criterios de sustentabilidad es un punto clave para poder enfrentar esta problemática a nivel nacional sin generar más problemas de los existentes anteriormente.

Por último me gustaría decir me gustaría mencionar que tanto en este apartado de motivaciones como en el resto de esta memoria de título presente, tanto el sentimiento de miedo como cualquier deficiencia que se plantee, más que ser vista desde una perspectiva negativa, serán planteadas como oportunidades de intervención, de manera que, todo lo anteriormente dicho, será utilizado a nuestro favor para innovar y soñar con un futuro en el que nuestras acciones puedan evitar una catástrofe tanto a nivel internacional como nacional y local.

## 0.3 INTRODUCCIÓN

Durante siglos el significado y función de la arquitectura ha ido cambiando, mucho tiempo no fue más que una mera arte plástica alejada de lo que ocurría en la sociedad, cerrando sus discusiones a como debía ser artísticamente la verdadera arquitectura negando cualquier otra posibilidad a esta, sin embargo, en el siglo pasado se dieron los primeros indicios de una arquitectura social en el sentido de plantear problemas que estuvieran más allá de la forma y el arte, problemas que plantearan que la arquitectura tenía relevancia en las formas de interacción en la ciudad y la arquitectura un don funcional.

Actualmente vivimos en un contexto histórico sin ningún precedente, los efectos del calentamiento global se hacen más evidentes e irreversibles con el paso del tiempo dejando a la humanidad en una situación crítica donde debemos replantear como hacemos las cosas y que estilo de vida estamos acostumbrados a vivir, dentro de este contexto es donde el significado de la arquitectura vuelve a cambiar y a priorizar nuevos objetivos ¿cuál es el rol del arquitecto frente al cambio climático? ¿Es la doctrina de la arquitectura compatible con alguna acción para combatir esta situación?, dentro de este documento se intentará dar respuesta a esta pregunta dentro de las posibilidades existentes en nuestro contexto nacional y además centrándolo en la problemática de la vivienda ¿Por qué la vivienda?

La vivienda ha sido una de las problemáticas más importantes a nivel nacional debido a ser un problema constante durante los años , donde el número de vivienda necesitadas para solucionarlo no sólo no ha ido bajado, sino que se ha acrecentado en los últimos ellos, también es importante destacar los principales afectados por esto son los quintiles más bajos de la sociedad chilena, por lo que se puede deducir una de las claves importantes es el buscar maneras de construir viviendas en masa de gran calidad con menos recursos, sin embargo, ¿No el construir viviendas en masa sería contraproducente si se busca revertir el cambio climático? ¿No es el sector de la construcción uno de los más contaminantes a nivel mundial?

En esta memoria se buscará debatir sobre esto, buscar distintos datos duros que demuestren el verdadero efecto del sector inmobiliario y si es posible el construir una vivienda colectiva sustentable dentro del contexto en el que vivimos.

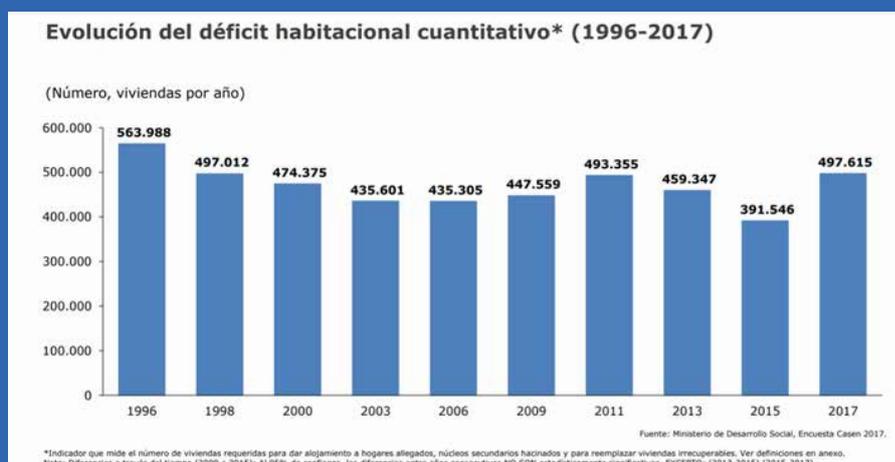


Figura 1: Ministerios de desarrollo Social, Gobierno de Chile. «Síntesis de Resultados Encuesta Casen 2017». (2017): [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados\\_vivienda\\_casen\\_2017.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados_vivienda_casen_2017.pdf).

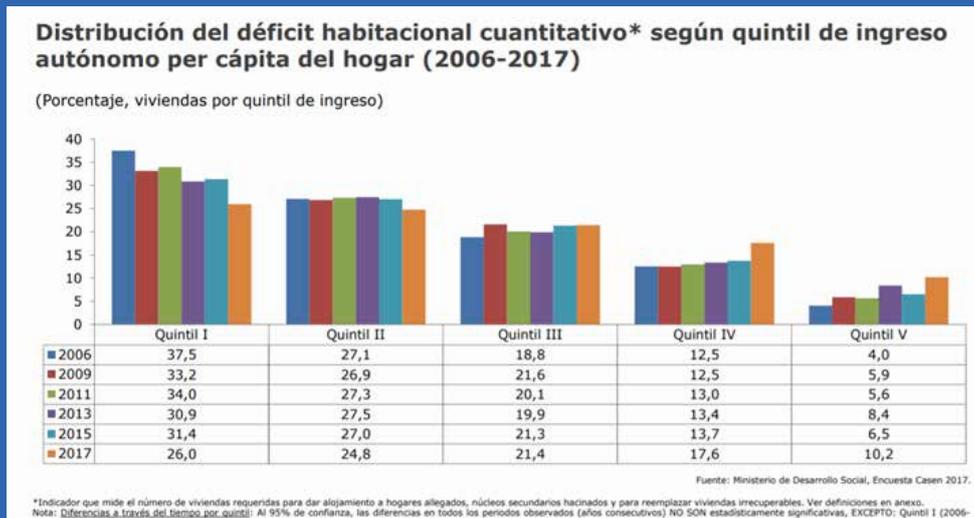


Figura 2: Ministerios de desarrollo Social, Gobierno de Chile. «Síntesis de Resultados Encuesta Casen 2017». (2017): [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados\\_vivienda\\_casen\\_2017.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados_vivienda_casen_2017.pdf).



Figura 3: Ministerios de desarrollo Social, Gobierno de Chile. «Síntesis de Resultados Encuesta Casen 2017». (2017): [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados\\_vivienda\\_casen\\_2017.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados_vivienda_casen_2017.pdf).

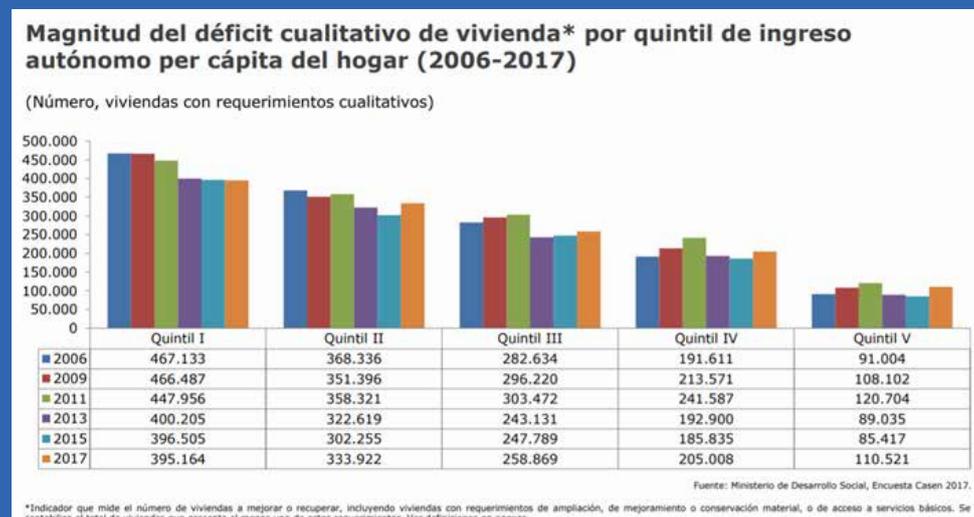


Figura 4: Ministerios de desarrollo Social, Gobierno de Chile. «Síntesis de Resultados Encuesta Casen 2017». (2017): [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados\\_vivienda\\_casen\\_2017.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados_vivienda_casen_2017.pdf).



# ANTECEDENTES



# 1.1 SITUACIÓN MUNDIAL

Como se mencionó anteriormente, la humanidad vive actualmente una situación sin precedentes en términos medioambientales, el aumento de los GEI ha ido avanzando cada vez más, y sus consecuencias ya se han manifestado a lo largo del globo terráqueo, según la organización Drawdown, durante el transcurso del tiempo en el planeta ha existido un aumento considerable de estos gases en la atmósfera en ciertos lapsos de tiempo, pero que, sin embargo, al llegar a cierto punto, estos gases tendían a bajar sustancialmente, a este fenómeno se le conoce como “drawdown”, en los tiempos que se está escribiendo este documento se encuentra dentro del cumplimiento de este periodo, por lo que pronto debería haber una considerable reducción de este tipo de gases por parte de la acción de la naturaleza, aun así, los niveles de GEI son tan altos y los métodos naturales de captación de carbono están tan dañados que la acción humana es necesaria para poder revertir este problema.

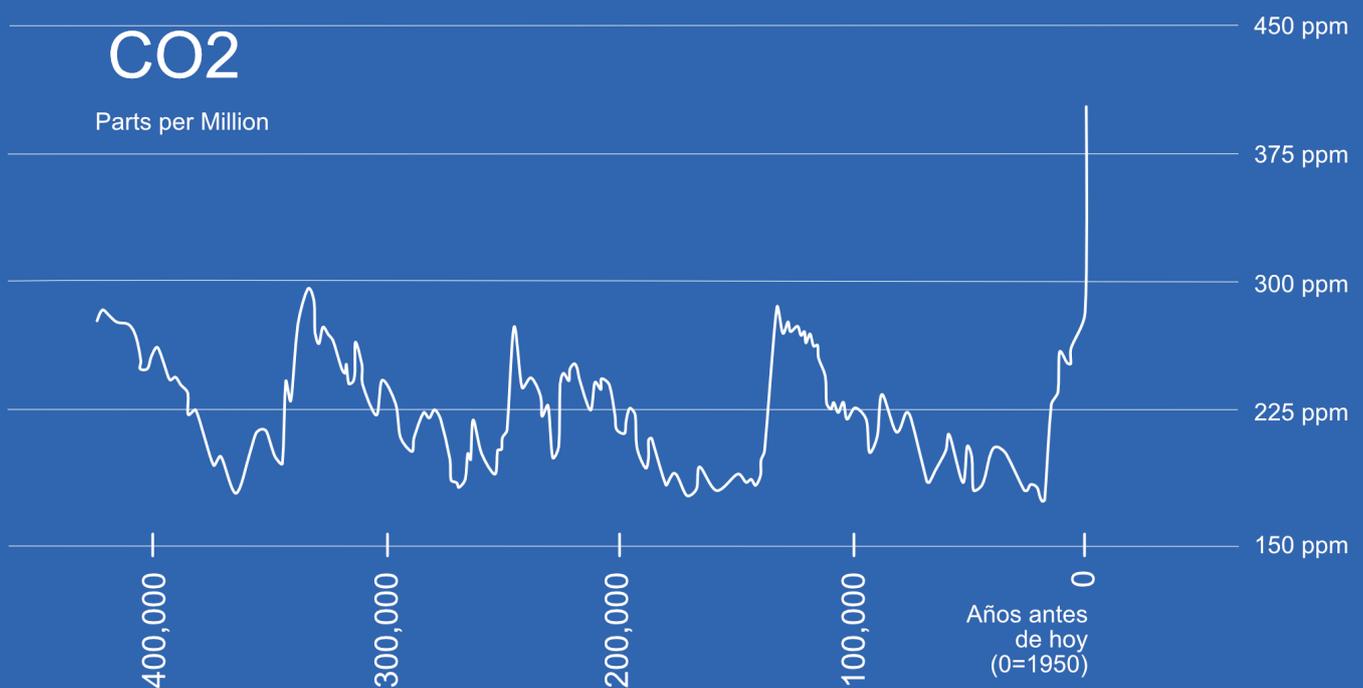


Figura 5: Cantidades de GEI en la atmósfera a través de los años «The Drawdown Review: Climate Solutions for a New Decade», 2020. <https://drawdown.org/sites/default/files/pdfs/TheDrawdownReview%E2%80%932020%E2%80%93Download.pdf>. Redibujo y Traducción Propia.

En este momento podemos plantear las siguientes preguntas, ¿Cuál es la importancia y/o relevancia de la doctrina de la arquitectura para encontrar distintas alternativas para mejorar la situación actual? ¿El impacto del sector de la construcción es tal que, al emplearse distintos métodos para reducir su impacto, sea relevante a la hora de revertir el cambio climático a la vez que financiable su aplicación?. para ello esta misma organización nos facilita distintos estudios que sobre los principales causantes de este aumento de emisiones de carbono hacia la atmósfera tanto como los distintos tipo de GEI presentes en la atmósfera y su presencia en porcentajes, todo esto con el fin de evaluar la situación actual y definir cuáles son las primeras causantes y soluciones relacionadas con estas.

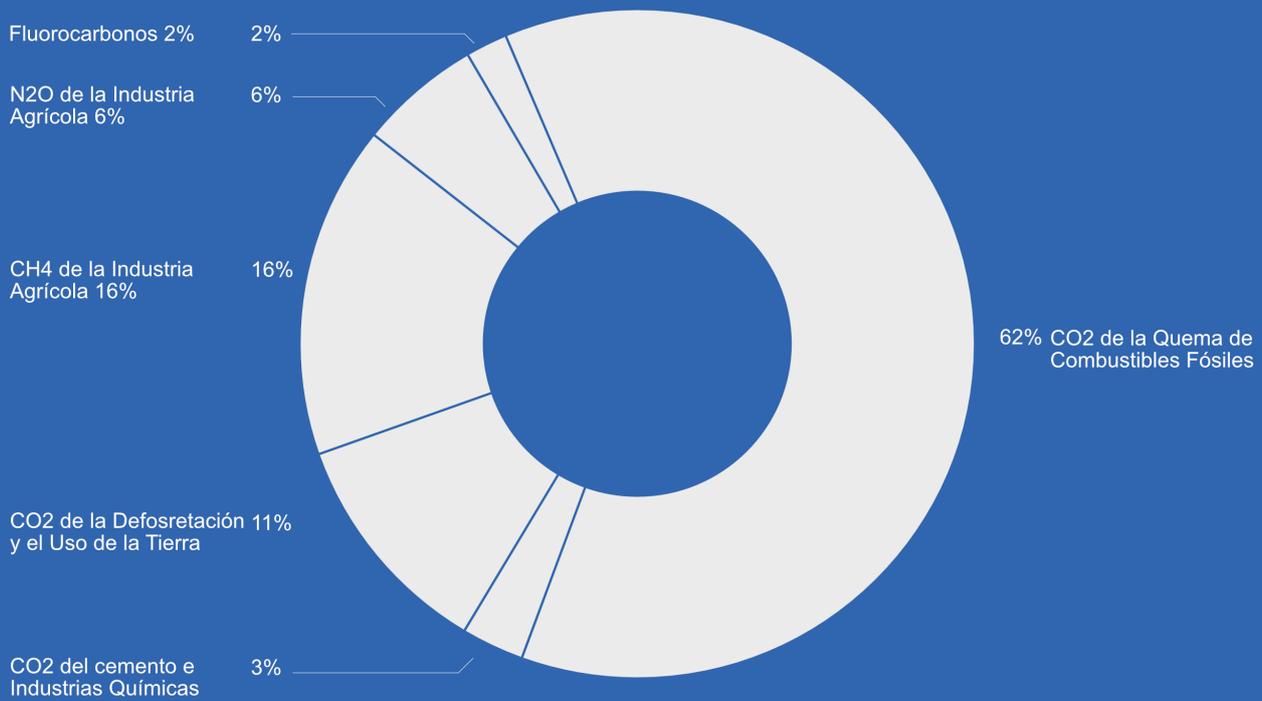


Figura 6: Gráfico Porcentaje de Principales GEI presentes en la atmósfera «The Drawdown Review: Climate Solutions for a New Decade», 2020. <https://drawdown.org/sites/default/files/pdfs/TheDrawdownReview%E2%80%932020%E2%80%93Download.pdf>. Redibujo y Traducción Propia.

Según la información entregada por la figura número 6 podemos vislumbrar que el principal gran generador de emisiones de gases de efecto invernadero es la quema de combustibles fósiles para sus distintos usos, hay que hacer un paréntesis en este punto ya que, a pesar de ser la fuente predominante, no es la más dañina de todas, los gases hidrofluorocarbonos (presentes en sistemas de refrigeración de aire acondicionado) al ser liberados a la atmosfera tienen un impacto cuyos efectos son 1400 veces más potentes que el CO2.

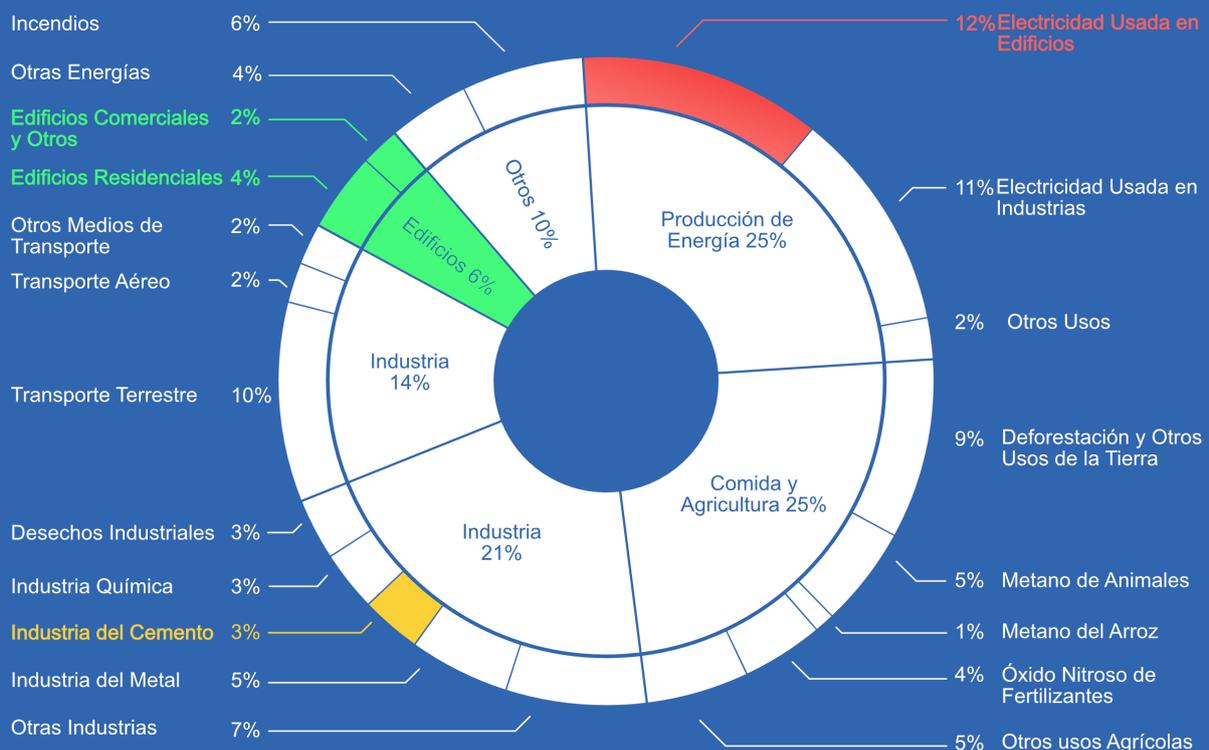


Figura 7: Gráfico Principales Fuentes de GEI a Nivel Mundial «The Drawdown Review: Climate Solutions for a New Decade», 2020. <https://drawdown.org/sites/default/files/pdfs/TheDrawdownReview%E2%80%932020%E2%80%93Download.pdf>. Redibujo y Traducción Propia.

En la figura número 7 podemos ver las diferentes fuentes de emisiones de carbono, en ella podemos ver que un 6% corresponde a la área de la construcción, lo que llamaremos carbono incorporado, mientras que, dentro del 25% de la producción de energía total, un 12% va dirigido al sector operacional de un edificio, a pesar de ello aún no estamos considerando otros factores que aumentan aún más el 18% que tenemos hasta ahora de producción de GEI.

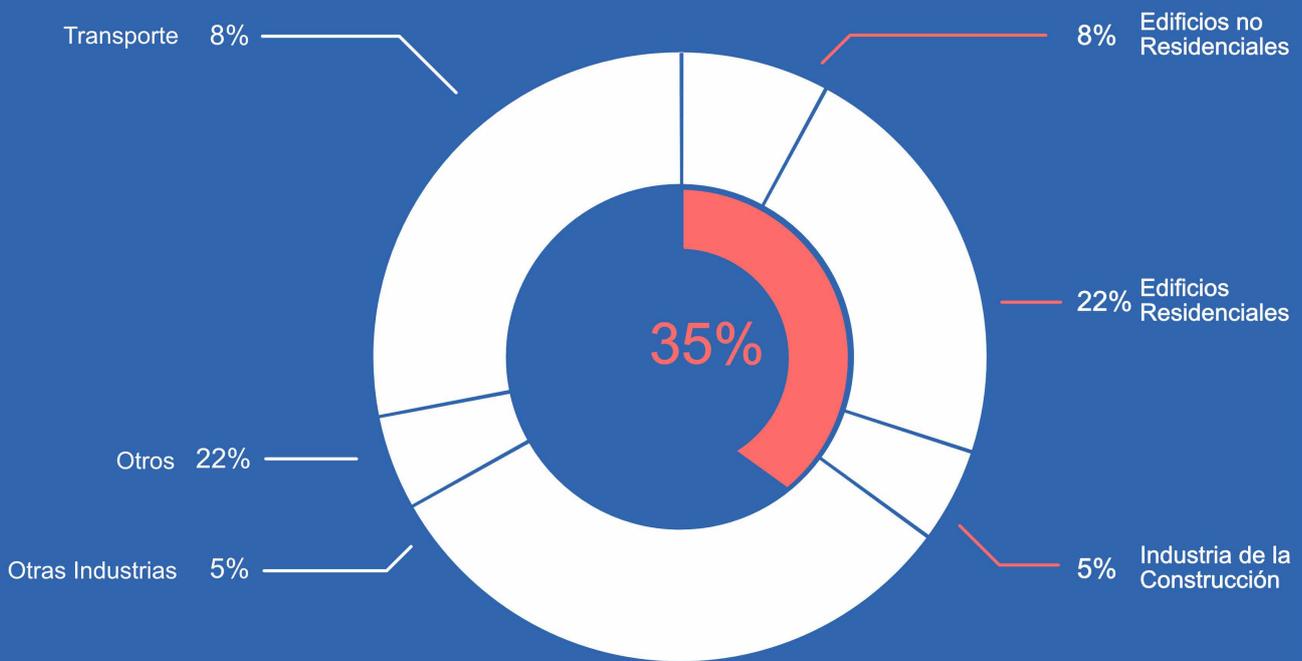


Figura 8: Gráfico Principales Consumidores de Energía a Nivel Mundial Destacando el Sector de la Construcción. UNEP. «Global Status Report for Buildings and Construction 2020: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector». Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme, 2020. [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf). Redibujo y Traducción Propia.

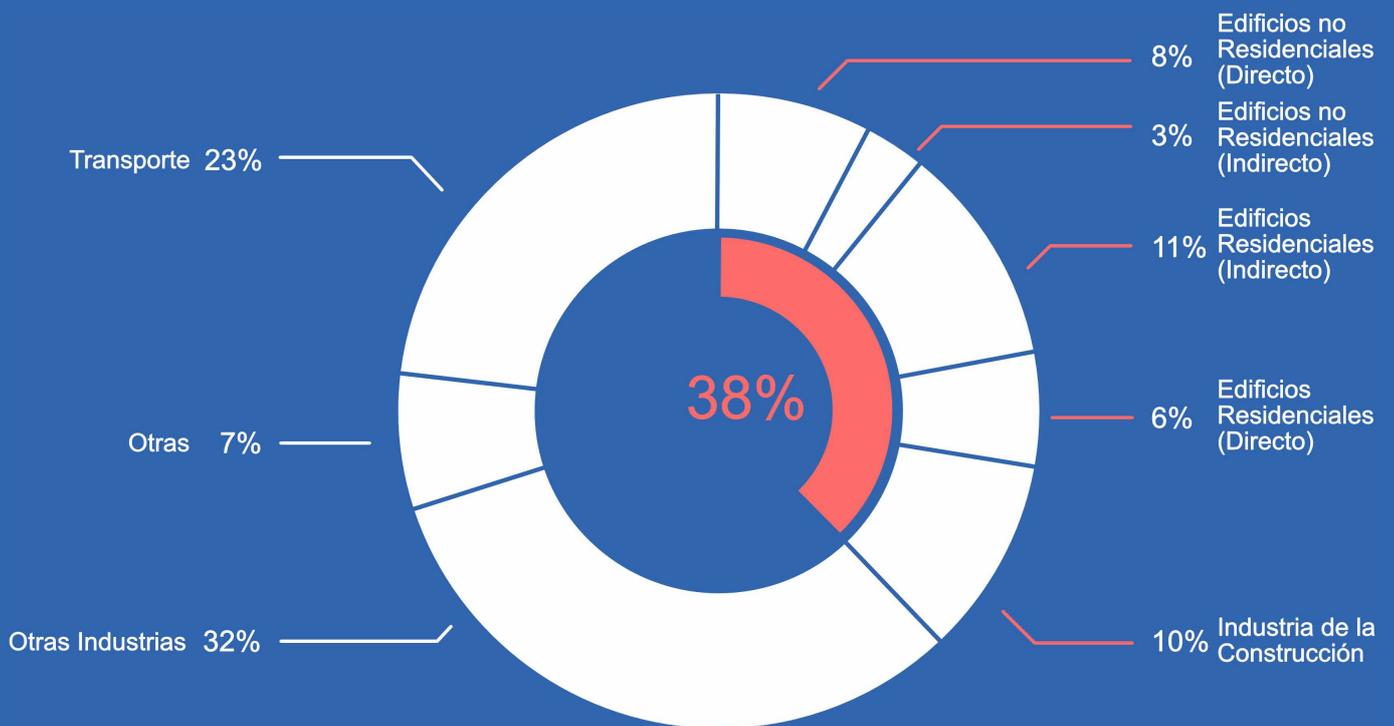


Figura 9: Gráfico Principales Fuentes de GEI a Nivel Mundial Destacando el Sector de la Construcción UNEP. «Global Status Report for Buildings and Construction 2020: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector». Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme, 2020. [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf). Redibujo y Traducción Propia.

En esta figura podemos ver más claramente el verdadero efecto del sector de la construcción en la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera donde no sólo se ha considerado los factores directos relacionados con el sector de la construcción, sino los factores indirectos a este lo cual lleva al consumo del 35% total de la energía generada y a un 38% de los gases de efecto invernadero totales emitidos , esto responde a la pregunta anteriormente hecha, como conocemos, durante siglos el rol de la arquitectura frente a la sociedad ha pertenecido a unos pocos que sólo buscaban una satisfacción personal en términos artísticos mientras rechazaban cualquier tipo de arquitectura que no respetara sus ideales formales, sin embargo, desde el siglo pasado, el ser arquitecto a cambiado de significado, este ha buscado entrar dentro de las problemáticas de las ciudades contemporáneas y actualmente, la problemática principal que se busca solucionar lo antes posible es el cambio climático, donde el arquitecto puede obtener una participación más que importante si se plantea que no existe la arquitectura sustentable, la arquitectura debe ser sustentable.

## 1.2 SITUACIÓN NACIONAL

La situación nacional chilena puede considerarse una situación particular dentro de la región latinoamericana, sin embargo, antes de afirmar esto es importante ver las estadísticas nacionales sobre emisiones de gases de efectos invernaderos y sus principales causas.

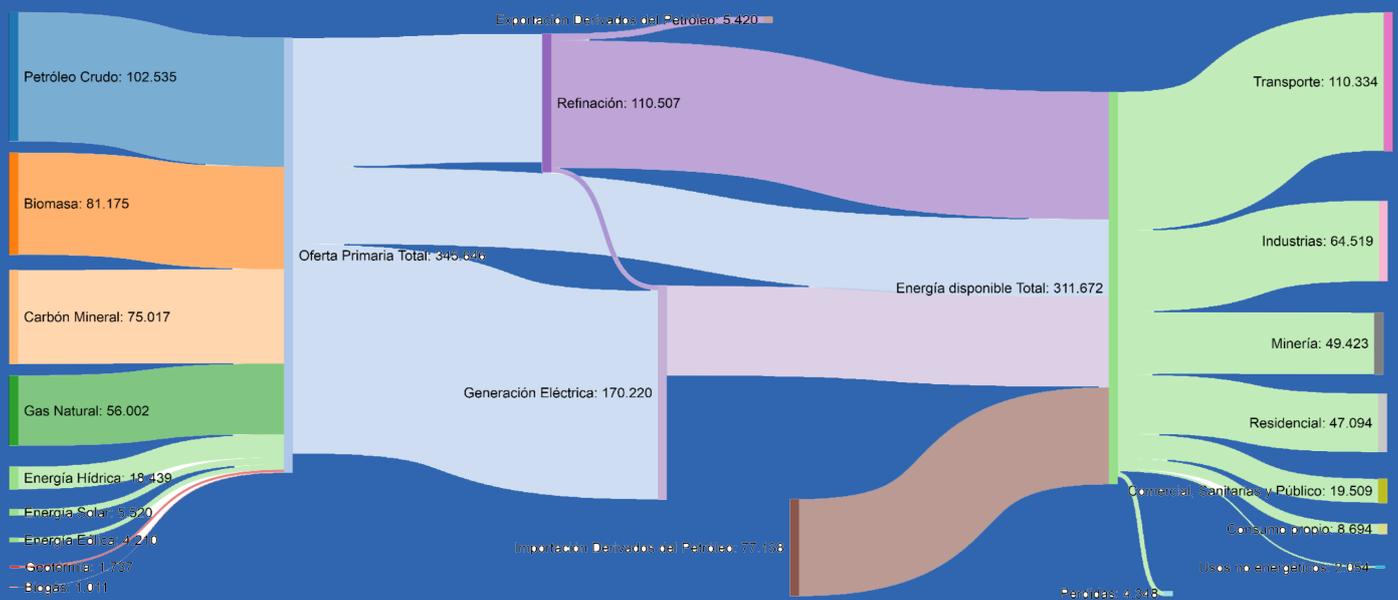


Figura 10: Diagrama de Flujos Energéticos del País, Ministerio de Energía. (2021). Informe Balance Nacional de Energía 2019 (1.a edición de publicación digital ed.). [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2020\\_informe\\_anual\\_bne\\_2019.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2020_informe_anual_bne_2019.pdf).

En esta figura de flujos energéticos podemos ver tanto las principales fuentes de energía del país, donde el papel protagonista lo toma el petróleo y la biomasa, como las principales acciones consumidoras de este, donde se encuentra el transporte en todos sus tipos y las industrias, existe una alta demanda por parte del sector residencial sin ser un factor tan determinante. Otra conclusión importante es la escasa producción de energía en base a alternativas limpias, dato importante a considerar para más adelante.

Otro tema importante a considerar es la fuente de estos combustibles, en la figura 10 se muestra la proporción entre lo importado y lo producido en el país de estos, de los dos más importantes, la biomasa es la única producida 100% en el país, mientras que el 98% del petróleo crudo utilizado en su estado puro o en refinaciones es exportado, esto mismo pasa con el gas natural (75%) y el carbón (89%), esta situación genera una dependencia energética al mercado internacional y al abastecimiento del petróleo muy considerable a la hora de crear propuestas para un futuro. Con esta conclusión y considerando que el 74% de las fuentes de energía corresponden a combustibles fósiles, buscar alternativas limpias a través de los diferentes recursos renovables de los que dispone Chile a lo largo de sus diversos climas.

Sector	Medida	Descripción	VP Inversión Adicional a BAU (mm de USD)
Edificación/ Inmobiliario	Eficiencia Energética	Asume medidas de eficiencia energética en el sector. Entre ellas se destaca mayor consumo eléctrico en climatización y uso de artefactos eficiente.	1.545
	Reacondicionamiento Térmico	Asume que se realiza reacondicionamiento térmico exigente de viviendas. Al 2050, más del 40% del parque actual de vivienda ya ha sido reacondicionada.	4.592
	Norma de Construcción	Asume nueva normatica de construcción consistente con reacondicionamiento térmico. Se asume que el 100% de las viviendas construidas desde 2025 cumplen con estándar de construcción exigente.	3.853
	Climatización Eléctrica	Asume reemplazo de energía eléctrica en consumos de climatización. En 2050 más del 60% de los hogares usa electricidad.	680
Desarrollo Urbano	Electromovilidad Particulares	Reemplaza parque vehicular por tecnología eléctrica. Se modelan curvas de difusión considerando métricas de rentabilidad. La tecnología representa más del 80% del parque en 2050.	19.409
	Electromovilidad Taxis	Reemplaza parque vehicular por tecnología eléctrica. el 100% de los taxis y colectivos son eléctricos en 2050.	765
	Transporte Público Regiones	Adelanta electromovilidad en transporte público en regiones. Se logra 100% de electromovilidad en 2040.	43
	Cambio Modal	Asume construcción de infraestructura (ciclovías y otras inversiones) que gatillan el cambio modal. Se asume que, en promedio, la participación modal de la caminata, bicicleta y electromovilidad aumenta un 10% en 2050.	2.327
Generación Eléctrica	Retiro anticipado de centrales de carbón de acuerdo a cronograma del Ministerios de Energía e incorporado de fuentes de generación eléctrica renovable.	27.118	

Figura 11: Tabla de Inversiones en Distintas Áreas Destinadas a Reducir las Emisiones de GEI, Generadores de Chile en base a datos de “Consultoría para el Análisis de Modelos de Cambio Tecnológico para la Proyección de Emisiones de GEI en escenarios de Electrificación Vehicular” (Ministerio de Medio Ambiente, 2019) y “Desarrollo de Herramientas Prospectivas” (Ministerio de Energía, 2019). Redibujo Propio.

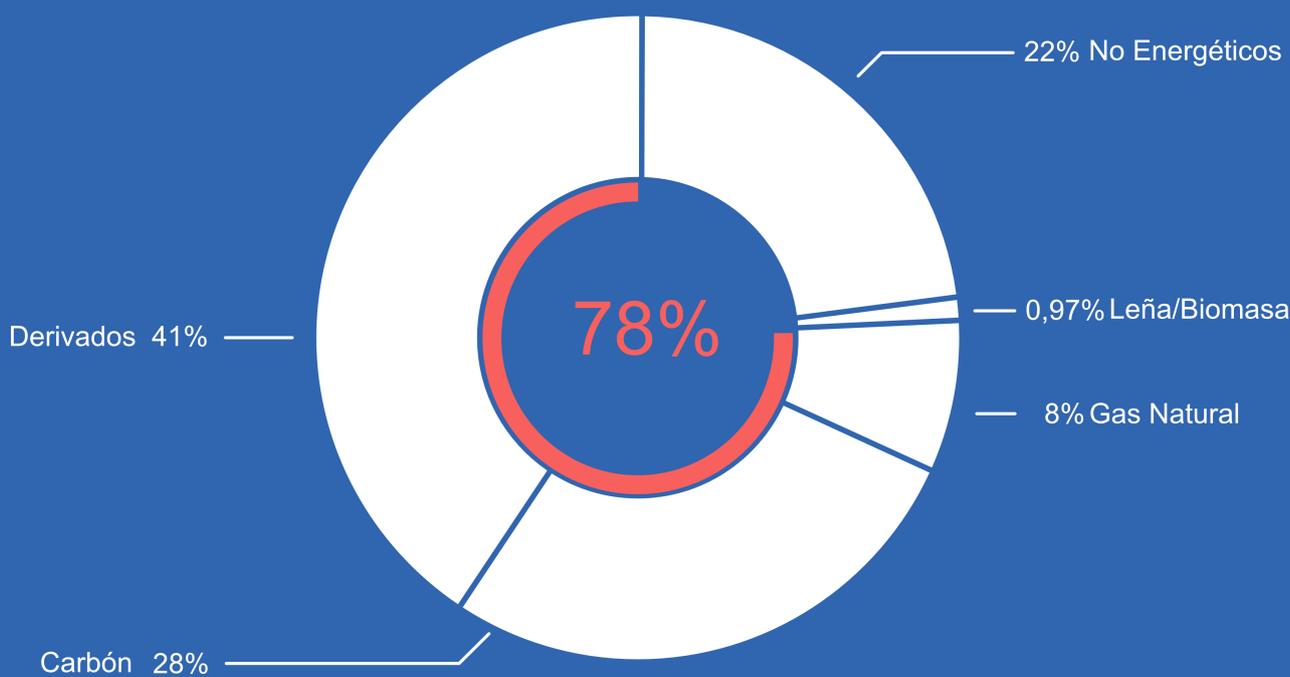


Figura 12: Gráfico Matriz Energética Chilena, Ministerio de Energía. (2021). Informe Balance Nacional de Energía 2019 (1.a edición de publicación digital ed.). [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2020\\_informe\\_anual\\_bne\\_2019.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2020_informe_anual_bne_2019.pdf). Redibujo Propio.

También como responsable del 76% de las emisiones de GEI totales a nivel nacional la necesidad de reemplazar con otras alternativas parte de este porcentaje de hace vital para reducir estos gases en la atmósfera, en este punto nos hacemos la siguiente pregunta, ¿Qué alternativas efectivas existen en Chile para cambiar gran parte del combustible fósil por fuentes de energía limpias y renovables? ¿Qué consecuencias traería este cambio a las formas de ocupar la energía? ¿Qué consecuencias traería esta posibilidad a la forma de hacer arquitectura para el futuro?

Para responder esta primera pregunta tenemos la figura 11 donde se encuentran las principales estrategias que se buscan implementar en Chile tanto por parte del Ministerio de Energía como el Ministerio del Medio Ambiente, dentro de las medidas destinadas al sector inmobiliario y la construcción nos encontramos con que la exigencia en eficiencia energética en los edificios es la clave para poder pensar en un proyecto de vivienda colectiva sustentable sustentada por las leyes estatales a través de incentivos e implementaciones de Planes de Descontaminación Ambientales Regionales entre otras cosas, buscando solucionar así, uno de los más relevantes factores de emisiones de GEI a nivel mundial, sin embargo también se repite nos podemos dar cuenta que existe una palabra que se repite varias veces a través de esta tabla y que, además adquiere un gran protagonismo como factor a nivel nacional para la descontaminación tanto mundial como local, la “Electrificación”, ¿Por qué la electrificación? ¿No es la producción de energía uno de los mayores consumidores de combustibles fósiles no sólo a nivel nacional sino mundial? ¿Qué cambio se daría realmente el cambio de combustibles de los sistemas de climatización si la fuente de estos sigue siendo altamente contaminantes?

La electrificación de todo el espectro que ocupe combustible en nuestras vidas diarias tanto de los aparatos electrónicos como de los medios de transporte es buscada a nivel gubernamental debido a la gran capacidad que posee el país de generar energías limpias a través de los diversos recursos naturales que hay a través de todo el territorio, actualmente los recursos renovables solo corresponden a un muy bajo porcentaje de recursos utilizados para generar energía, sin embargo, el mayor presupuesto mostrado en la figura ? corresponde al cambio en los modos de generación de energía, protagonizado por el continuo cierre de las centrales de carbón aún operativas en el país.

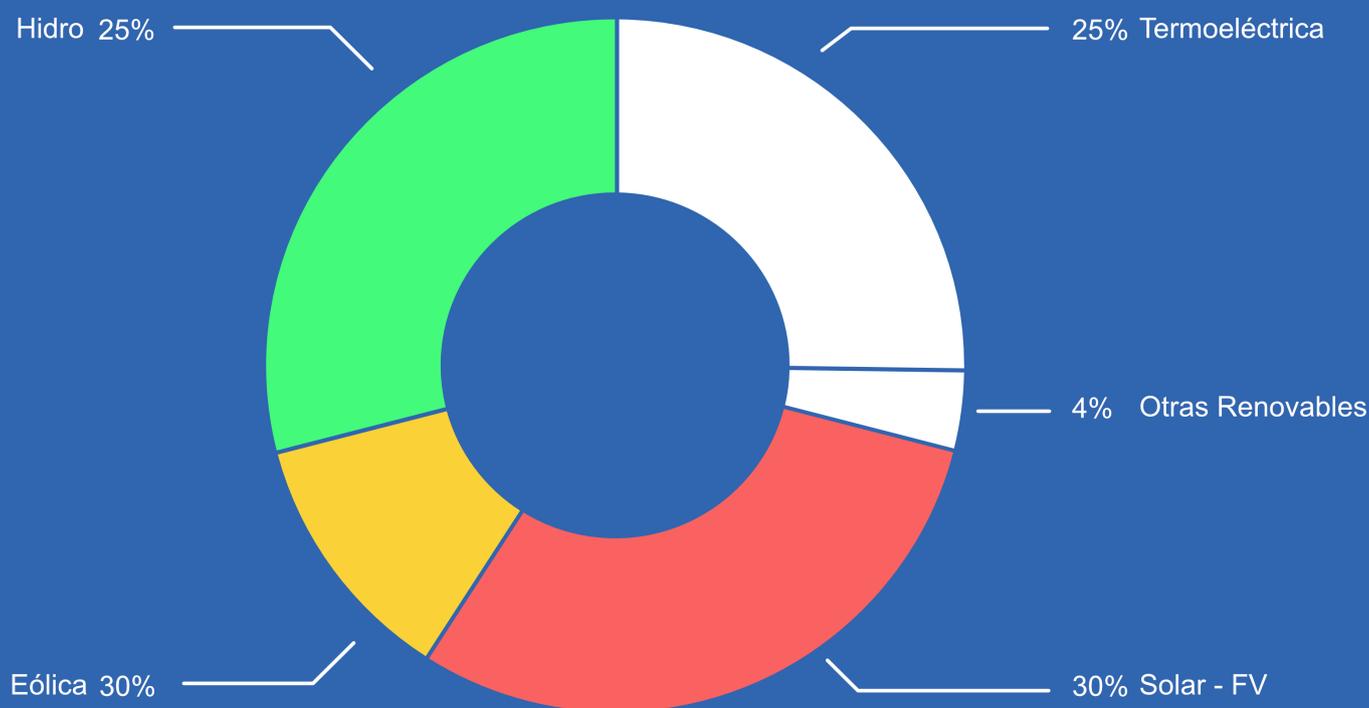


Figura 13: Generadoras de Chile AG. «Análisis de Largo Plazo para el Sistema Eléctrico Nacional de Chile considerando Fuentes de Energía Variables e Intermitentes». (24 de Enero de 2018): <http://generadoras.cl/media/page-files/393/180124%20Presentación%20Resumen%20-%20PSR%20MORAY.pdf>. Redibujo Propio.

En la figura 13 podemos ver una proyección de las principales fuentes de generación de energía a nivel nacional considerando todos los factores ya descritos y muchos más tales como la flexibilidad del mercado e incentivo a privados que busquen desarrollar y traer tecnologías destinadas tanto a la extracción de energías a través de recursos naturales para el año 2030, aquí vemos a las fuentes limpias como el ingreso principal para la generación de energía, respondiendo a la pregunta del porque es tan importante el buscar la electrificación de toda la tecnología que usamos a diario y que ocupe combustibles fósiles. Entendiendo esta realidad en la que probablemente estaremos viviendo en algunos años es importante considerar la siguiente pregunta ¿Esto afectará de alguna manera la manera de hacer arquitectura? La respuesta es un rotundo si.

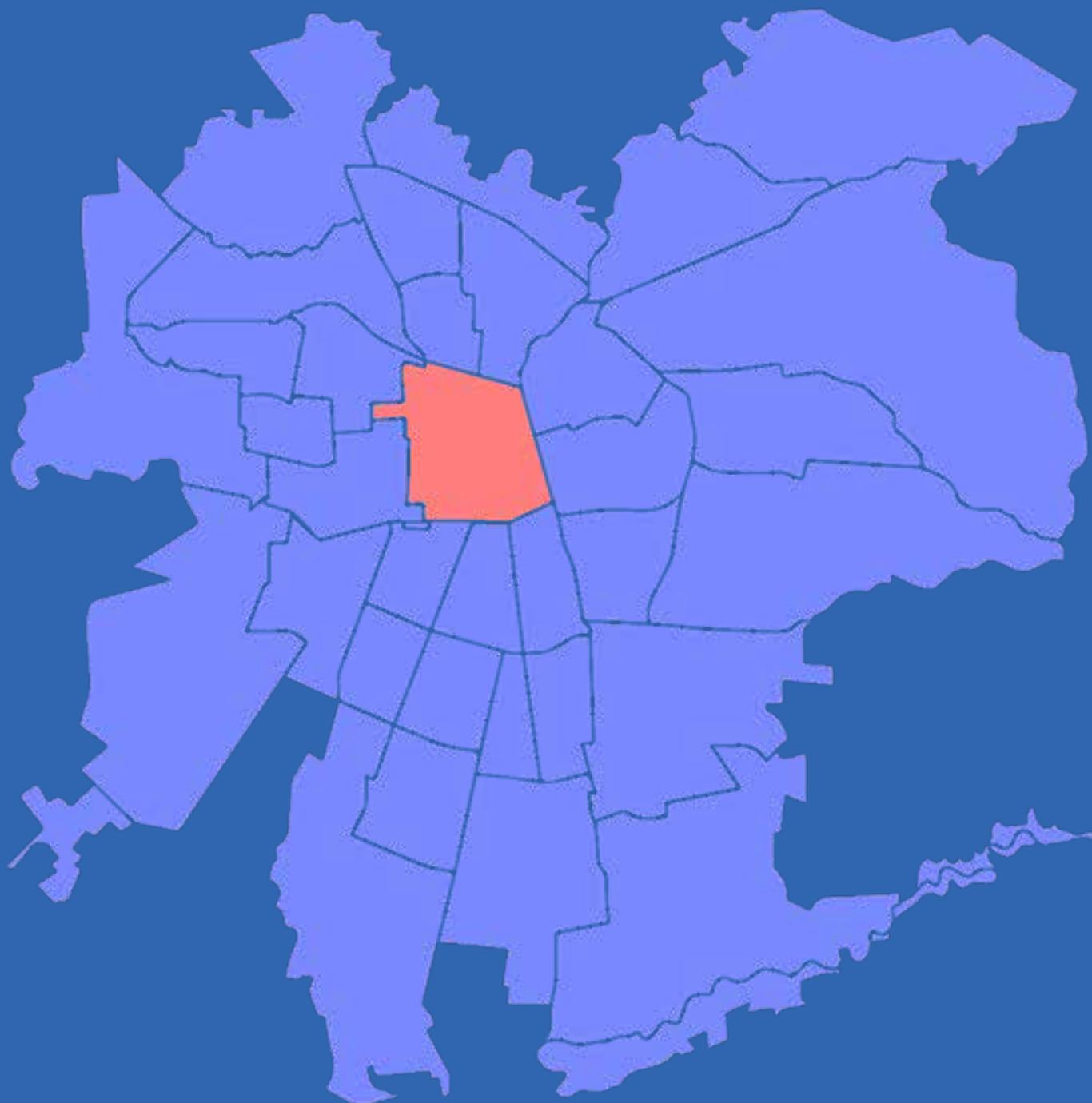
Tomando en cuenta la electrificación de nuestra vida diaria, debemos replantear cambiar ciertas formas de hacer las cosas dentro de un proyecto, entre estas “cosas” podemos nombrar como importantes según lo dicho a las siguientes:

1. La aplicación de cargadores eléctricos dentro de los estacionamientos para los autos debido a la importancia que se le está dando al cambio de los transportes a base de combustibles por transportes a base de electricidad, incentivando y facilitando el uso de estos vehículos.
2. La proyección de sistemas de climatización activa desde el inicio de un proyecto de arquitectura para evitar que el usuario de un edificio deba implementar por sí mismo estos sistemas de climatización, cayendo en el riesgo de usar sistemas de climatización activa de alto consumo y que no estén adaptados a su entorno o, directamente, el uso de sistemas de climatización en base a combustibles fósiles.
3. Priorizar la conectividad del proyecto con el resto de su entorno, buscando que este tenga la posibilidad del uso de varios tipos de transportes y no solo el vehículo particular, incentivando el cambio modal, el transporte público, la bicicleta y, por, sobre todo, la caminata.
4. La implementación de varias medidas pasivas de climatización para reducir aún más el consumo de combustibles fósiles y lograr una eficiencia energética en la construcción a través de estas.

Atendiendo a las prioridades estatales que buscan la carbono neutralidad a nivel nacional para el año 2050 se concluye que Chile es un país en el que ya se puede proyectar pensando en el futuro, nos da las herramientas para tener la capacidad de tanto de innovar como de probar y aplicar tecnologías (ver el caso de CTech), por lo que también se nos da, en el ámbito de la arquitectura, una cierta flexibilidad y disponibilidad de materiales muy destacable a nivel latinoamericano.

## 1.3 TERRENO A INTERVENIR

El objetivo del proyecto ha buscado desde un principio estar emplazado en la comuna de Santiago centro de debido simplemente a una preferencia personal, tanto por la cercanía a mi lugar de residencia como por la importancia de desarrollar este tipo de proyectos en las grandes ciudades.



*Figura 14: Ubicación de la comuna de Estación Central dentro de la Región Metropolitana, Fuente: Elaboración Propia.*

La dirección del terreno es Av. Libertador Bernardo O´Higgins 2451, la avenida principal de la comuna de Santiago Centro, esta conexión tan importante entrega al proyecto una posición estratégica dentro de la ciudad en lo que se refiere a transporte público dentro de la ciudad, teniendo cercanías a tanto como al metro de Santiago como a la red de buses del Transantiago.



Figura 15: Foto Propia Oeste del Terreno.



Figura 16: Foto Propia Vista Esquina Noreste del Terreno.



Figura 17: Foto Propia Vista Norte del Terreno.



Figura 18: Ubicación del Terreno a Intervenir, Fuente: Elaboración Propia en Base a imagen de Google Earth



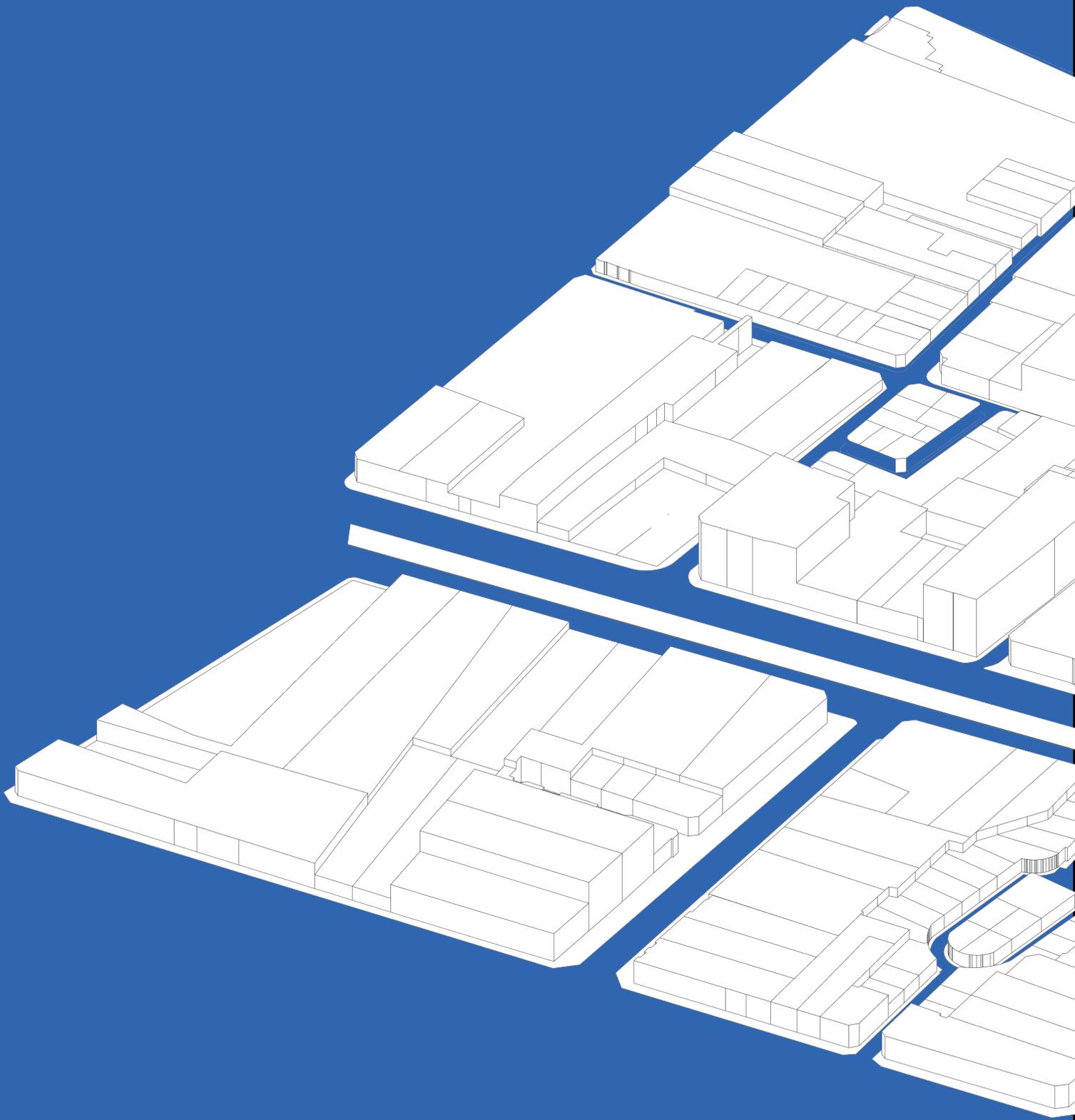
Figura 19: Foto Propia Esquina Sureste del Terreno.



Figura 20: Foto Propia Metro República al sur del terreno



Figura 21: Foto Propia sur del terreno



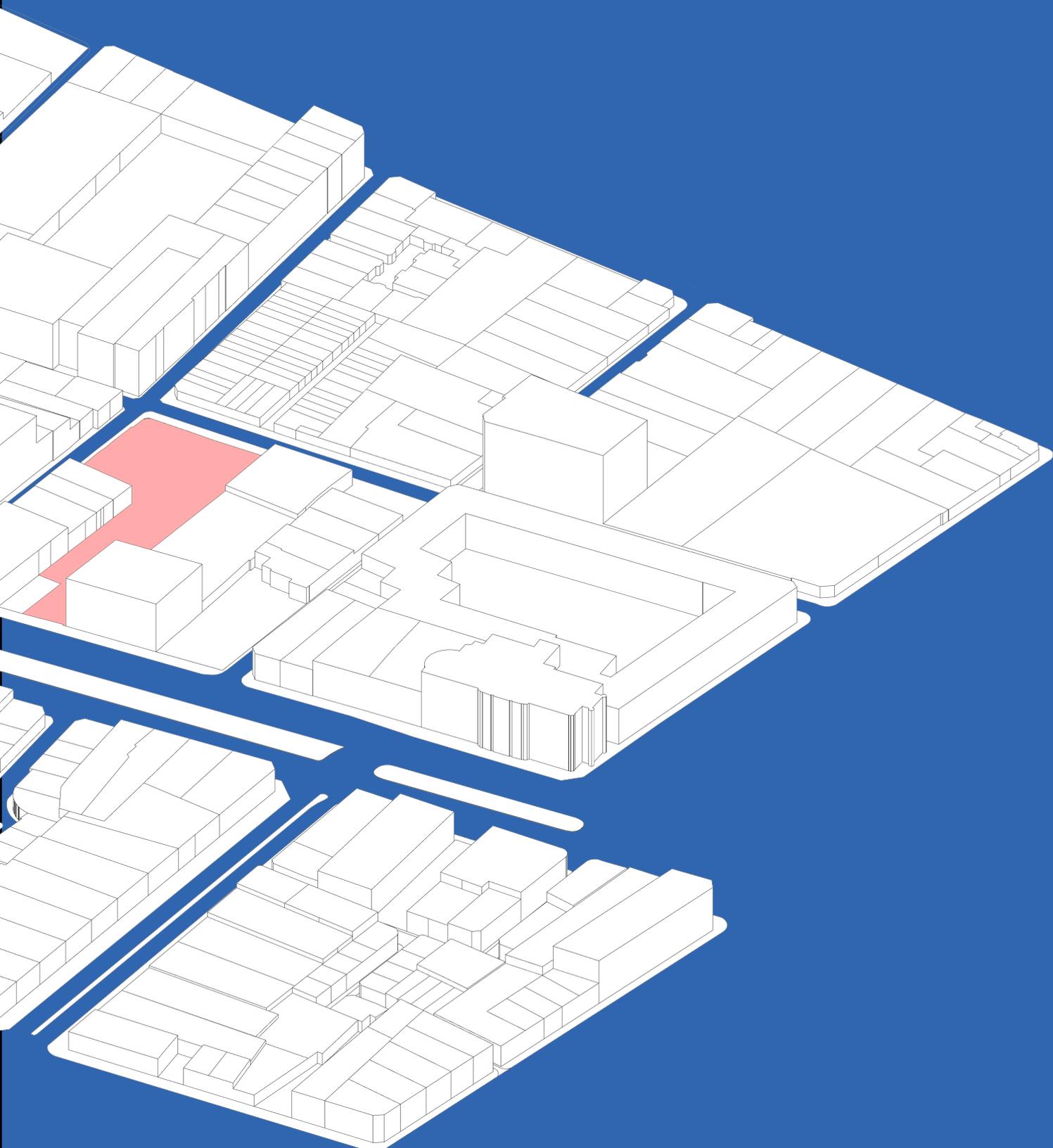


Figura 22: Figura 21 Izquierda: Levantamiento de cada manzana dentro del radio de 1km del territorio según la cantidad de población que vive en ellas, Fuente: Elaboración Propia en base a metadatos del censo 2017 distribuidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

CONTEXTO



## 2.1 CONTEXTO PARA UN PROYECTO

Es un error pensar en cualquier proyecto arquitectónico como un objeto que se colocará en el espacio para cumplir un objetivo específico sin considerar como este puede modificar y cambiar el lugar en el que se implanta, para ello, el concepto de contexto se convierte en una teoría vital para constituir un proyecto bien integrado y que sus consecuencias tanto a largo como a corto plazo en el espacio sean beneficiosas para la comunidad, abarcar este concepto puede aplicarse de varias formas según el punto de vista de los arquitectos y profesionales relacionados debido a la gran amplitud de factores y variantes que pueden ser incluidas al punto que no se puede considerar una forma absoluta de aplicar esto. Dentro de este apartado se definirán distintas variables del lugar que se tomarán en cuenta para el fin de este proyecto de título considerando las características de sustentabilidad que se buscan como estas incidirán en este.

En primer lugar tenemos el contexto natural del lugar, lo cual considerará todos aquellos factores que no están delimitados por la acción humana, posteriormente el contexto social, el cual consistirá en un estudio demográfico de la población circundante del proyecto y de los distintos tipos de servicios tanto públicos como privados cercanos a este, por último, y muy importante para el planteamiento de este proyecto, el contexto a futuro para el que este proyecto se construirá, donde, para este fin, se utilizarán los planes a futuros ya entregados e implementados por el gobierno.

Dentro del contexto natural existe una infinidad de variantes que se pueden considerar para intervenir con estrategias de diseño en un proyecto, sin embargo, sólo se buscará resaltar todas aquellas que incidan con la condición de sustentabilidad a la que se busca llegar, por lo que las variantes que se considerarán para este escrito son las siguientes: Clima, Tipo de Vegetación y orientación Solar.

El clima condiciona gran parte de las estrategias de diseño destinadas a la climatización de una vivienda, el conocer la temperatura ambiental del contexto tanto en invierno como en verano, conocer la humedad ambiental, los ciclos de lluvia y/o nieve y las corrientes de aire es vital para poder conseguir una ventilación, calefacción y refrigeración óptimas. Las temperaturas junto a las corrientes de vientos establecerían parámetros mínimos de aislación térmica necesarios para un espacio en su contexto y la orientación óptima que este debía tener para permitir una buena ventilación natural mientras que los materiales utilizados y la disposición de ciertos elementos de la construcción debería estar lista para afrontar la humedad del aire y las lluvias o el peso de la nieve.

Para ver un ejemplo de este tipo no es necesario ver la arquitectura sustentable más avanzada que está disponible en los países desarrollados hasta el día de hoy ya que esta ha sido una necesidad que ha tenido que cubrir el ser humano desde los comienzos de la humanidad, si nos remontamos a estos tiempos podemos observar que el buscar y/o construir un hábitat siempre estuvo ligado con el enfrentar a la naturaleza para poder sobrevivir a las duras condiciones que esta imponía, por lo que priorizar ciertos lugares o aplicar diferentes estrategias para construir interiores en los que refugiarse del clima adverso era vital, entre estos podemos destacar el iglú, estas estructuras árticas logran crear un ambiente habitable para el ser humano e un clima donde la nieve es un factor permanente durante todas las estaciones del año, para lograr su objetivo se usa esta misma nieve como aislante térmico para crear un interior que, a través de su diseño, crea dos espacios interiores, uno que corresponde a la

entrada el cual cumple con el trabajo de ser un espacio de transición entre el interior y el exterior no solo espacialmente, sino térmicamente, creando un segundo espacio donde se conservaría la temperatura cálida para poder dormir, otros sistemas utilizados esta vez en medio oriente, un clima seco donde las temperaturas cálidas abundan durante el día, es el uso de torres de viento (“Badgir” en el idioma persa) las cuáles cumplen con la función de captar el aire helado del ambiente a través de amplias aberturas para introducirlas dentro de alguna edificación a la vez de expulsar el aire caliente para ventilar y a la vez refrigerar este espacio. Estos dos ejemplos resultan muy interesantes a la hora de considerar el clima en el proyecto ya que, a pesar de que actualmente se disponga de tecnologías mas sofisticadas, se valide este punto con la importancia que se merece de manera de que una mala condición climática de un espacio se entienda por una falta de consideración de este factor más que una condición que solamente ocurre y a la que no se le puede hacer frente. temperatura cálida para poder dormir, otros sistemas utilizados esta vez en medio oriente, un clima seco donde las temperaturas cálidas abundan durante el día, es el uso de torres de viento (“Badgir” en el idioma persa) las cuáles cumplen con la función de captar el aire helado del ambiente a través de amplias aberturas para introducirlas dentro de alguna edificación a la vez de expulsar el aire caliente para ventilar y a la vez refrigerar este espacio. Estos dos ejemplos resultan muy interesantes a la hora de considerar el clima en el proyecto ya que, a pesar de que actualmente se disponga de tecnologías mas sofisticadas, se valide este punto con la importancia que se merece de manera de que una mala condición climática de un espacio se entienda por una falta de consideración de este factor más que una condición que solamente ocurre y a la que no se le puede hacer frente.

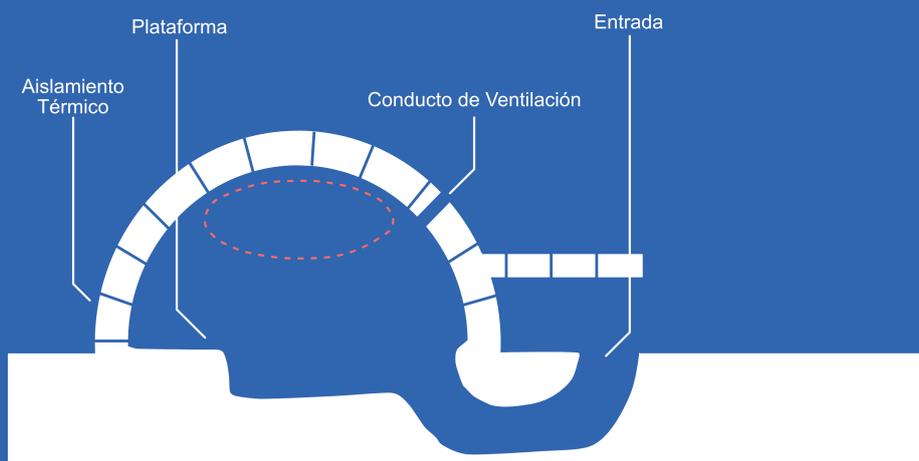


Figura 23: Esquema funcionamiento de un iglú, Fuente: BBC. (2017, 21 febrero). Los ingeniosos secretos de los iglúes. BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38920075>. Redibujo Propio.

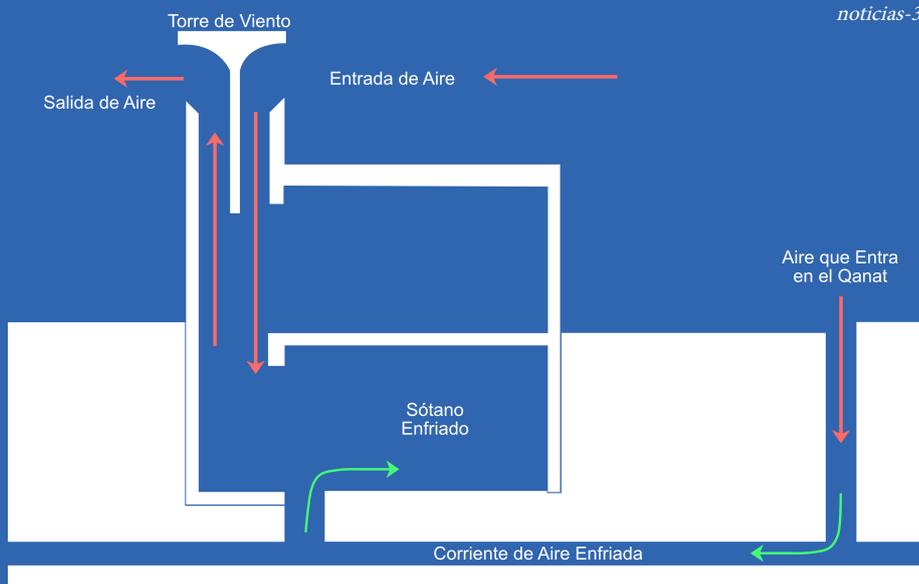


Figura 24: Esquema funcionamiento de una torre de viento, Fuente: Montero, S. (2015, 26 octubre). Las bonitas y curiosas torres de ventilación de Irán (badgir). Viajando, Imágenes y Sensaciones. <https://viajandoimagenesysensaciones.com/2015/10/26/las-bonitas-y-curiosas-torres-de-ventilacion-de-iran-badgir/>. Redibujo

El tipo de vegetación está muy relacionado al clima y se enmarca en la flora natural que el contexto entrega para un proyecto, más allá de decidir que un proyecto va a tener una fachada verde o unos jardines colgantes como los de Babilonia hay que observar la naturaleza y como esta se comporta, que colores entrega y que recursos usa para mantenerse, no entender esto de base daría problemas posteriormente sobre su mantención y su aportación real al tema del cambio climático, para explicar mejor este punto podemos ver el fenómeno del “Desierto Florido”, este se produce en el Desierto de Atacama, el más árido del planeta, donde al llover empiezan a florecer una gran variedad de plantas de diversos colores y tipos que, sin embargo, cumplen una misma condición, todas ellas son flores endémicas (que son particulares de una región del planeta) además de tener estándares necesarios para crecer en tales situaciones como una gran resistencia a la radiación solar y un requerimiento hídrico bastante bajo. En contraposición de esto podemos nombrar el parque bicentenario, este fue diseñado para crear áreas verdes para la comuna de Vitacura y complementar su centro cívico, sin embargo, sobre todo en los actuales años de sequía que ha vivido la Región Metropolitana, el crear un espacio verde de tal magnitud trae por consecuencia un requerimiento hídrico muy alto ya que estas plantas no son capaces de sobrevivir por sí mismas en tales situaciones naturales, implicando a la vez una huella hídrica muy importante, por lo que la Municipalidad ha implementado una gran cantidad de programas para mitigar esta huella hídrica a través de diferentes intervenciones como riego inteligente y el uso de agua no potable. Ambas situaciones nos dan motivos para repensar el espacio verde y como este puede ser usado como una estrategia de diseño pseudo sustentable si no es proyectado pensando en la huella hídrica y su resistencia al clima en el que esta se implantará.

La orientación solar también funciona como un condicionante para la orientación de los vanos de un edificio, para aprovechar de mejor manera la luz del día se deben definir primero las distintas funciones para cada espacio del edificio a construir y luego el que tipo de luz solar le es más útil para tal función, una luz muy fuerte y más directa, una suave y no tan potente o simplemente obstruir por completo el paso de la luz. Esta variante de la naturaleza también define La aislación térmica necesaria, esto da cabida a un tratamiento diferente de cada fachada de un edificio según la orientación que tenga esta respecto al sol.

Hay un proyecto arquitectónico destinado a vivienda colectiva en altura donde se buscó que cada estrategia utilizada para modelar el edificio usa como justificación la posición del sol, este se llama Hemiciclo Solar y se encuentra en Madrid, España.



Figura 25: Foto Fachada Sur del Hemiciclo Solar, Fuente: Ruiz-Larrea Cangas, C. R. L., Gómez, A., & Prieto, E. (2009). Hemiciclo solar. Fatecsa Obras.

Lo primero que destaca al ver su forma en planta es su curvatura, esta responde al recorrido del sol durante el día para favorecer el uso de sus chimeneas solares y la disposición de los paneles solares, de manera que capten la radiación solar mucho más eficientemente, optimizando solo con esto la refrigeración, ventilación y producción de energías renovables, Por otra parte todas las viviendas son pasantes (Salida de vanos norte-sur) para aprovechar la ventilación natural de las viviendas y que estas tengan una distribución en las que puedan responder al sol, en su lado sur la fachada tiene un sistema de celosías para equilibrar la entrada de luz dentro de la vivienda por parte del usuario, mientras en el lado norte se encuentra la crujía única que une a las viviendas con las circulaciones verticales y los espacios comunes de cada piso.

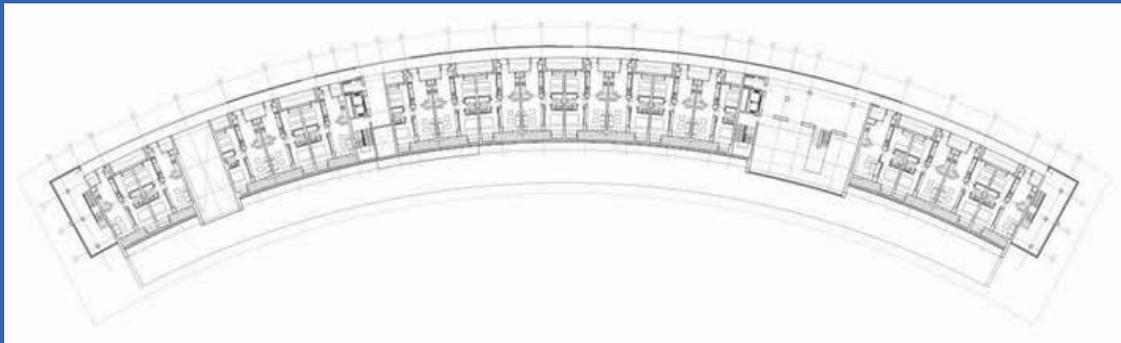


Figura 26: Planta Tipo de Viviendas, Fuente: Ruiz-Larrea Cangas, C. R. L., Gómez, A., & Prieto, E. (2009). Hemiciclo solar. Fatecsa Obras.

Podemos ver en esto que una gran parte de las decisiones que debemos tomar para construir un edificio óptimo nos la entrega la misma naturaleza, esta es, por así decirlo, la primera condicionante de todas las acciones que debemos tomar, tratar de hacer el efecto contrario intentando adaptar el proyecto con un diseño hecho sin pensar en su entorno natural para que este funcione climáticamente es un gran error que, sin embargo, se comete a menudo.

Entrando ya en lo que es el contexto social, este posee una gran cantidad de información recopilada para entender el carácter cuantitativo de un cierto grupo de personas tales como tendencias en elecciones de políticos, conformación etaria, población inmigrante, etc. Sin embargo, el entender un grupo social cualitativamente corresponde a un reto que puede llevar a un proyecto arquitectónico replantearse incluso el significado e interpretación del espacio de la arquitectura. Para llegar a una visión aproximada del grupo social al que afectará el proyecto arquitectónico se dividirá este análisis entre datos cualitativos y cuantitativos.

Dentro del análisis cuantitativo se encuentra todo lo que caracteriza a la población en términos cuantificables tales como el rango etario, población inmigrante, porcentaje de hombres y mujeres, población que se siente identificada con algún pueblo originario, etc. Estos datos serán claves para entender el carácter que debe tener el proyecto frente a este grupo, si debe ser abierto para enriquecer el espacio público, si este espacio público debe tener espacios para jóvenes o de lo contrario sería mejor hacerlos más estáticos para ser disfrutados en calma, si el público objetivo para habitarlo serán familias formadas por una pareja o su núcleo familiar será mayor en número, etc.

Por el otro lado, el análisis cualitativo es mucho más complicado, este puede integrar desde como interpretan y usan el espacio público hasta su propia concepción de la vida, puede que para un grupo el espacio público sea un punto vital para la realización de sus vidas mientras que para otros el espacio

privado de primar ante cualquier cosa e incluso haber aquellos grupos donde el espacio público y privado se mezclen; También puede ser que ciertos grupos entiendan un espacio público como una simple calle sin pavimentar donde los niños puedan jugar y los padres sociabilizar mientras que otros necesitan un espacio totalmente cerrado donde el consumo de productos debe ser el protagonista de esta experiencia.

Es por ello por lo que varios arquitectos siempre prefieren trabajar dentro de su propio país he, incluso, trabajar solo dentro de su propia ciudad, ya que el espacio es un término tan abstracto que es imposible replicar un proyecto de un lugar y colocarlo en otro esperando los mismos resultados.

Finalmente hablamos del contexto a futuro, actualmente es difícil predecir como avanzará el tema de la construcción sustentable en los siguientes años, a pesar de ello, si tenemos un punto de vista que busque priorizar este tema como una responsabilidad totalmente innata en el ámbito de la arquitectura debemos investigar sobre como se esta combatiendo este problema desde esta disciplina no sólo desde las propuestas planteadas por varias entidades privadas, sino como las legislaciones en temas de exigencias medioambientales avanzan a nivel nacional e internacional para integrar estos cambios al proyecto, si existen proyectos para que hasta tal año todos los autos sean eléctricos se deben rediseñar los estacionamientos para que estos reciban a estos autos no solo espacialmente, sino técnicamente para que estos puedan cargarse, si plantean un sistema de calefacción sustentable que funcionará a través de tuberías y que cuya capacidad ira en aumento con el pasar del tiempo se debe plantear el uso de este sistema de forma crítica para evaluar su uso.



## 2.2 APLICACIÓN DEL CONTEXTO

### 2.2.1. CONTEXTO NATURAL

El clima de la Región Metropolitana de Chile es descrito según la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile como “...Mediterráneo”, de estación seca larga y con un invierno lluvioso. La temperatura media anual es de 13,6°C, en tanto que el mes más cálido corresponde al mes de enero, alcanzando una temperatura de 22,1°C, y el mes más frío corresponde al mes de julio con 7,7°C. El sello característico lo constituyen las lluvias, cuyas variaciones permiten destacar condiciones bastantes precarias alcanzando promedios anuales de 356,2 mm...”. Esta pequeña descripción nos ayuda a entender a rasgos generales el funcionamiento del clima en esta región, sin embargo, en el contexto de cambio climático en el que esta pasando la humanidad actualmente, es necesario estudiar directamente como este fenómeno está influyendo en el lugar, para ello se tendrán en cuenta los siguientes factores que, personalmente, encuentro necesarios para entender el contexto y traducirlo a estrategias de diseño para mi proyecto las cuáles serán las crecientes sequías, bajas precipitaciones y el aumento de la temperatura.

Sin embargo, para empezar, se hará una vista general de lo que es el cambio climático a nivel nacional y los fenómenos que este esta produciendo, según el “Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile” la temperatura promedio anual a nivel país ha aumentado considerablemente esta última década llegando 13,6° siguiendo una tendencia de 0.14 grados por década, esto ha provocado una gran cantidad de fenómenos climáticos a lo largo del país, modificando los ciclos se lluvia, rompiendo records de temperatura máxima en verano, aumentando la oscilación térmica y calor máximo dentro de los días del año, etc. El tener claro estos hechos nos dan indicios de como empezar a diseñar un proyecto arquitectónico sustentable dentro del contexto chileno. En Santiago, ciudad en la que se encuentra el proyecto, podemos ver que destaca por tener un aumento en la temperatura promedio anual, olas de calor recurrentes en verano y bajas precipitaciones.

En las siguientes figuras podemos observar la situación de sequía en la Región Metropolitana en comparación a otras ciudades, a pesar de no ser la más alarmante, su gravedad no es despreciable en absoluto, la cantidad de precipitaciones ha bajado considerablemente debido al cambio climático, las consecuencias de esto resignifican que es lo que es trabajar áreas verdes dentro de un proyecto arquitectónico, el intentar forzar un verde al estilo de otros países con climas diferentes solo generaría una huella hídrica que a largo plazo contribuiría a acrecentar la crisis hídrica ya vivida en esta región, en el caso chileno se ha aplicado una gran cantidad de estrategias para reducir el uso de agua de riego al incluir áreas verdes, sin embargo la táctica que ha demostrado ser más eficiente es el uso de distintas especies de flora que tengan un consumo de agua mínimo, una resistencia al frío o al calor (dependiendo del clima) y, sobre todo, una gran resistencia a los ambientes urbanos.

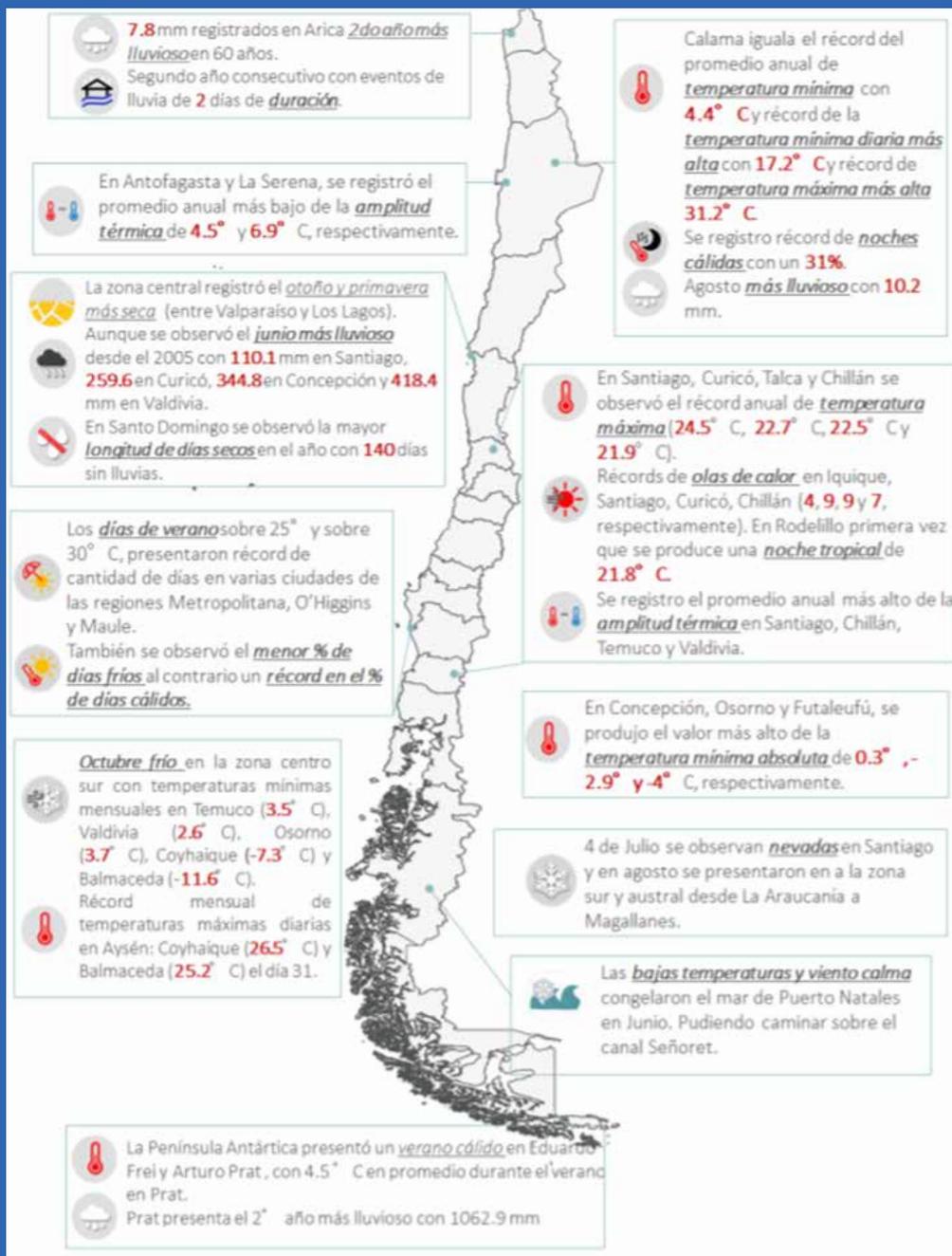


Figura 27: Hechos relevantes climáticos y meteorológicos ocurridos en el país durante el 2020, Fuente: Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2021). Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile. Dirección General de Aeronáutica Civil. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>

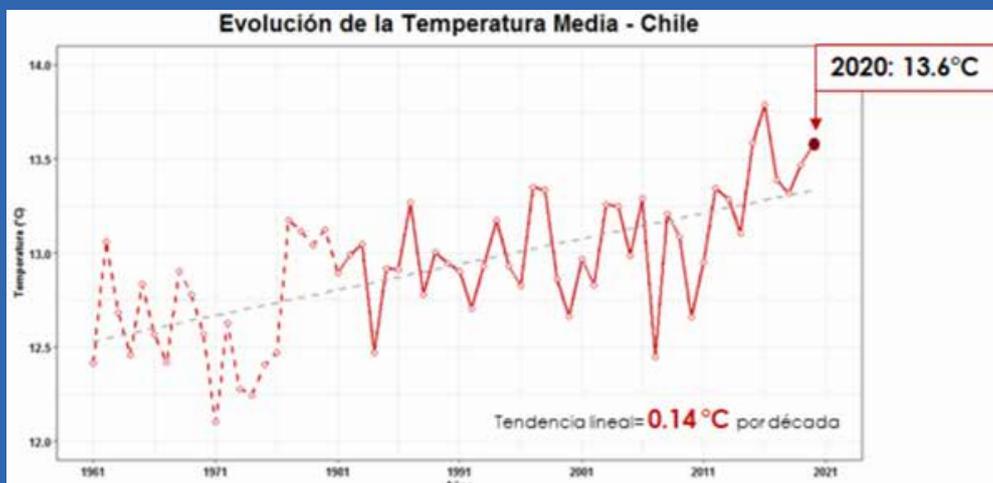


Figura 28: Esquema funcionamiento de una torre de viento, Fuente: Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2021). Reporte Anual de la Evolución del Clima en Chile. Dirección General de Aeronáutica Civil. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>

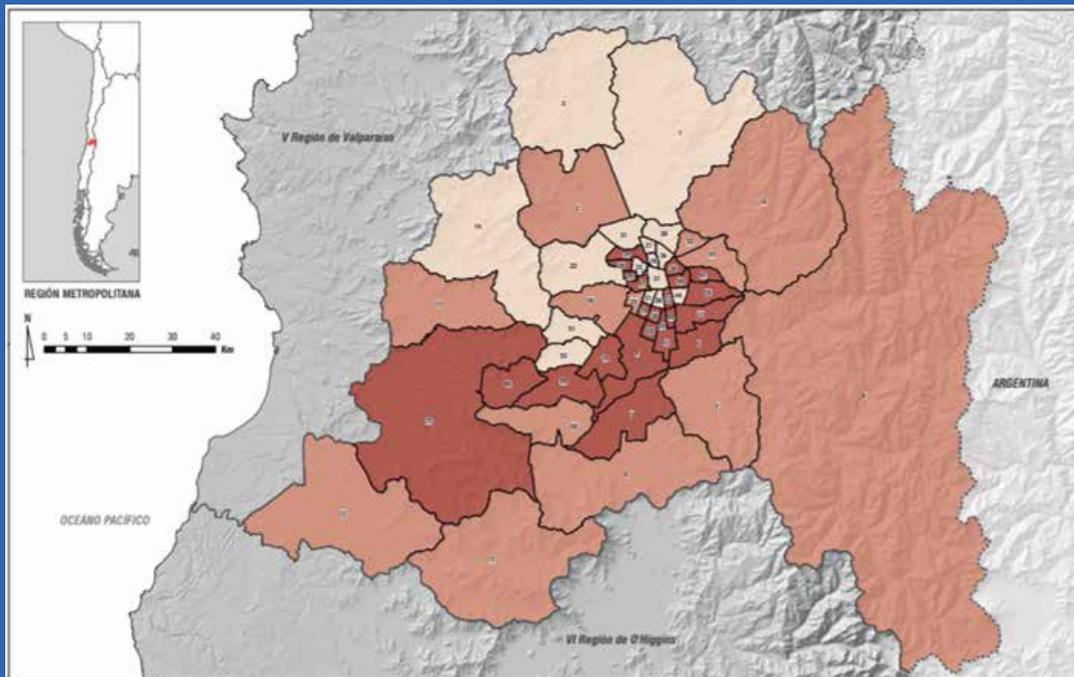


Figura 29: Mapa de Frecuencia de años moderadamente secos y secos 1990-2019, Fuente: GeoAdaptive Consultores Ltda. (2020). Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana. SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana. [https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe\\_Riesgos\\_Climaticos\\_RM.pdf](https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe_Riesgos_Climaticos_RM.pdf)

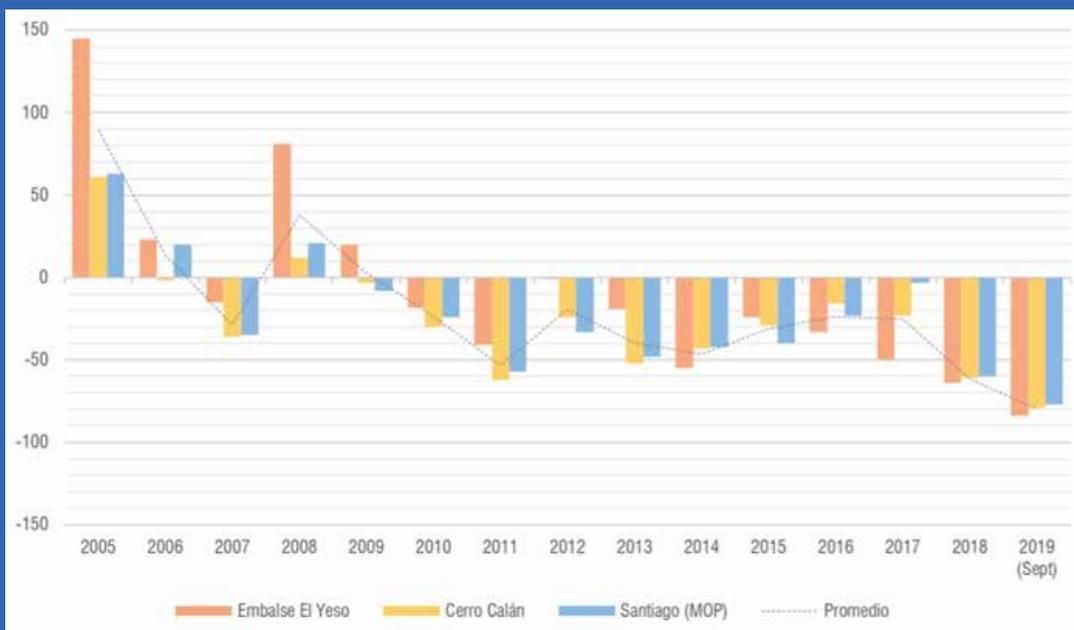


Figura 30: Comparación de las precipitaciones entre el año 2005-2019 de Santiago con otras Ciudades, Fuente: GeoAdaptive Consultores Ltda. (2020). Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana. SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana. [https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe\\_Riesgos\\_Climaticos\\_RM.pdf](https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe_Riesgos_Climaticos_RM.pdf)

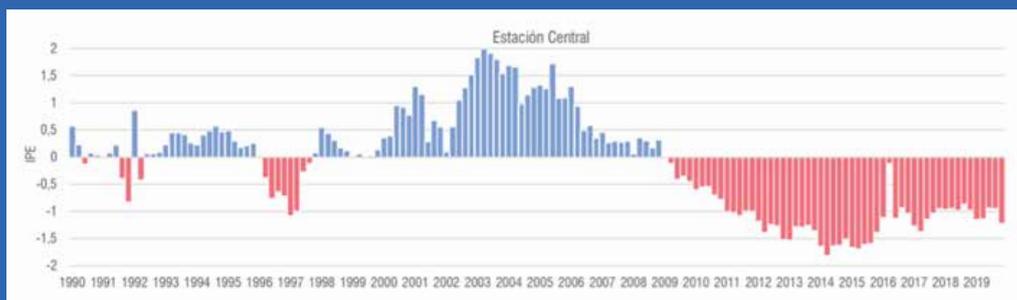


Figura 31: Registro de precipitaciones de la Comuna de Estación Central entre los años 1990-2019, Fuente: GeoAdaptive Consultores Ltda. (2020). Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana. SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana. [https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe\\_Riesgos\\_Climaticos\\_RM.pdf](https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe_Riesgos_Climaticos_RM.pdf)

En este punto me gustaría hablar del eslogan “Brown is the new green” originado en California, Estados Unidos, debido a las inmensas sequías que se han vivida en aquella región del país muchos paisajes pasaron de ser verdes a tornarse a un tono marrón, sin embargo, el Estado de California decidió que el seguir invirtiendo toneladas de agua para mantener el color verde sería un muy caro y acrecentaría aún más la falta de agua, por lo que buscó el normalizar este color dentro de la naturaleza y, sobre todo, dentro de las ciudades en las llamadas “áreas verdes” ya que era un proceso natural dado por una falencia climática que se estaba viviendo a nivel mundial, se calcula que la toma de esta decisión ahorraría una cantidad de 45 millones de litros de agua.

Pasando al tema de las olas de calor mencionados anteriormente podemos apreciar en la figura 12 que su efecto es bastante importante e imposible de menospreciar en el diseño de un espacio interior durante los picos de olas de calor, esto afecta significativamente los rangos de temperatura que se deben considerar a la hora calcular los aislantes térmicos necesarios para mantener un espacio con una gran calidad climática y los sistemas activos y pasivos que serán obligatorios para llegar a un confort térmico ideal.

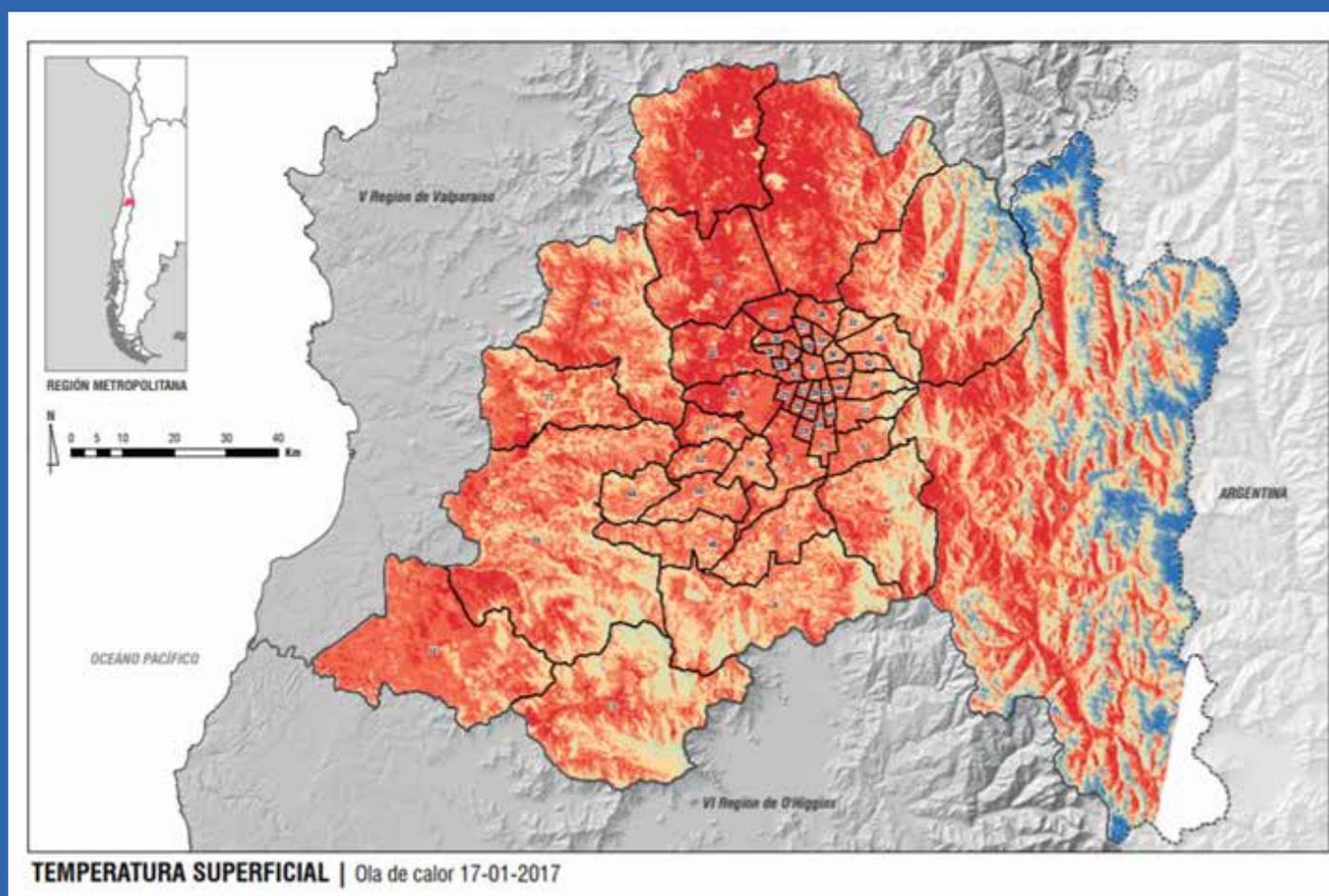


Figura 32: Registro de temperatura en la ola de calor del 17 de enero del 2017, Fuente: GeoAdaptive Consultores Ltda. (2020). Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana. SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana. [https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe\\_Riesgos\\_Climaticos\\_RM.pdf](https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe_Riesgos_Climaticos_RM.pdf)

Además de afrontar las olas de calor en temas térmicos también es necesaria afrontarla en términos espaciales, utilizando las estrategias mencionadas cuando hablamos sobre la sequía, crear espacios comunes amigables para donde la misma forma del edificio colabore a climatizar estos espacios proteger a los usuarios del clima cuando este tenga características extremas, para ello el acondicionamiento a través de plantas con bajo consumo hídrico y gran resistencia a las temperaturas muy heladas como muy cálidas contribuirían a generar espacios públicos mejores y a aportar a la captura de emisiones de GEI dentro de la ciudad.

Por otro lado, al analizar la orientación solar con respecto al territorio donde se trabajara en conjunto con una rosa de los vientos podemos extraer estrategias de orientación de los espacios privado y públicos directamente, según podemos en la figura ?, el recorrido del sol se ubica al norte, mientras que las corrientes de aire especificadas en la figura ? mientras que las corrientes de aire más potentes que captará nuestro proyecto son de oriente a poniente y viceversa, con esta podemos suponer que la mejor orientación para obtener ventilación natural para los espacios cerrados es oriente poniente, mientras que las fachadas deben tener un tratamiento diferente según su orientación, por lo que la fachada norte sería la más delicada a tratar junto a las oriente y poniente según la hora del día mientras que la fachada sur nunca estaría expuesta a la radiación solar directa, por lo que no solo se debe pensar en los tratamientos aislantes y reguladores del sol, sino en que espacios no necesitarán luz solar directa para priorizarlos dentro del conjunto arquitectónico.

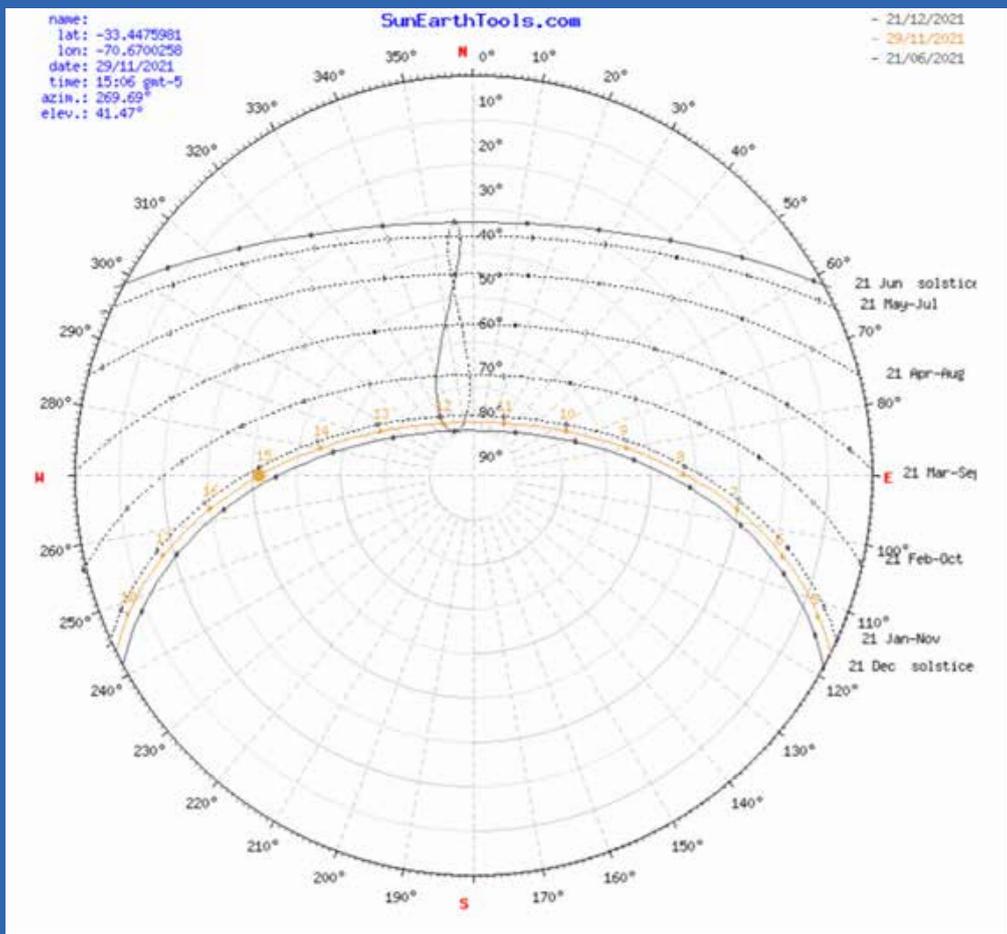


Figura 33: Carta Solar de la comuna de Estación Central, Fuente: Elaboración propia usando la herramienta [www.sunearthtools.com](http://www.sunearthtools.com).

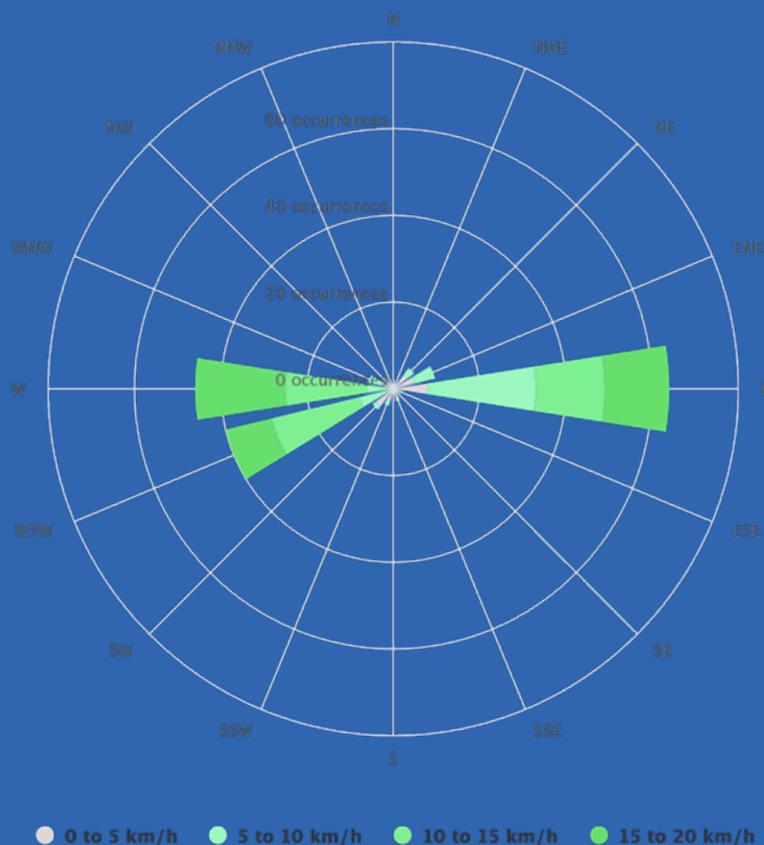


Figura 34: Rosa de los vientos de la comuna de Estación Central hecha con registros desde 1985 hasta 2021, Fuente: Elaboración propia usando la herramienta [www.meteoblue.com](http://www.meteoblue.com).

## 2.2.2. CONTEXTO SOCIAL

Para el análisis social del lugar se ha fijado un radio de 1km desde el terreno para analizar cuantitativamente las condiciones sociales, dentro de este radio se catastrarán distintos tipos de establecimientos educacionales, porcentaje poblacional de hombres y mujeres, porcentaje de personas identificadas con algún pueblo originario y/o extranjeros, rango etaria y la distribución de esta población en el territorio, estos datos nos generarán una perspectiva propia sobre como funciona el espacio, que lo caracteriza, que tipo de personas lo habitan en términos cuantitativos, etc. A continuación, se mostrará el resultado de este catastro a través de diferentes gráficos elaborados con datos conseguidos a través de distintas fuentes oficiales.

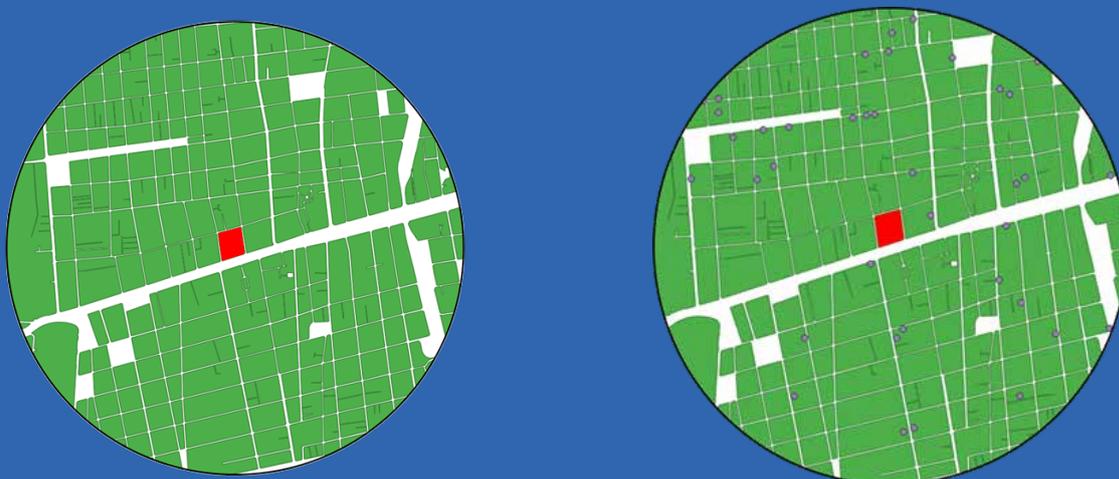
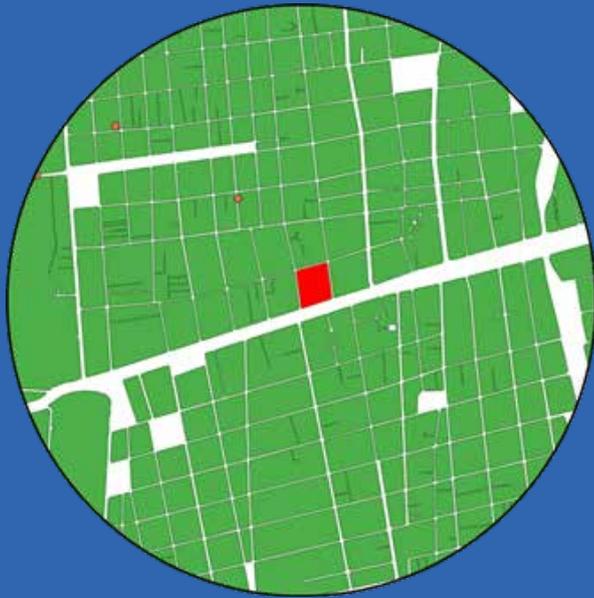


Figura 35 Izquierda: Registro de establecimientos de educación superior, Fuente: Elaboración propia con metadatos Distribuidos por el Ministerio de Educación, Figura 36 Derecha: Registro de establecimientos de educación básica y media, Fuente: Elaboración propia con metadatos distribuidos por el Ministerio de Educación.



Mujeres 51%

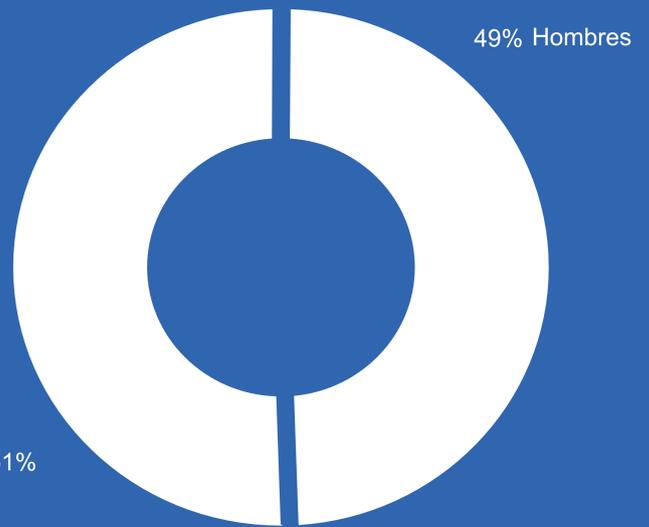


Figura 37 Izquierda: Registro de establecimientos JUNJI, Fuente: Elaboración propia con metadatos Distribuidos por el Ministerio de Educación, Figura 38 Derecha: Porcentaje poblacional de hombres y mujeres, Fuente: Elaboración Propia en base a metadatos del censo 2017 distribuidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

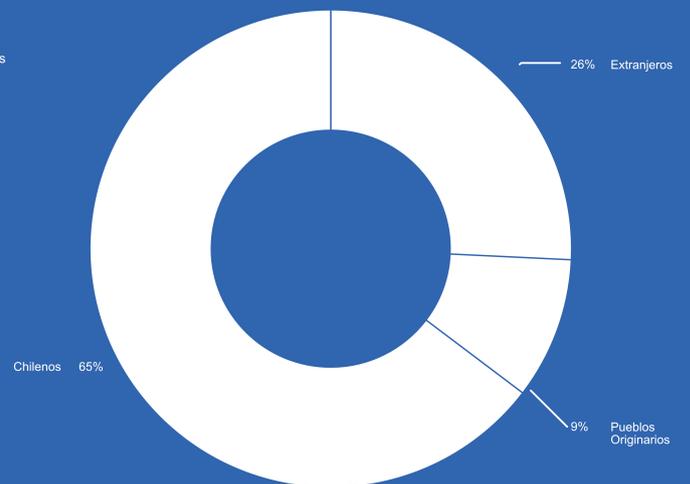
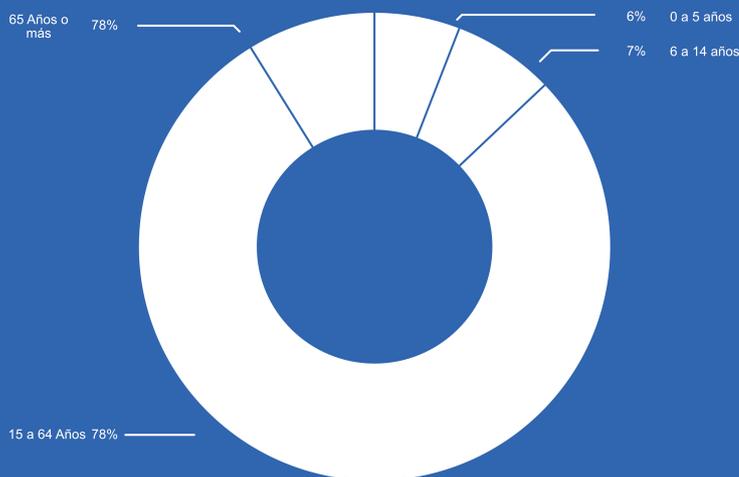


Figura 39 Izquierda: Porcentaje poblacional según rango etario, Fuente: Elaboración Propia en base a metadatos del censo 2017 distribuidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE)., Figura 40 Derecha: Porcentaje poblacional según identidad y nacionalidad, Fuente: Elaboración Propia en base a metadatos del censo 2017 distribuidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

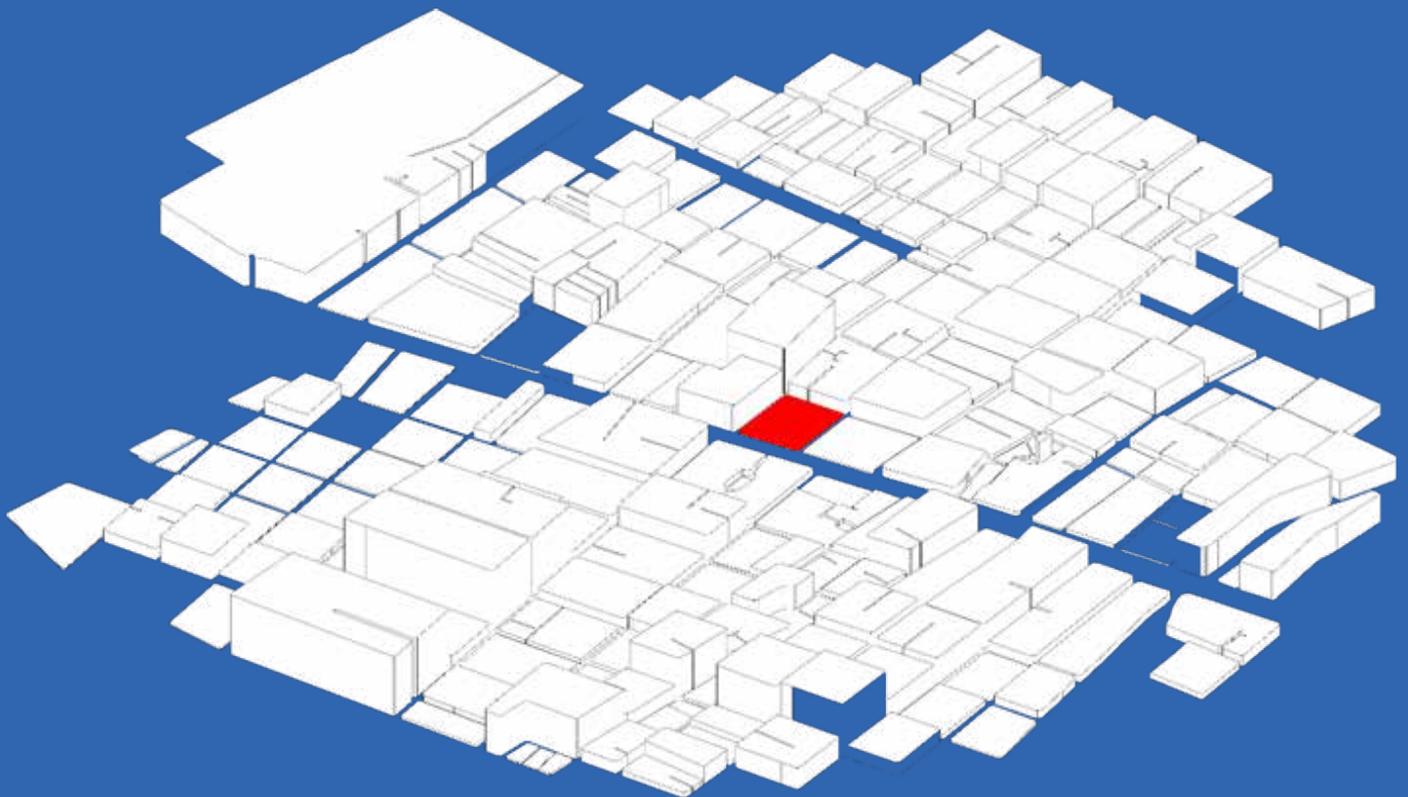


Figura 21 Izquierda: Levantamiento de cada manzana dentro del radio de 1km del territorio según la cantidad de población que vive en ellas, Fuente: Elaboración Propia en base a metadatos del censo 2017 distribuidos por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Después de este catastro se pueden destacar 3 puntos muy importantes, en primer lugar, al sur de este terreno se encuentra una gran cantidad de establecimientos de educación superior, esto se debe a que ahí se ubica el Barrio República el cual se conoce por ser un barrio universitario, este posee una gran cantidad de espacios públicos destinados al encuentro que durante los días de semana suelen estar muy habitados por contrario a los fines de semana donde no la población flotante no se encuentra en el lugar, en segundo lugar, al norte, se encuentra la mayor densidad de población cercana al terreno, formando un conjunto residencial alrededor de este, por lo que podemos mencionar que este vacío se enfrenta a dos mundos, uno con mucho más flujo de personas durante las horas laborales del día, y otro mucho más tranquilo, con menos flujo de personas, por lo que pensar en este proyecto como una respuesta a ambos mundos es una estrategia que considero necesaria para la utilidad y éxito del proyecto, por último podemos percatarnos que existe una gran variedad de identidades, a pesar de que el censo del año 2017 no especifique en sus metadatos a que nacionalidades pertenecen las personas extranjeras y a que pueblos originarios pertenecen las personas que se identifican con estos, sin embargo se puede deducir que existe cierta variedad en ellos.

Por último, tenemos el contexto a futuro donde entra todo aquello relacionado con los planes a futuro que se tienen a nivel nacional e internacional y el ciclo de vida del proyecto, para empezar, actualmente e igual como mencionamos en un principio, estamos viviendo un proceso sin precedentes en la historia de la humanidad y el cual amenaza nuestro futuro y el de las generaciones siguientes, es por ellos que se han impulsado varios proyectos, incentivos económicos y planes con objetivos claros y plazos específicos para ser alcanzados, para ello se usará como referencia el “Anexo: Carbono-Neutralidad en Chile al 2050, Fichas de Medidas de Mitigación” con el fin de destacar las medidas que más afectan y modelan nuestro proyecto.

Después de este catastro se pueden destacar 3 puntos muy importantes, en primer lugar, al sur de este terreno se encuentra una gran cantidad de establecimientos de educación superior, esto se debe a que ahí se ubica el Barrio República el cual se conoce por ser un barrio universitario, este posee una gran cantidad de espacios públicos destinados al encuentro que durante los días de semana suelen estar muy habitados por contrario a los fines de semana donde no la población flotante no se encuentra en el lugar, en segundo lugar, al norte, se encuentra la mayor densidad de población cercana al terreno, formando un conjunto residencial alrededor de este, por lo que podemos mencionar que este vacío se enfrenta a dos mundos, uno con mucho más flujo de personas durante las horas laborales del día, y otro mucho más tranquilo, con menos flujo de personas, por lo que pensar en este proyecto como una respuesta a ambos mundos es una estrategia que considero necesaria para la utilidad y éxito del proyecto, por último podemos percatarnos que existe una gran variedad de identidades, a pesar de que el censo del año 2017 no especifique en sus metadatos a que nacionalidades pertenecen las personas extranjeras y a que pueblos originarios pertenecen las personas que se identifican con estos, sin embargo se puede deducir que existe cierta variedad en ellos.

### 2.2.2. CONTEXTO A FUTURO

Por último, tenemos el contexto a futuro donde entra todo aquello relacionado con los planes a futuro que se tienen a nivel nacional e internacional y el ciclo de vida del proyecto, para empezar, actualmente e igual como mencionamos en un principio, estamos viviendo un proceso sin precedentes en la historia de la humanidad y el cual amenaza nuestro futuro y el de las generaciones siguientes, es por ellos que se han impulsado varios proyectos, incentivos económicos y planes con objetivos claros y plazos específicos para ser alcanzados, para ello se usará como referencia el “Anexo: Carbono-Neutralidad en Chile al 2050, Fichas de Medidas de Mitigación” con el fin de destacar las medidas que más afectan y modelan nuestro proyecto.

En primer lugar quiero mencionar la medida de habla sobre la electromovilidad de los vehículos particulares, esta consiste en que, para el año 2050, un 60% de los vehículos de transporte particulares serían eléctricos, para ello, se ha creado una gran cantidad de incentivos a las empresas privadas que prioricen este tipo de vehículos, por lo que considerar este dato para repensar la tipología de estacionamiento en mi proyecto es importante para colaborar con la reducción de GEI, este cambio debería facilitar la carga de este tipo de vehículos dentro de este espacio para facilitar y promover su uso.

Otro punto importante dentro de estas medidas es el uso de sistemas solares térmicos, lo cuál busca el promover y subsidiar el uso de colectores solares con el fin de lograr obtener agua sanitaria caliente sin la necesidad de usar algún combustible o electricidad para ello, esta medida se puede sumar al buscar el uso de la geotermia para calefaccionar interiores sin la necesidad, nuevamente, de necesitar algún combustible o energía eléctrica, sin embargo la medida que tiene mayor apoyo oficial no sólo para la calefacción sino también para la refrigeración se el uso de energía distrital, esta destaca por su sencilla instalación a través de tuberías hacia los espacios interiores, estas tuberías estarían conectadas a una fuente en algún lugar de la ciudad productora de calor o frío a través de combustibles limpios con cero emisiones de GEI. En este punto ya tenemos 3 tecnologías respaldadas financieramente por el estado para ser usadas en un proyecto arquitectónico, el uso de estas también promovería el uso de estos mostrando casos en donde su eficiencia y sería demostrada de manera práctica.

Por último, tenemos la electromovilidad del transporte público, a diferencia del primer punto, el proyectar para el aprovechamiento de esta medida responde a un tema de conectividad que tiene con el resto de la ciudad el terreno donde se implanta el proyecto, por lo que elegir bien el lugar donde colocar un proyecto, permitiendo un buen acceso al transporte público, aprovecharía esta medida que busca que, para el año 2040, todas las maquinas utilizadas para esto sean un 100% eléctricas.

Dentro de todo esto es importante pensar un proyecto dentro de un ciclo de vida útil, en nuestro caso estamos proyectando para cumplir un objetivo hacia el año 2050 que es de llegar a las 0 emisiones neta de GEI, sin embargo no conocemos como será el futuro, no sabemos que problemas deberán afrontar las generaciones venideras o nuestra misma generación en años posteriores, por lo que no debemos pensar un proyecto con una duración eterna el cual fue construido para colaborar a solucionar un problema en el momento en el que se diseñó es un error. Actualmente solo hemos teorizado el proyecto arquitectónico en el momento de su construcción y el tiempo en que este estaría operativo, sin embargo, ¿Qué pasará con este proyecto dentro de un nuevo contexto en el que este deberá ser modificado y/o desmantelado? Es difícil responder esta pregunta debido a que, como mencioné antes, no sabremos como será el futuro ni que nuevas necesidades existirán, sin embargo, podemos facilitar este proceso desintegración usando los mismos ideales que han movido todo este trabajo, el evitar la mayor cantidad de emisiones de GEI posibles, en consecuencia, el crear un artefacto que pueda ser desarmado con un plan ya predefinido donde las distintas partes individualmente puedan ser recicladas para otros usos. Dentro de esta idea podemos cabe el replantear los materiales con los construye y los sistemas constructivos utilizados para este, sabemos que el hormigón armado es muy difícil de reciclar, y cuando este es reciclado es, en su mayoría, para ser usado como grava para fabricar más hormigón, esto nos hace pensar en que usar materiales que en su reciclaje puedan ser utilizados tal cual fueron extraídos.

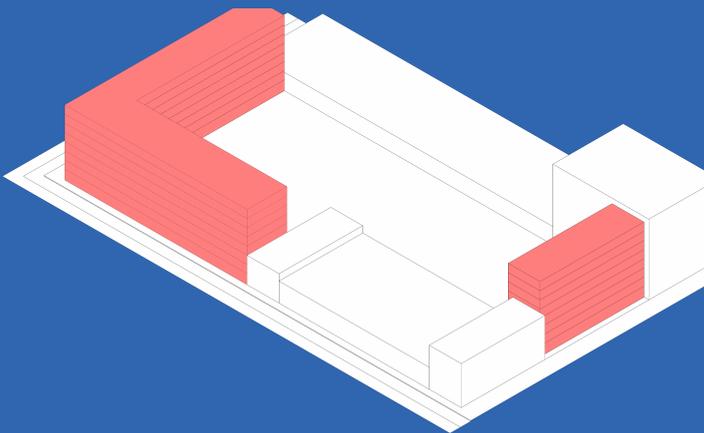
Con todos estos conceptos a tener en cuenta para diseñar un proyecto que de cabida a los problemas de hoy nos hace pensar en lo complejo que ha sido, con el pasar de los años, la labor de ser arquitecto, por otro lado, el encontrar soluciones a los problemas que se nos acechan según los tiempos que nos toque vivir no siempre está en nuestras manos, sino en las manos de otras profesiones compañeras, haciendo la arquitectura una disciplina integral donde no sólo el arquitecto es arquitecto y donde el arquitecto no solo es arquitecto, estos tiempos que nos ha tocado vivir requieren lograr objetivos con una magnitud global sin precedentes, no se puede mirar lo logros individuales de cada nación para solucionar este problema, Chile se encuentra en una posición a nivel latinoamericano como el principal candidato en innovación en temas de sustentabilidad, por lo que nos encontramos en un contexto favorable para empezar a probar y desarrollar nuevas tecnologías y propuestas para compartir este conocimiento al resto del continente. El fin de mi proyecto de título es el de aplicar las nuevas tecnologías que el estado está financiando y desarrollando junto a los privados a un conjunto de vivienda colectiva en altura para aplicar esta problemática mundial a esta tipología en específico.

PROYECTO

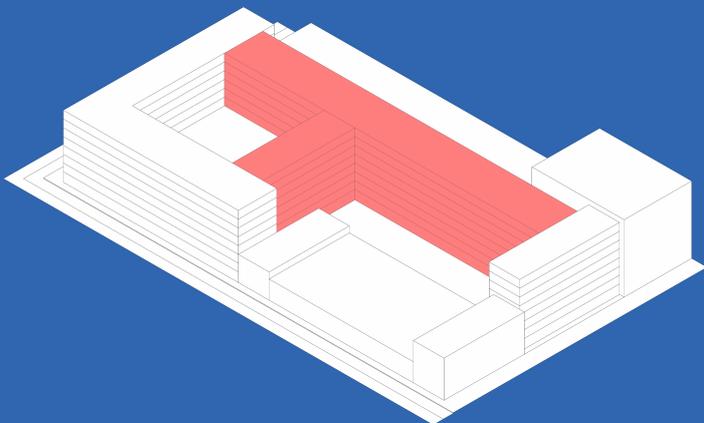


## 3.1 ESTRATEGIAS DE DISEÑO

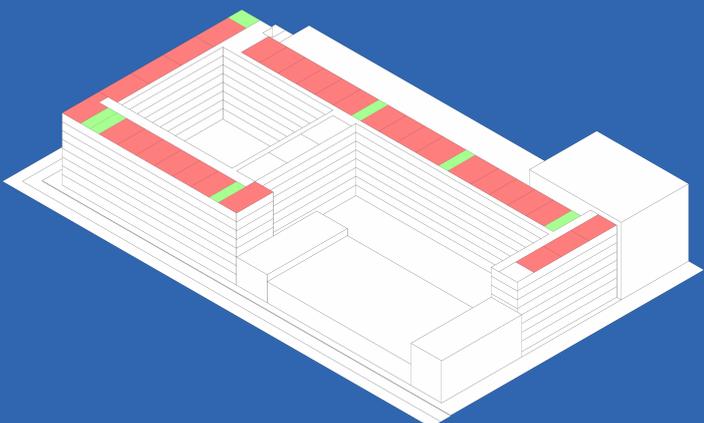
Tomando en cuenta todo lo analizado tanto en el terreno y su contexto como las condiciones materiales sobre la que buscamos crear un proyecto de vivienda colectiva sustentable, plantearán las siguientes estrategias de diseño que modelarán el proyecto tanto en su forma como en su estructura.



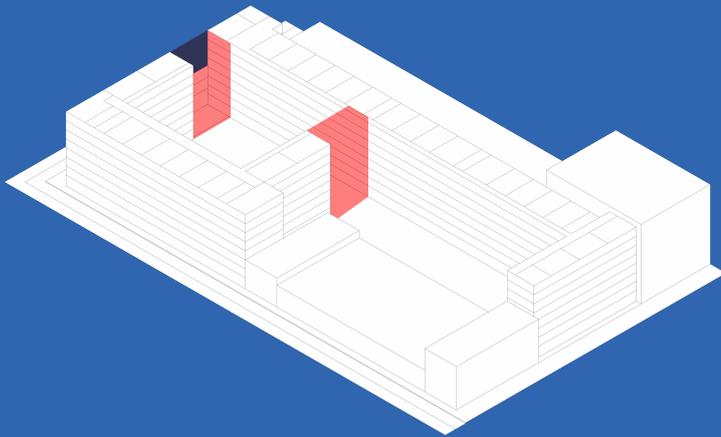
1. En primer lugar se genera un primer volumen considerando las condiciones más importantes que no pueden ser pasados por alto, entre ellas la altura máxima según lo señalado y la rasante del terreno y el adosamiento obligatorio de toda la fachada manteniendo la continuidad, de esta manera crecen estos dos volúmenes en toda la parte que colinda con el exterior del terreno.



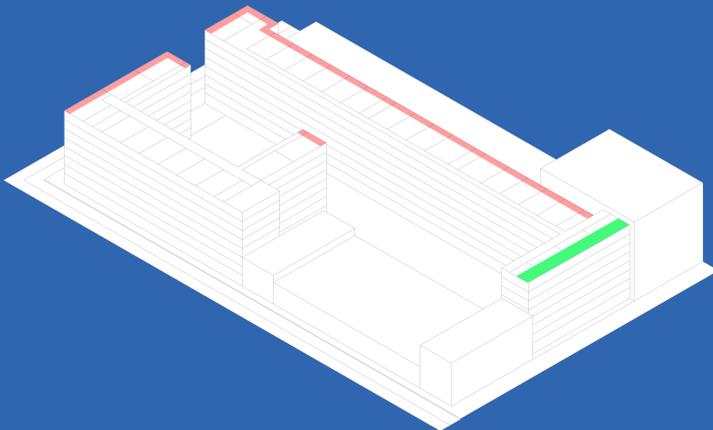
2. Se crean dos nuevos volúmenes con la misión de aumentar el número de viviendas, estos volúmenes fueron dispuestos de manera que no interfieran en la calidad ni en las estrategias de diseño pasivas que se describirán a continuación.



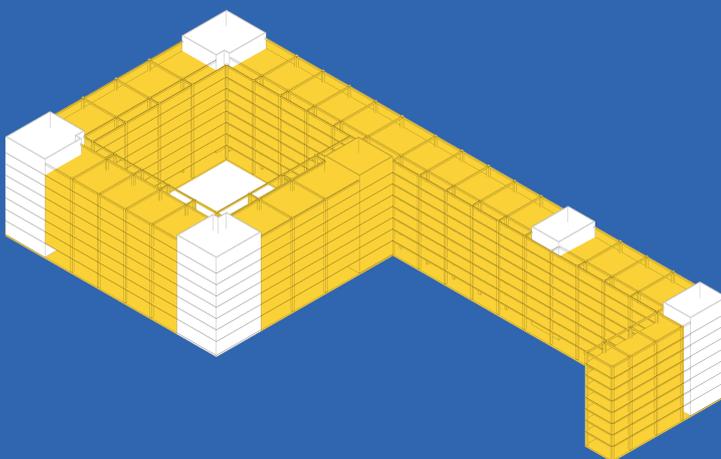
3. Se crea una primera disposición de las viviendas dentro del proyecto, la condición básica que se define como primera estrategia de diseño pasivo dentro del proyecto es que cada una de las viviendas se pasante, de manera que dispongan tanto de entrada de luz por dos orientaciones cardinales como para tener una ventilación cruzada óptima, la orientación de las viviendas en su mayoría responde a las corrientes de aire predominantes y la orientación solar.



4. Se crea un corte en la estructura con dos objetivos, el beneficiar los espacios interiores del proyecto integrándolos con el espacio público del contexto, y lograr la entrada de luz solar y ventilación a viviendas que, con la disposición anterior no la tenían.



5. Se buscan fortalecer ciertas fachadas para que tengan alguna vulnerabilidad dada por su contexto, se aumenta el aislamiento térmico de las viviendas cuya fachada este en contacto directo con la orientación norte y noreste debido a su contacto directo con el sol, y un aislamiento acústico doble en la fachada sur debido a su contacto directo con la Av. General Bernardo O´Higgins y su ruido.



6. Se plantea una estructura mixta para la materialización de este proyecto compuesta por hormigón armada y madera, esta combinación usaría las circulaciones verticales de hormigón armado sobre la que se soportaría la estructura de madera, esta medida responde al ciclo de vida del proyecto, logrando un carbono incorporado menor en su construcción y una captación de carbono durante su tiempo operativo, propiedad única de este material.

## 3.2 SIMULACIONES

A pesar de que el proyecto esté en una fase temprana y aún quedan muchas estrategias de diseño que, a pesar de ya estar implementadas, no se ha calculado su efectividad, se hicieron varias simulaciones de Carbono Incorporado utilizando diferentes tipos de estructura para evaluar cuál de ellas era la menos contaminante, para ello se utilizará una fórmula básica donde se calcula los m<sup>3</sup> del material utilizado y este es multiplicado por la cantidad de carbono liberado al usar este material por cada m<sup>3</sup>.

### 3.2.1. MURO DE HORMIGÓN ARMADO

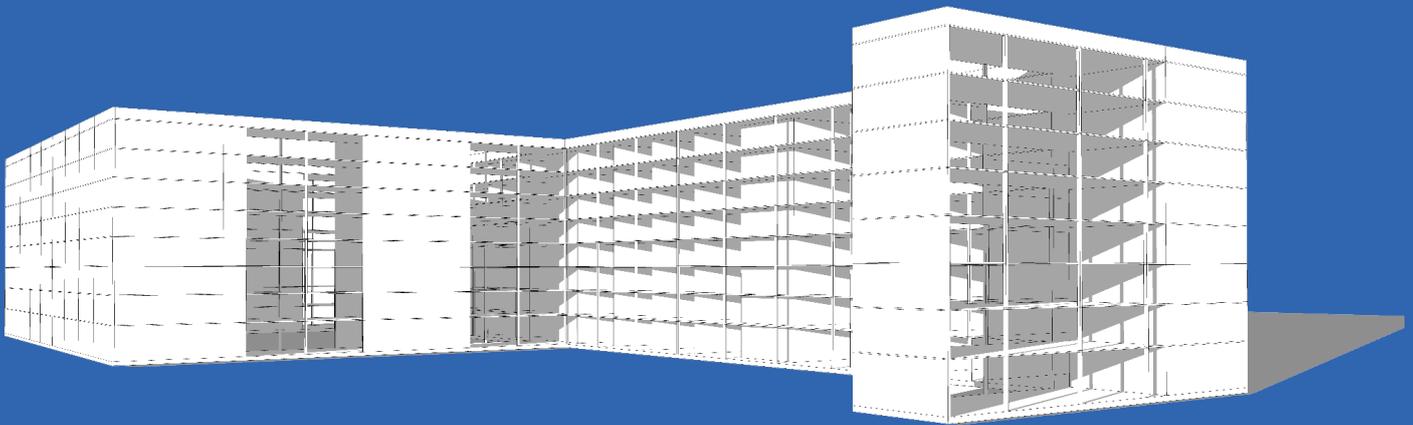


Figura 41: Vista esquemática de la estructura del proyecto utilizando muros de hormigón armado.

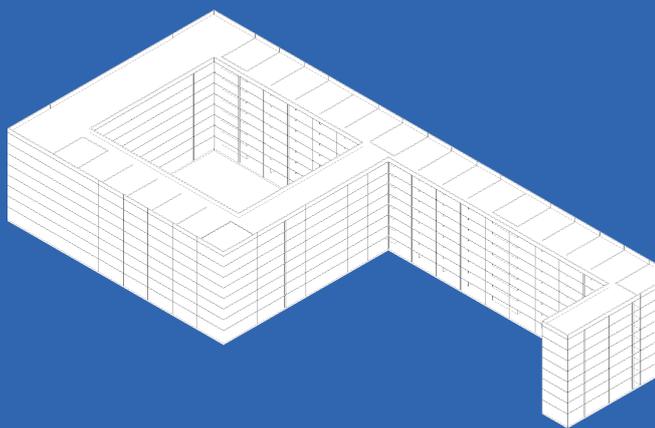


Figura 42: Axonométrica esquemática de la estructura del proyecto utilizando hormigón armado.

En este caso se plantea una estructura en base a muros de hormigón armado, a pesar de ser una estructura sobredimensionada para el tamaño de este proyecto se realiza esta simulación para tener una comparación mucho más amplia para entender que el elegir un material y un sistema estructural son temas determinantes al punto de reducir o no la cantidad de CI en un edificio.

Cálculo:

Estructura Rígida Muros de Hormigón Armado

$$6720,396 \text{ M}^3 * 308,76 = 2.074.989,46 \text{ kg CO}_2$$

### 3.2.2. MARCO DE HORMIGÓN ARMADO

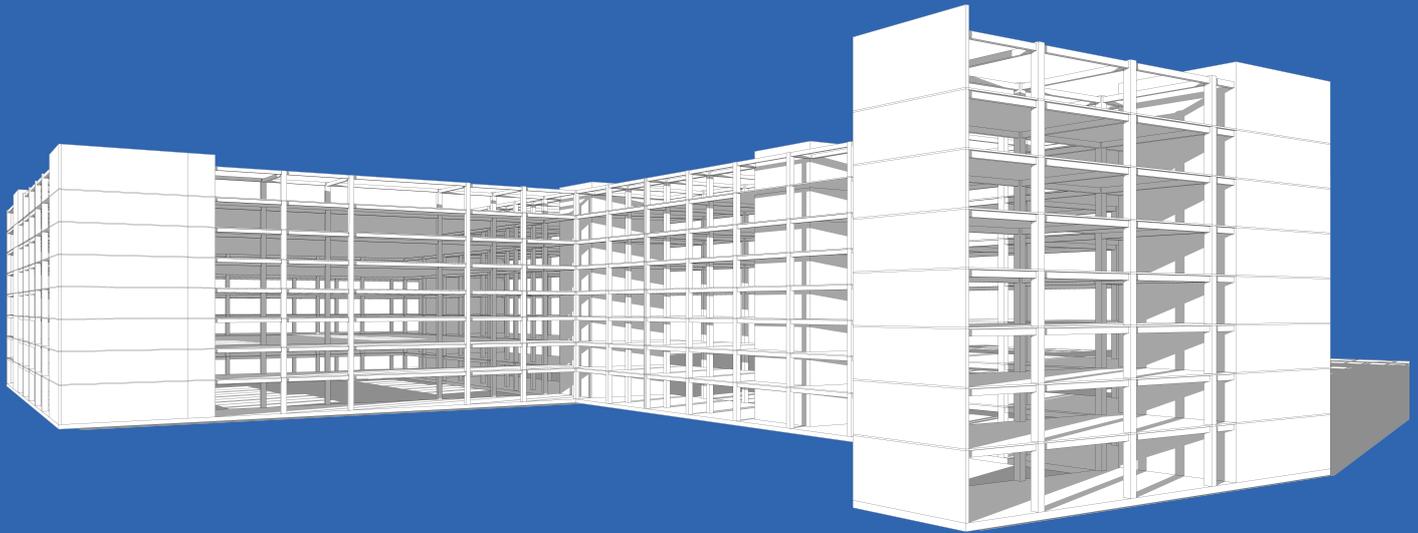


Figura 43: Vista esquemática de la estructura del proyecto utilizando marcos de hormigón rígido.

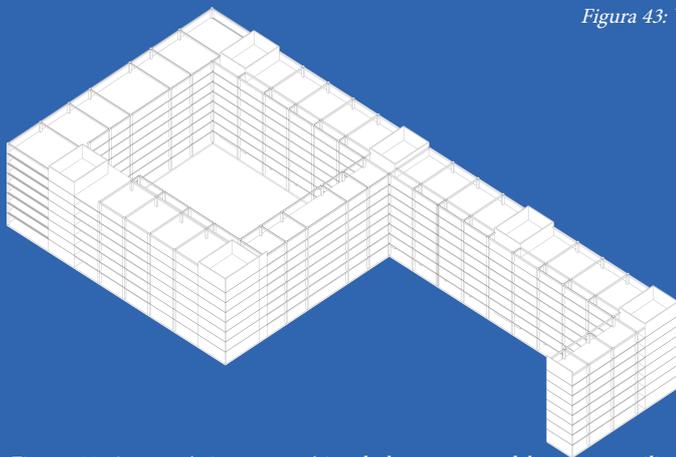


Figura 44: Axonométrica esquemática de la estructura del proyecto utilizando marcos de hormigón rígido.

En este caso se plantea una estructura en base a un marco de hormigón rígido, una estructura mucho más realista para este proyecto, conservando las circulaciones verticales con muros de hormigón armado.

Cálculo:

Estructura de Marco de Hormigón

$$4116,1986 \text{ M}^3 * 308,76 = 1207.917,4797 \text{ kg CO}_2$$

### 3.2.2. SISTEMA MIXTO DE HORMIGÓN ARMADO CON MADERA

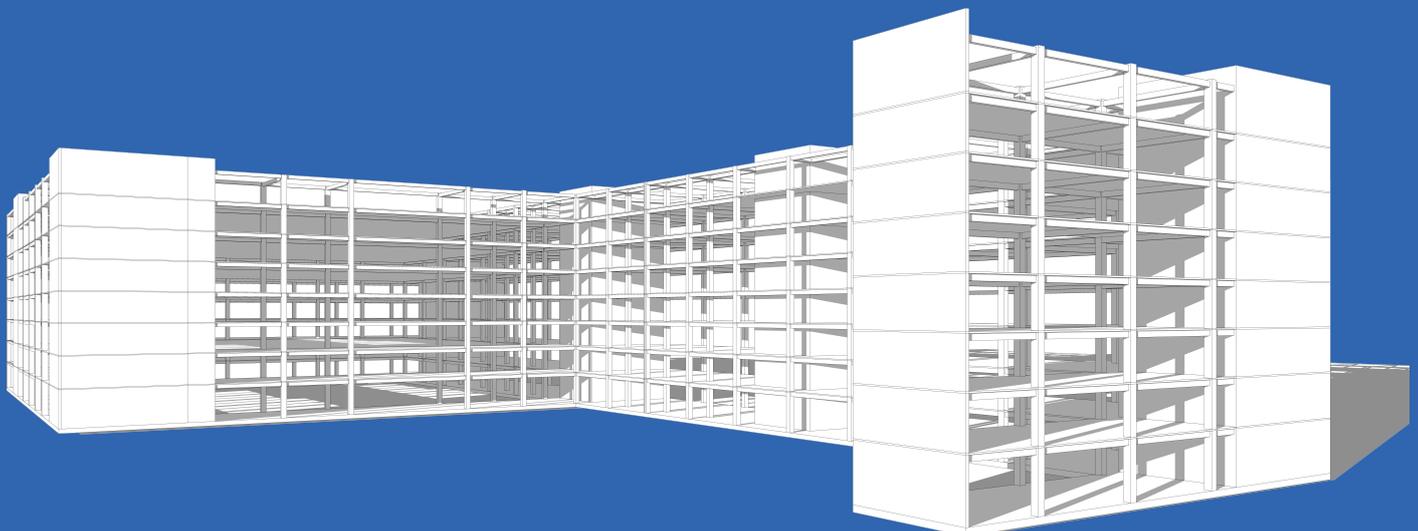


Figura 45: Vista esquemática de la estructura del proyecto utilizando muros de hormigón armado para las circulaciones verticales y madera para el resto de la estructura.

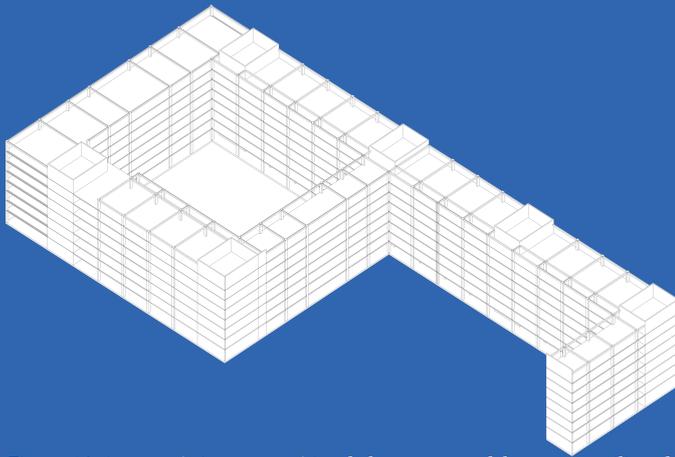


Figura 46: Axonométrica esquemática de la estructura del proyecto utilizando muros de hormigón armado para las circulaciones verticales y madera para el resto de la estructura

En este caso se mantienen las circulaciones verticales de hormigón armado y las losas para usarse como diafragmas rígidos, mientras que el resto de las vigas y pilares de la estructura son proyectados con madera, esta alternativa no tiene tantos precedentes a nivel nacional, sin embargo experimentar con esta es una manera innovar para plantear estructuras menos contaminantes rentables en un contexto sísmico.

**Cálculo:**

Estructura de Muros de Hormigón	$2531,38 \text{ M}^3 * 308,76 = 781.590 \text{ kg/m}^3 \text{ CO}_2$
Estructura de Marco de Madera	$499195 \text{ kg/m}^3 * 0,82 = 468.826 \text{ kg/m}^3 \text{ CO}_2$
Total	$= 1.249.915 \text{ kg/m}^3 \text{ CO}_2$

Por lo que se puede observar en este cálculo, el uso de madera, debido a que se deben usar dimensiones mucho más gruesas que el hormigón, tiene una huella de carbono similar al usar un marco de hormigón rígido, sin embargo, en este cálculo no se considera la capacidad de captación de carbono de la madera, factor que es considerado a la hora de calcular el carbono incorporado, si consideramos esto el cálculo sería el siguiente.

**Cálculo:**

Estructura de Muros de Hormigón	$2531,38 \text{ M}^3 * 308,76 = 781.590 \text{ kg/m}^3 \text{ CO}_2$
Estructura Marco de Madera	$499195 \text{ kg/m}^3 * 0,82 = -338.224,1 \text{ kg CO}_2$
Total	$= 443.365,9 \text{ kg CO}_2$

Considerando la captación de carbono podemos ver que la huella de carbono de la madera es negativa, de esta manera logra tener un carbono incorporado 5 veces menor que al usar muro de hormigón armado, y 3 veces menor al usar marco de hormigón rígido, considerando esta estrategia como efectiva a la hora de buscar construir un proyecto de vivienda colectiva sustentable.



# CONCLUSIONES



## 4.1 PRIMERAS CONCLUSIONES

Lo primero que me gustaría escribir es sobre mi impresión al hacer esta investigación y posterior planteamiento de un proyecto debido a la gran variedad de acciones que se están llevando a cabo y sus proyecciones a futuro a nivel nacional y la gran cantidad de herramientas de las que disponemos y de las que dispondremos en el área de la arquitectura tanto en materiales de construcción como en softwares para poder medir los impactos en niveles medioambientales de los proyectos antes de ser construidos, esto facilita en gran medida el trabajo a los arquitectos ya que no es nuestra especialidad este tipo de cálculos (esto no quiere decir que se debe eliminar a un calculista dentro del desarrollo del proyectos de ninguna manera). Todo esto me hace pensar que, a pesar de todas las advertencias que se han hecho a nivel mundial, aún estamos a tiempo y a buen camino para evitar una crisis humanitaria como consecuencia del cambio climático.

El proyecto que se está llevando a cabo busca integrar distintas innovaciones y medidas legislativas que se están aplicando a nivel de país en un contexto real de vivienda colectiva en altura, tipología que me interesa trabajar ya que responde a un déficit habitacional que se ha acrecentado en los últimos años, esto, a la vez, responde a mi miedo sobre el futuro expresado en el inicio de este documento, a pesar de ello, al continuar con este trabajo y dando un salto tan importante como es la primera simulación de carbono incorporado realizada en base a los materiales utilizados para la estructura del edificio y la aplicación de varias estrategias de diseño pasivas solo modelando la forma general del edificio logra un proyecto arquitectónico que esté pensado para ser sustentable desde sus bases y también logra que, personalmente, pueda combatir este miedo al futuro, luchando por un porvenir prospero para todos.

Por parte del proyecto, siento una gran emoción y ganas de trabajar en él para aplicar aún más estrategias que, por temas de tiempo y decisiones que se han aplicado y desechado con el paso del tiempo, se han quedado en el tintero y no he logrado plasmar, además de corregir y afinar los detalles ya existentes para desarrollar simulaciones más precisas y con resultados que comprueben la efectividad de todas decisiones tomadas.

Por último, se ha logrado responder las preguntas planteadas en un principio de una manera positiva, el lograr construir viviendas de calidad con poco, replanteando cambios de materiales y orientaciones de las viviendas es posible, de manera que se puede dar una aprobación a este proyecto por su funcionamiento general en términos de sustentabilidad.

## 4.2 BIBLIOGRAFÍA

BBC. (2017, 21 febrero). *Los ingeniosos secretos de los iglúes*. BBC News. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38920075GeoAdaptive> Consultores Ltda. (2020).

Generadores de Chile AG. «Análisis de Largo Plazo para el Sistema Eléctrico Nacional de Chile considerando Fuentes de Energía Variables e Intermitentes». (24 de enero de 2018): <http://generadoras.cl/media/page-files/393/180124%20Presentación%20Resumen%20-%20PSR%20MORAY.pdf>

Informe de riesgos climáticos para la Región Metropolitana. SEREMI del Medio Ambiente Región Metropolitana. [https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe\\_Riesgos\\_Climaticos\\_RM.pdf](https://www.paiscircular.cl/wp-content/uploads/2020/02/Informe_Riesgos_Climaticos_RM.pdf)

Ministerios de desarrollo Social, Gobierno de Chile. «Síntesis de Resultados Encuesta Casen 2017». (2017): [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados\\_vivienda\\_casen\\_2017.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/casen/2017/Resultados_vivienda_casen_2017.pdf).

Mininería. «Anexo Carbono-Neutralidad en Chile al 2050: Fichas de Medidas de Mitigación», 2019

Ministerio de Energía. (2021). *Informe Balance Nacional de Energía 2019 (1.a edición de publicación digital ed.)*. [https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2020\\_informe\\_anual\\_bne\\_2019.pdf](https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/2020_informe_anual_bne_2019.pdf)

Montero, S. (2015, 26 octubre). *Las bonitas y curiosas torres de ventilación de Irán (badgir)*. Viajando, Imágenes y Sensaciones. <https://viajandoimagenesysensaciones.com/2015/10/26/las-bonitas-y-curiosas-torres-de-ventilacion-de-iran-badgir/>

Ruiz-Larrea Cargas, C. R. L., Gómez, A., & Prieto, E. (2009). *Hemiciclo solar*. Fatecsa Obras.

Oficina de Cambio Climático de la Sección de Climatología de la Dirección Meteorológica de Chile. (2021). *Reporte Anual de la Evaluación del Clima en Chile*. Dirección General de Aeronáutica Civil. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/06/ReporteClimatico2020-edmay2021.pdf>

«The Drawdown Review: Climate Solutions for a New Decade», 2020. <https://drawdown.org/sites/default/files/pdfs/TheDrawdownReview%E2%80%932020%E2%80%93Download.pdf>

UNEP. «Global Status Report for Buildings and Construction 2020: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector». Nairobi, Kenya: United Nations Environment Programme, 2020. [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf).