



**ACCESO SOLAR Y MORFOLOGÍA URBANA EN PROCESOS DE  
DENSIFICACIÓN EN ALTURA. CASO DE ESTUDIO: COMUNA DE  
SAN MIGUEL EN SANTIAGO DE CHILE**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN URBANISMO**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

MARÍA JOSÉ SARQUIS ABUMOHOR

PROFESORA GUÍA: LUZ ALICIA CÁRDENAS JIRÓN

SANTIAGO, DICIEMBRE DE 2018

Esta tesis se enmarca temática y metodológicamente en la línea de investigación de los proyectos FONDECYT N° 1161809 y FONDECYT N°1130139, en los cuales la Profesora Guía es Co e Investigadora Responsable. Se agradece a FONDECYT el financiamiento otorgado para su realización.

## INDICE

Resumen.....	7
1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	8
1.1 Densificación de zonas centrales y peri-centrales: proceso de verticalización acelerado .....	8
1.1.1- Densidades urbanas residenciales y la configuración del espacio urbano ....	10
1.1.2- El bloqueo del acceso solar entre edificaciones y hacia los espacios urbanos .....	11
1.1.3- Modificación del Plan Regulador de San Miguel 2016 .....	13
1.2.- Pregunta de investigación .....	15
1.3.- Hipótesis .....	15
1.4.- Objetivos.....	16
1.4.1.- Objetivo General.....	16
1.4.3.- Objetivos Específicos .....	16
2.- METODOLOGÍA.....	17
2.1 Estudiar el proceso de densificación en San Miguel .....	17
2.2 Percepción residentes con respecto a la densificación en altura.....	17
2.3 Cálculo y análisis de acceso solar y morfología urbana.....	18
2.4 Revisión y evaluación de la modificación al Plan Regulador Comunal 2016.....	19
3.- MARCO TEÓRICO.....	21
3.1.- Modelo de ciudad compacta, densificación zonas centrales .....	21
3.2 La importancia del acceso solar.....	24
3.3.- Densidad urbana residencial.....	26
3.3.1.- La compleja relación entre densidad residencial y morfología urbana .....	27
3.3.2.- Morfología urbana, densificación en altura y acceso solar.....	31
3.3.3.- Variables Morfológicas del tejido Urbano.....	33

3.3.4.- Normativa Chilena y morfología urbana.....	36
3.4.- Acceso Solar.....	38
3.5 Relación morfología urbana y acceso solar .....	40
3.5.1 Variables morfológicas incidentes .....	41
3.5.2 Cañón Urbano.....	41
3.5.3 La orientación de la trama .....	42
3.5.4 Espacio urbano, vías de circulación .....	43
3.6.- Clima de Santiago .....	44
3.7 Indicadores de medición: Factor de cielo visible y horas de soleamiento .....	45
3.8.- Contexto económico incidente en la morfología del tejido urbano.....	45
4.- REVISIÓN DE ANTECEDENTES.....	48
4.1.- Comuna de San Miguel: Densificación de altura homogénea .....	50
5.- DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	55
5.1.1 Análisis de las densidades en San Miguel .....	55
5.1.2 Análisis de las densidades y permisos de edificación entre 2010 y 2017 .....	56
5.2 Análisis semántico de entrevistas cualitativas .....	60
5.3. Cálculo y análisis de acceso solar .....	62
5.3.1 Análisis general de las zonas .....	67
5.3.2 Análisis a partir de los ejes al interior de las zonas .....	68
5.3.3 Análisis acceso solar de las fachadas involucradas .....	75
5.4. Revisión parámetros normativos y acceso solar .....	77
6. CONCLUSIONES.....	85
7.- BIBLIOGRAFÍA .....	90
8. ANEXOS.....	97
8.1 Pauta entrevista .....	97
8.2 Selección áreas de estudio .....	109
8.3 Cálculos complementarios de acceso solar.....	113

## INDICE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la densidad en manzanas urbanas.....	11
Figura 2. Distribución espacial histórica de densidad de departamentos nuevos en el Gran Santiago 1970-2017.....	14
Figura 3. Densidades urbanas.....	28
Figura 4. Medidas de densidad ocupadas a lo largo de la historia .....	35
Figura 5. Juego infantil para evidenciar la diferencia entre una misma densidad y su cobertura de sitio, altura e intensidad.....	35
Figura 6. Permisos de edificación en la Región Metropolitana.....	49
Figura 7. Permisos de edificación en San Miguel.....	50
Figura 8. Variación intercensal de población en San Miguel.....	51
Figura 9. Variación intercensal de población y tipología de departamento en San Miguel .....	52
Figura 10. Composición etaria en San Miguel.....	53
Figura 11. Composición etaria y de hogares en Región Metropolitana.....	53
Figura 12. Plan Regulador Comunal de San Miguel.....	54
Figura 13. Densidades de población y vivienda en San Miguel.....	55
Figura 14. Permisos de edificación de San Miguel entre 2010 y 2017.....	57
Figura 15. Gráfico evolución de permisos de edificación en San Miguel entre 2010 y 2017 .....	57
Figura 16. Permisos de edificación 2010-2017 y densidad de vivienda en San Miguel.....	59
Figura 17. Permisos de edificación 2010-2017 y densidad de vivienda en San Miguel.....	60
Figura 18. Mapa de códigos semánticos.....	62
Figura 19. Manzanas de estudio Barrio El Llano Subercaseux.....	64
Figura 20. Manzanas de estudio Barrio Barros Luco.....	65
Figura 21. Sombras solsticio de invierno en zonas de estudio .....	67

Figura 22. Horas de sol manzanas de estudio en barrio el llano subercaseux a la izquierda y en barrio barros luco a la derecha .....	68
Figura 23. Horas de asoleo en eje Ricardo Morales en solsticio de invierno.....	69
Figura 24. Composición morfológica eje ricardo morales. ....	72
Figura 25. Composición morfológica eje Alcalde Pedro Alarcón.....	73
Figura 26. Composición morfológica eje José Joaquín Vallejos. ....	73
Figura 27. Composición morfológica eje Chiloé.....	74
Figura 28. Horas de sol y energía recibida en fachadas oriente y poniente del eje Ricardo Morales. ....	75
Figura 29. Horas de sol y energía recibida en fachada eje José Joaquín Vallejos.....	75
Figura 30. Parámetros de construcción San Miguel, PRC 2005.....	76
Figura 31. Parámetros de construcción San Miguel, PRC 2016.....	77
Figura 32. Horas de sol en eje Alcalde Pedro Alarcón considerando volumen teórico PRC 2016.....	79
Figura 33. Horas de sol en fachadas eje Alcalde Pedro Alarcón considerando volumen teórico PRC 2016. ....	80

## **INDICE TABLAS**

Tabla 1. Síntesis metodología por objetivo .....	20
Tabla 2. Permisos de vivienda en el centro y peri-centro de Santiago .....	49
Tabla 3. . Precios y superficies promedio de vivienda nueva en altura en barrios peri centrales de Santiago.....	52
Tabla 4. Permisos de edificación San Miguel entre 2010-2017, número de permisos mayor a 2 pisos.....	58
Tabla 5. . Permisos de edificación San Miguel entre 2010-2017, número de permisos mayor a 2 pisos. ....	58
tabla 6. Comparación horas de asoleo con factor de cielo visible en eje Ricardo Morales.....	69
Tabla 7. Comparación horas de asoleo con factor de cielo visible en diferentes casos.....	70
Tabla 8. Relación morfología urbana y horas de sol en casos de estudio.....	71

## RESUMEN

La ciudad de Santiago ha presentado un crecimiento importante en densidad de altura durante los últimos años. Si hace 20 años se hablaba de un crecimiento por extensión y de la pérdida de población en comunas centrales, hoy esto cambió y es necesario revisar de qué manera ha ocurrido este fenómeno y cómo queremos que continúe su desarrollo.

Las comunas centrales de la Región Metropolitana se han densificado, pero no por ello Santiago se ha vuelto más sustentable. El proceso es complejo y pone en duda la mirada clásica de la sustentabilidad asociada a la ciudad compacta *per sé*, pues trae consigo diferentes peligros. Uno de estos, es la falta de regulación en la densificación que puede arrastrar problemas de asoleamiento en los espacios urbanos y las edificaciones.

Este trabajo busca evidenciar problemáticas de acceso solar en zonas de densificación en altura desde la incidencia de la morfología urbana hacia el acceso solar entre edificaciones y hacia el espacio urbano. Para ello, se selecciona la Comuna de San Miguel como caso de estudio y se aplica una metodología mixta, cuantitativa y cualitativa en diferentes zonas que cumplen con la condición de presentar densificación en altura y población durante el periodo entre 2010 y 2017.

Los resultados muestran una problemática clara de acceso solar hacia los espacios urbanos principalmente y una carencia regulatoria al respecto.

### **Palabras Claves**

Densificación en altura – Acceso solar - Espacio Urbano

## 1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La estructura del planteamiento del problema de investigación comienza desde el proceso de verticalización acelerado que ha vivido la ciudad de Santiago en las últimas décadas (Vergara, 2017), fenómeno actualmente asociado con la necesidad de densificar zonas centrales y peri-centrales. Desde aquí, se aborda la relación que existe entre las densidades urbanas residenciales y la configuración del espacio urbano, para luego enfocarse en los efectos que emergen de esta relación: El desarrollo inmobiliario denso en altura en zonas centrales de la ciudad y una de sus consecuencias sobre la configuración del espacio urbano: el bloqueo del acceso solar entre edificaciones y hacia los espacios urbanos. Se realza su importancia como elemento fundamental dentro de un proceso de urbanización que busque ser más sostenible.

### 1.1 Densificación de zonas centrales y peri-centrales: proceso de verticalización acelerado

El urbanismo hoy día en ciudades latinoamericanas y en la ciudad de Santiago en particular, está enfrentando el problema del crecimiento prácticamente sin límites que tuvieron las grandes urbes en las últimas décadas, las ciudades se expandieron rápidamente y con poca planificación, lo que provocó un consumo importante de suelo urbano. Luego de este proceso, la ciudad se ve resentida y se vuelve poco sostenible, los altos costos sociales y monetarios de traslado son un ejemplo de ello y sus habitantes buscan volver a poblar los centros. Ambas situaciones son reflejo del factor densidad, el primero, de una baja densidad, ciudad difusa y el segundo aumenta buscando volver a un modelo compacto.

La ciudad de Santiago ha presentado un crecimiento importante en densidad de altura durante los últimos años. Si hace 20 años se hablaba de un crecimiento por extensión y de la pérdida de población en comunas centrales, hoy esto cambió y es necesario revisar de qué manera ha ocurrido este fenómeno y cómo queremos que continúe su desarrollo (De Mattos et al., 2014).

La maximización de los beneficios económicos del suelo en conjunto con una normativa permisiva, ha generado un desarrollo inmobiliario denso en altura que provoca un deterioro en la calidad de vida de las personas, modificando tanto el paisaje urbano como la calidad del espacio público (Lopez-Morales et al., 2012).

Las comunas centrales de la Región Metropolitana se han densificado, pero no por ello Santiago se ha vuelto más sustentable. El proceso es complejo y pone en duda la mirada clásica de la sustentabilidad asociada a la ciudad compacta per sé, pues trae consigo diferentes riesgos. Uno de estos, es que la falta de regulación normativa en relación con la densificación puede provocar problemas de soleamiento en los espacios urbanos y entre las edificaciones.

Una densidad recomendada en términos teóricos debiera ser un componente variable dependiendo de las diferentes realidades locales e incorporar un análisis holístico que integre elementos de sustentabilidad ambiental, social y económica (Gómez y Mesa, 2017). Dicho de otra manera, una intervención en los factores de densidad debe permitir condiciones medio ambientales adecuadas, como el acceso solar hacia los espacios adyacentes a través de la consolidación de un paisaje urbano para no atentar contra el desarrollo y la factibilidad de la mantención en el tiempo de dicha intervención (Higuera, 2009).

Desde fines de los 60' en la Región Metropolitana se vivía un proceso contrario al actual, los centros urbanos estaban perdiendo población. En los 80' esta pérdida es evidente alcanzando en 1983 su punto más bajo. A fines de este periodo comienza una preocupación por repoblar los centros urbanos (Contrucci, 2011). Para ello, en enero de 1987, se promulga la Ley 18.595 del Ministerio de Hacienda sobre Renovación urbana. La posterior definición de Zonas de Renovación Urbana y los subsidios por parte del Estado, constituyen las primeras causas del proceso de densificación en la región Metropolitana (Portal Inmobiliario, 2005).

Desde 1990 en adelante, el mercado residencial privado de Santiago de Chile, mayoritariamente subsidiado por un instrumento que bonifica hasta el 10% del valor de compra, ha modificado su estructura de localización y tipología edificatoria residencial predominante. Entre 1990 y 2008, la participación en el

mercado residencial del centro santiaguino se incrementó dramáticamente, desde un 7,5% hasta un 44%. En cambio, la periferia decreció de un 81% a un 38,5%, y las comunas satelitales se incrementan desde un 11% a un 17,6%. (Lopez et al., 2012).

El proceso de verticalización se ha dado en el área de renovación urbana definida por el Estado chileno en 1992, tanto en comunas de Santiago (Santiago, San Miguel y Estación Central) como en otras ciudades del país (Temuco, Concepción, Iquique y Valparaíso). Como parte del resultado de ese proceso, se puede señalar que el diferencial de altura ha sido desmesurado, generando un alto impacto en diversos aspectos. Uno de ellos, es la irrupción de grandes áreas de sombra sobre edificaciones bajas hasta ese momento asoleadas (Inzulza et al., 2017).

### **1.1.1- Densidades urbanas residenciales y la configuración del espacio urbano**

La densidad urbana es un concepto que ha sido ampliamente utilizado a lo largo de la historia para analizar una ciudad y regular su crecimiento. Sin embargo, su manejo en la planificación, en la mayoría de los casos, se reduce a cifras orientativas referidas a superficies contenidas en la normativa y no considera un factor relevante: el emplazamiento o disposición dentro del tejido urbano de los elementos construidos (Cheng, 2010).

Un ejemplo de ello, es que una manzana con edificación en altura y la misma manzana con unidades de viviendas de un piso, pueden tener igual densidad y a pesar de ello, generar una situación muy diferente en los espacios abiertos a su alrededor, influyendo de manera importante en la calidad de los espacios públicos de la ciudad que conforman (FIGURA 1).

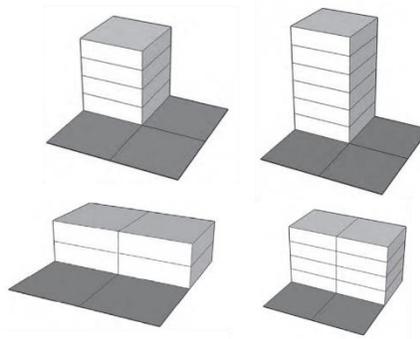


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA DENSIDAD EN MANZANAS URBANAS. FUENTE: CHENG, 2010

Bajo este análisis, parece necesario establecer criterios sobre la morfología urbana, que permitan integrar a la planificación y diseño urbano, condiciones de densidad más sustentables, siendo una de ellas el asoleamiento de los espacios públicos y construidos.

### **1.1.2- El bloqueo del acceso solar entre edificaciones y hacia los espacios urbanos**

Cárdenas et al. (2016), analizan el bloqueo del acceso solar producido por la proliferación de edificios en altura en manzanas principalmente del centro y peri-centro de la ciudad. Plantean que el crecimiento de la edificación en altura de los últimos años en las ciudades chilenas ha irrumpido fuertemente en la morfología urbana, produciendo externalidades en los espacios y edificios vecinos, tales como, extensas áreas de sombreado que afectan las condiciones térmicas y lumínicas.

Sumado a ello, recientemente, Inzulza et al. (2017) contribuyen a la discusión exponiendo que los beneficios energéticos y lumínicos de la radiación solar son algunos de los factores que mejor regulan la calidad de vida en el hábitat humano, tanto en los espacios privados como públicos. Sin embargo, los autores señalan que esta condición está siendo fuertemente vulnerada en las últimas décadas con la aparición de edificación en altura desmedida, denominando el fenómeno como verticalización, descrito como una de las tipologías del modelo inmobiliario imperante.

Diversos estudios han abordado consecuencias del actual desarrollo inmobiliario en la ciudad que caracteriza a América Latina y Chile en particular, muchos de ellos dan cuenta de la problemática de la gentrificación de sus áreas centrales consolidadas (Sandroni, 2006; Kanai y Ortega, 2009; Lopez-Morales, 2011; Contreras, 2011; Inzulza, 2012). Sin embargo, son menos los estudios que se abocan a cuantificar las problemáticas ambientales producidas por este modelo de desarrollo y menos las que buscan su regulación morfológica para permitir desarrollo, sin restringir los beneficios de la radiación solar en los espacios públicos (Cárdenas et al., 2015; Cárdenas, 2009).

El enfoque ha estado puesto también en la necesidad de disminuir los recursos energéticos consumidos por la ciudad, considerando una fuente importante de consumo energético al transporte y las edificaciones. Autores como Rueda (2011) promueven la vuelta a una planificación desde el modelo de ciudad compacto, proponiendo el aumento de la densidad en zonas centrales como un medio para disminuir el consumo energético de las urbes.

Este planteamiento desarrolla la problemática desde la escala ciudad, sin embargo, generalmente, no alcanza a considerar la escala de barrio como objetivo de estudio. López et al. (2015), dan cuenta de ello, destacan que el estudio de los efectos sobre los barrios y la calidad de vida de los residentes han recibido menor profundidad analítica, así como los indicios de saturación y externalidades que ha generado la densificación por crecimiento en altura. Específicamente, son más escasos los estudios que abordan la relación entre la densidad en altura y la pérdida de la habitabilidad en los espacios urbanos, y particularmente la pérdida de acceso solar en los barrios como un factor que degrada la calidad de vida de sus habitantes.

Sin embargo, diferentes investigaciones evidencian la relación directa entre la disponibilidad de acceso solar y la morfología urbana. Desde la década del 60 se plantea que no es suficiente centrarse exclusivamente en las edificaciones en forma individual, sino que se proponen ampliar el cuadro analítico y estudiar

edificios en conjunto, bloques urbanos. El comportamiento térmico de los edificios se altera cuando los edificios se colocan en un clúster. Bajo esta perspectiva, existe un enfoque hacia estudios energéticos que consideran a los barrios como escala de estudio (Sanaieian et al., 2014; Cárdenas e Higuera, 2015).

Esta tesis pone en cuestión que la densificación en zonas centrales en búsqueda de un modelo de ciudad compacto, sea *per sé* más sustentable, proponiendo que la densidad como parámetro aislado deja fuera factores importantes, tales como la disposición de los volúmenes o Layout urbano, la altura y homogeneidad de estos y su respectiva incidencia en la disponibilidad solar de los espacios públicos donde se emplazan. Desde aquí, la investigación pretende ser considerada como una contribución y un impulso hacia la definición y el desarrollo de un enfoque distinto, en el marco del análisis solar a escala urbana, específicamente, barrial. Configurándose como una demostración prospectiva que permita dirigir recursos de investigación hacia la implementación de modificaciones prácticas a mediano plazo de los instrumentos de planificación. Es por ello, que se centrarán los esfuerzos en las posibilidades efectivas de considerar las características morfológicas específicas y distintivas de tejidos urbanos reales para estudiar densidad y acceso solar como variables dependientes.

### **1.1.3- Modificación del Plan Regulador de San Miguel 2016**

San Miguel ha vivido un proceso de renovación urbana acelerado, siendo la tipología de edificación en altura la protagonista del proceso. De esta manera se ha posicionado como una de las comunas del Gran Santiago que más ha aumentado su densidad de departamentos, entre el 2000 y el 2017 (Figura 2).

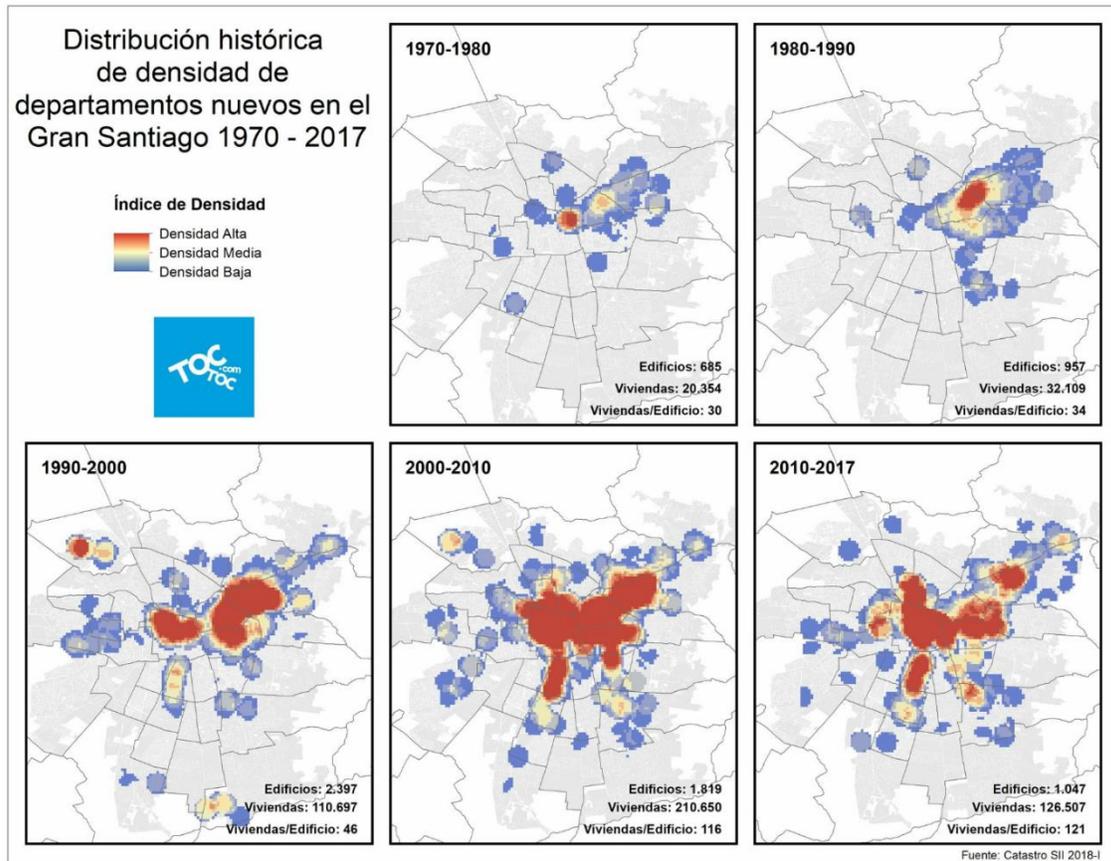


FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL HISTÓRICA DE DENSIDAD DE DEPARTAMENTOS NUEVOS EN EL GRAN SANTIAGO 1970-2017. FUENTE: CATASTRO SERVICIO DE IMPUESTOS INTERNOS (SII) 2018.

Este proceso de regeneración urbana en la zona central de la Región Metropolitana, ha cambiado considerablemente la composición urbana en los últimos años. Pasando desde barrios de baja altura con viviendas unifamiliares en forma predominante, a edificaciones en altura. Este cambio tipológico sin duda ha traído otros fenómenos asociados, uno de estos, como expone Cabrera (2013) es la probable modificación en las condiciones térmicas de los espacios públicos y fachadas de sus edificaciones, ya que estas resultan directamente afectadas por la materialidad de las construcciones, la configuración espacial y la morfología de la masa construida.

El proceso de densificación en altura que ha vivido la comuna generó revuelo en sus residentes, concluyendo en una modificación al Plan Regulador Comunal

(PRC) en noviembre de 2016. La reciente modificación al PRC nace en parte, para atender un tema de importancia para sus residentes: La gran cantidad de edificios en altura que se había construido durante los últimos años. La memoria explicativa del PRC da cuenta de ello, señalando que en general la mayor parte de los vecinos consultados creen que es indispensable controlar la altura y la excesiva concentración de edificios de departamentos en pocas manzanas. (Memoria explicativa modificación PRC, 2016).

La modificación del año 2016 consistió principalmente en normar la densidad y modificar la altura de edificación en diferentes zonas destinadas a vivienda y uso mixto.

### **1.2.- Pregunta de investigación**

¿Cuál es la incidencia que tiene la forma urbana sobre la disponibilidad de radiación solar en los edificios y en los suelos urbanos, en el contexto de la renovación urbana de las zonas peri-centrales de la Región Metropolitana, en las que predomina la tipología de densificación en altura? En particular, ¿De qué manera las intervenciones inmobiliarias de los últimos años inciden sobre el tejido urbano de la ciudad repercutiendo en la disponibilidad de radiación solar en fachadas y en el espacio urbano alterando las condiciones de acceso solar?

### **1.3.- Hipótesis**

La disociación entre la densidad urbana residencial en altura y la morfología urbana excluye variables cualitativas relevantes que inciden en las condiciones de bienestar asociadas a la disponibilidad de radiación solar en las edificaciones y los espacios urbanos circundantes.

Es posible densificar en zonas centrales permitiendo un adecuado acceso solar hacia el espacio urbano y entre fachadas a través de los instrumentos normativos.

## **1.4.- Objetivos**

### **1.4.1.- Objetivo General**

Comprender la forma urbana que ha adoptado la densificación en altura durante los últimos años en la comuna de San Miguel en cuanto a las condiciones de bienestar asociadas a la captación de radiación solar tanto en fachadas como en los espacios urbanos entre las edificaciones considerando su relación con la normativa regida por el Plan Regulador Comunal.

### **1.4.3.- Objetivos Específicos**

- Estudiar el comportamiento del proceso de densificación en altura en la comuna de San Miguel considerando distribución espacial, periodicidad y densidad. Bajo este análisis, identificar zonas de estudio dentro de la comuna de San Miguel que respondan al proceso de densificación en altura y que permitan estudiar diferentes morfologías urbanas asociadas al acceso solar.

- Testear la percepción en relación con variables medioambientales que tienen tanto los residentes antiguos como los nuevos respecto a la tipología de vivienda de densidad en altura construida los últimos años en la comuna de San Miguel.

- Calcular acceso solar en manzanas afectadas por la renovación urbana con tipología de edificación en altura entre 2010 y 2017. Esto, a través de las horas de sol y el factor de cielo visible en el espacio público, así como también, su incidencia en las fachadas principales de las edificaciones. Y con esto, analizar las diferencias morfológicas según los resultados obtenidos.

- Evaluar la modificación realizada el año 2016 al Plan Regulador Comunal en San Miguel distinguiendo su propuesta morfológica y los efectos sobre el acceso solar hacia los espacios urbanos y entre las edificaciones.

## 2.- METODOLOGÍA

La investigación es de tipo empírica, aborda la comuna de San Miguel como caso de estudio y dentro de ella, dos zonas específicas de análisis. La metodología es de tipo mixto, incorpora elementos cuantitativos y cualitativos de investigación. Cada uno de los objetivos planteados se abordó con diferentes métodos descritos a continuación.

### 2.1 Estudiar el proceso de densificación en San Miguel

El primer objetivo se desarrollará en dos partes, la primera, a través de la confección de cartografías de densidades de vivienda y habitantes de la comuna de San Miguel en base a los datos del censo 2017, luego, una segunda cartografía, en la que se adicionan los permisos de edificación otorgados en la comuna entre el 2010 y el 2017, con información otorgada por la dirección de obras municipal en octubre de 2018. La visualización geo referenciada de esta información permitirá entender el comportamiento espacial de la densificación en la comuna. Las cartografías serán trabajadas en un software de sistemas de información geográfico (SIG), llamado ArcGis mediante la herramienta spatial join en ArcMap.

En la segunda parte, se desarrollará una caracterización de los permisos de edificación otorgados por el municipio entre el 2010 y 2017, analizando la variación en cantidad y altura de estos durante el periodo.

Finalmente, con ambos análisis se espera obtener áreas con dinámicas de densificación en altura durante los últimos años, para con ello, definir dos casos de estudio.

### 2.2 Percepción residentes con respecto a la densificación en altura

Este segundo objetivo se desarrollará a través de metodologías cualitativas, que permitan la recolección de fuentes primarias sobre la percepción de los residentes comunales ante el fenómeno de densificación con tipología de vivienda en altura en San Miguel. Para la evaluación se considerarán las variables ambientales

recogidas en el estudio realizado para la modificación del Plan Regulador Comunal en noviembre de 2016. Con estas, se estructurará una pauta de entrevistas que será aplicada en las zonas de estudio a residentes antiguos y nuevos, de departamentos de la comuna. El análisis cualitativo se realizará mediante software ATLAS ti, el que, mediante codificación abierta y axial construye una red de códigos semánticos.

Se entrevistará a diez personas, 5 residentes representantes de la antigua tipología (viviendas de baja altura) y 5 residentes de los nuevos departamentos en altura. Las edades de los entrevistados serán representativas de los diferentes rangos etarios, desde los 18 a los 75 años. De ellos, la proporción entre hombres y mujeres será de 50% en total, por tanto, 60% y 40% para cada uno de los tipos de residentes.

### **2.3 Cálculo y análisis de acceso solar y morfología urbana**

Se desarrollará mediante metodología cuantitativa modelando a través del software Sketchup 2015, desarrollado por Trimble Navigation, las manzanas de los dos casos de estudio con sus respectivas edificaciones en 3D. Se utilizará como información base un plano dibujado en software Autocad de la comuna de San Miguel otorgado por la Secretaría Comunal de Planificación del municipio. La información planimétrica será actualizada a través de visitas a terreno e imágenes satelitales desde el sitio web [www.arcgis.com](http://www.arcgis.com).

Luego, se procederá al levantamiento tridimensional, para ello, se visualizará a través de imágenes satelitales de Google Earth, ArcGis y visitas a terreno la cantidad de pisos de cada edificación, se considerará para el levantamiento que cada piso corresponde a tres metros de altura.

Para el cálculo de acceso solar se utilizará el software Heliodon2 creado por Benoit Beckers & Luc Masset. Las mediciones serán realizadas en el solsticio de invierno correspondiente al día 21 de junio, por ser el valor más desfavorable en cuanto a iluminación y necesidad de calefacción. Las variables a observar serán horas de asoleo y factor de cielo visible. Es importante considerar que la obtención

de la licencia del software es limitada y de difícil acceso, por lo que, el levantamiento volumétrico necesario para estudios específicos y complejos, se simplificará a 20 objetos, por ser la restricción de la versión demo.

Para el análisis de datos, se trabajará en tres escalas. Primero, análisis general de las zonas de estudio, considerando la composición completa del área. A continuación, se diferenciará entre los ejes centrales de las manzanas según orientación: norte – sur y oriente- poniente.

Luego, con los valores obtenidos del cálculo de acceso solar medido en los ejes, entre las líneas oficiales a 1,5 metros de altura (por ser la altura promedio de un peatón), se observará las características morfológicas en los lugares desfavorables y favorables dentro de los ejes. Se considera como desfavorable una medición inferior a cuatro horas de asoleo y favorable superior a cuatro.

Para el análisis morfológico, tanto en los puntos favorables como en los desfavorables, será considerado la proporción del perfil de la calle, denominada como cañón urbano, los distanciamientos entre las edificaciones, la ocupación de suelo de los predios y la altura de las edificaciones.

El factor de cielo visible se utilizará como una herramienta de incidencia de la morfología urbana en las horas de sol recibidas en el espacio urbano entre las líneas de edificación, para ello, se compararán los datos de asoleo con los del factor de cielo visible.

Finalmente, se calcularán las horas de asoleo y el potencial de energía recibido por las fachadas orientadas hacia los ejes de medición en los puntos favorables y desfavorables obtenidos en la medición de horas de sol en el espacio urbano.

## **2.4 Revisión y evaluación de la modificación al Plan Regulador Comunal 2016**

La evaluación normativa será aplicada en el caso de estudio que presente condiciones más desfavorables de asoleo. Primero, se realizará un análisis del Plan Regulador (PRC) con el que se construyeron las edificaciones existentes,

correspondiente al vigente desde el año 2005 y luego, se observarán los cambios realizados en la modificación 2016.

Con los parámetros constructivos propuestos por la modificación del PRC 2016, se considerarán casos ficticios de fusión predial en relación con los predios existentes, se determinan terrenos de aproximadamente 2500, 1500 y 4500 m<sup>2</sup> para cada una de las zonas. Con ello, se realizará un estudio de cabida para definir volúmenes teóricos. Se considerarán los parámetros constructivos normados por cada zona: Antejardín mínimo, subdivisión predial mínima, coeficiente de ocupación de suelo, coeficiente de constructibilidad, sistema de agrupamiento, altura máxima, densidad bruta máxima, rasantes, distanciamientos y adosamientos. La situación creada en base a la normativa vigente será modelada con el software Heliodon para proceder a realizar los cálculos de acceso solar en el espacio urbano y en las fachadas involucradas en conjunto con el respectivo análisis morfológico tal como se describió en el punto anterior, para comparar y entender la incidencia del cambio normativo.

OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADOR	FUENTES DE INFORMACIÓN	RESULTADOS ESPERADOS
Estudiar el proceso de densificación en San Miguel	Densificación y Morfología urbana	Densidad de vivienda y población y permisos de edificación 2010 - 2017	Censo 2017 y Dirección de Obras Municipal	1. Cartografía de densidades. 2. Cartografía de permisos de edificación diferenciados por altura 3. Caracterización de los permisos de edificación
Percepción residentes respecto a la densificación en altura	Morfología Urbana y Acceso Solar	Codificación con programa ATLAS ti.	Entrevistas en base a Memoria de modificación del PRC 2016.	1. Mapa de códigos semánticos 2. Evaluación de percepción sobre variables medio ambientales. 3. Evaluación de la importancia sobre acceso solar para residentes antiguos y nuevos.
Cálculo y análisis de acceso solar y morfología urbana	Acceso solar y Morfología Urbana	1. Horas de sol en espacio urbano y factor de cielo visible	Medición a través de Software Heliodon y levantamiento planimétrico.	1. Reconocimiento de puntos favorables y desfavorables de asoleo en el espacio urbano.
		2. Orientación, Cañón urbano, distanciamientos, ocupación de suelo y alturas		2. Incidencia de los factores morfológicos en las horas de asoleo.
		3. Horas de sol y potencial de energía en fachadas		3. Reconocimiento de las horas de sol y potencial de energía en fachadas.
Revisión y evaluación de la modificación al Plan Regulador Comunal 2016	Acceso solar y Normativa	1. Parámetros constructivos designados por el PRC. 2. Horas de sol y factor de cielo visible en espacio urbano y en fachadas.	Plan Regulador Comunal de San Miguel	1. Evaluación de la normativa en relación con el acceso solar en el espacio urbano y en fachadas.

TABLA 1 SÍNTESIS METODOLOGÍA POR OBJETIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 3.- MARCO TEÓRICO

#### 3.1.- Modelo de ciudad compacta, densificación zonas centrales

El debate teórico sobre la ciudad dispersa versus la ciudad compacta, en el mundo y particularmente en América Latina, pone en la palestra aspectos claves necesarios para proponer un nuevo modelo de ciudad, donde la calidad de vida de las presentes y futuras generaciones sea el punto focal de reflexión (Hermida *et al.*, 2015).

Parte importante de la producción y el consumo de recursos renovables y no renovables se adjudica a las grandes ciudades, siendo de esta forma, responsables del desarrollo poco sustentable del planeta (White, 1994), por tanto, se hace necesario proponer medidas de planificación que busquen disminuir la utilización de estas energías y permitan generar un desarrollo más sustentable. El regreso a la ciudad compacta se ha planteado desde esta línea de investigación, diversos autores señalan que el modelo permite un desarrollo más eficiente en términos energéticos.

Dentro del debate entre el modelo de ciudad compacto y disperso se defiende el primero como un diseño de ciudad más sostenible. Rueda (2011) sostiene que la compacidad urbana consume menor cantidad de suelo lo que permite conservar suelo agrícola y natural y de esta manera, disminuir la presión que ejercen los sistemas urbanos sobre los sistemas de apoyo. Además, defiende la densidad desde su condición de facilitador de diversidad, mayor cantidad de personas en un barrio permite mayor intercambio, por tanto, se logra una convivencia entre la residencia, los servicios, las actividades económicas y los equipamientos.

Sumada a la postura de la ciudad compacta, la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona también ha realizado investigaciones sobre la sostenibilidad del modelo de ciudad compacta, y en función de ello afirma que "tras el análisis comparado de diversos sistemas urbanos, el modelo urbano que mejor se ajusta al principio de eficiencia urbana y habitabilidad urbana es la ciudad compacta en

su morfología, compleja en su organización, eficiente metabólicamente y cohesionada socialmente" (Rueda, 2011, p. 243).

No solo Rueda (2011) aboga a favor del modelo compacto, Moliní y Salgado (2010) señalan que de 60 autores estudiados, 42 impulsan como la mejor alternativa de sustentabilidad la ciudad compacta, luego, solo diez la ciudad dispersa y ocho se muestran relativamente imparciales. Sin embargo, plantean que la elección del modelo compacto no es literal, los autores participantes del estudio advierten sobre la necesidad de flexibilizar el modelo y buscar una densidad adecuada para cada ciudad. Se plantea por ejemplo que para que la ciudad compacta sea sustentable es necesario sumar a la densificación otras medidas interrelacionadas (Melia *et al.*, 2011).

Sin embargo, es importante considerar que, si bien existe un consenso respecto a la utilización del modelo compacto, este debe ser flexible y considerar variables de cada ciudad. La densificación no se entiende como concepto aislado, sino más bien, como una sumatoria de descriptores cuantitativos y cualitativos que definen la morfología de la ciudad. La densificación de las ciudades comprende como concepto diferentes variables, entre ellas, proximidad, conectividad, población y actividad, transporte alternativo, habitabilidad del espacio público, complejidad urbana, dotación de espacios verdes y biodiversidad, autosuficiencia energética, autosuficiencia hídrica, adaptación y mitigación al cambio climático, cohesión social, dotación de equipamientos, etcétera (Cabrera *et al.*, 2015).

Como se mencionó, el aumento de la densidad de población genera mayor interacción en el espacio entre residencia, servicios, equipamientos, etc. Lo que permite disminuir los traslados de la población y en consecuencia las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el transporte. Así mismo, la agrupación de edificaciones también colabora en la reducción de contaminación gracias a la disminución del consumo energético, debido a que se reducen las superficies de intercambio térmico.

No obstante, así como la baja densidad es insostenible, el exceso de densidad puede producir problemas ambientales. Gran cantidad de autores exponen que los niveles de densidad apropiados no son rígidos, sino que varían dependiendo de las características propias de cada ciudad. Recientemente, Gómez y Mesa (2017), ponen a prueba esta afirmación en un estudio aplicado en la ciudad de Mendoza, con ello concluyen que las dimensiones de las manzanas y el ancho de las calles son factores relevantes a la hora de plantear una densidad porque ambas variables limitan la capacidad constructiva. A pesar de esta reflexión, se han establecido rangos generales de densificación que van desde los 120 habitantes por hectárea hasta los 350 (Higueras, 2009; Rueda, 2011).

Se suman otros factores a la discusión de la sostenibilidad de las ciudades, entre ellos, el aprovechamiento de los recursos medioambientales. Consecuentemente, la incorporación de estrategias bioclimáticas en el diseño es fundamental para mejorar la eficiencia de la ciudad a nivel energético. Actualmente el mayor consumo energético en los edificios se produce para alcanzar confort en los recintos, utilizando energía no renovable en calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación (Cárdenas y Uribe, 2012).

Bajo estas consideraciones y la disponibilidad solar existente en Santiago, se busca condicionar el diseño del tejido urbano para aprovechar energías renovables, la energía solar puede ser utilizada para calefaccionar espacios interiores, pero también, a su vez, para mejorar el confort o habitabilidad en los espacios abiertos. El acondicionamiento pasivo de los ambientes es concebido desde el diseño de los edificios y requiere que se garanticen a niveles urbanos de asoleamiento.

Las potencialidades de aprovechamiento del sol no solo están relacionadas con la generación de energía o calefacción, sino que, también posibilitan la iluminación natural de los espacios y, en las épocas de calor, la radiación facilita el crecimiento de vegetación y ésta permite disminuir las temperaturas. La evapotranspiración

de la vegetación durante los períodos cálidos contribuye a refrescar el medio ambiente construido, disminuyendo la necesidad de energía para refrigeración (Ruiz *et al.*, 2012).

### **3.2 La importancia del acceso solar**

La forma de vida de las personas en un lugar está determinada fuertemente por las condiciones climatológicas de los espacios interiores y de los exteriores. En los espacios abiertos es más difícil controlar las condiciones de habitabilidad por la dificultad de aislar al ser humano de las variables que lo afectan. Es por ello, que, el diseño de los espacios públicos debe considerar en su configuración respuestas a estas particularidades climáticas para facilitar la adaptación del hombre y permitir su permanencia prolongada y cómoda en los espacios urbanos de la ciudad.

Los espacios urbanos, generalmente son espacios públicos y están a cargo de la movilidad y el encuentro de las personas en las ciudades. Son los encargados entonces de la cohesión social y de la vida en comunidad, desde aquí parece muy relevante entonces promover que sean lugares provistos de las comodidades necesarias para la permanencia de las personas en ellos.

Giannini (1987) destaca la importancia del espacio público como el lugar por excelencia fuera del domicilio, extendiéndose desde el vecindario, el barrio, la población hasta perderse en el “torrente anónimo de las arterias de la urbe”. Siendo el espacio de tránsito diario necesario para realizar las actividades cotidianas. El autor da cuenta de la importancia del espacio público y a pesar de ello, muchas veces no es valorado.

El proceso de densificación en altura de los últimos años ha superpuesto el valor del suelo privado por sobre características como el asoleamiento de los espacios públicos. El interés por relocalizarse en zonas centrales de las ciudades contemporáneas ha provocado, en el caso de la Región Metropolitana, que las

comunas céntricas y peri-céntricas hayan aumentado su densidad aceleradamente. Al respecto, Morales (2013) señala que la maximización de los beneficios económicos del suelo en conjunto con una normativa permisiva ha generado un desarrollo inmobiliario denso en altura que ha provocado un deterioro en la calidad de vida de las personas modificando el paisaje urbano.

Esta reflexión respecto a la densificación homogénea en altura y su impacto directo en el paisaje urbano y la calidad de los espacios públicos que afecta la vida de las personas, nos lleva a cuestionar como y cuál sería una tipología edificatoria y predial que permita una buena relación con la ciudad y específicamente con el espacio urbano donde se emplazan.

La relación descrita se fundamenta en que el sol es imprescindible para la vida humana, es la base de todas las energías sobre la tierra. No obstante, a nivel social, su presencia afecta el estado de ánimo de los habitantes, “el bienestar y la alegría son componentes relacionados con el sol y la calidad de vida” (García, 2012).

Knowles (1981), reúne los conceptos de calidad de vida con las condiciones de soleamiento a través del confort físico, las posibilidades de situaciones que éste permitía, la sensación de bienestar y la alegría definiendo los conceptos:

*“Confort físico: Es generalmente expresado en rangos numéricos de temperatura, humedad, movimiento del aire, luz y otras propiedades físicas del entorno que influyen directamente en nuestros cuerpos. El acceso al sol tiene un impacto directo en al menos los componentes térmicos y lumínicos de este complejo juego y una relación secundaria en la mayoría del resto. (...)*

*Bienestar: Es la razón por la que buscamos el confort. Incluso con un concepto tan de moda debemos cerciorarnos de que es la base tanto de la estética como del sistema de valores que orienta una construcción.*

*Alegría: Es la forma superlativa de bienestar. Podemos experimentar la alegría en sí misma. Puede ser consecuencia de estímulos externos, pero está dentro de nosotros y es excesiva. En la medida en que el acceso solar provee confort, oportunidades y bienestar, ofrece la posibilidad de alegría. Tal vez la alegría se encuentra en los cálidos rayos del sol que alcanzan nuestros cuerpos extendidos, o puede estar en las reflexiones de una flor o la cara de un niño. Pero en la alegría puede estar la mayor justificación para el acceso al sol." (Knowles, 1981)*

Al respecto, la Organización Mundial de la Salud, declara que el sol aporta numerosos beneficios para la salud. En consecuencia, garantizar niveles óptimos de asoleamiento es uno de los principales objetivos en el camino hacia una mejor calidad de vida urbana.

### **3.3.- Densidad urbana residencial**

Definir densidad urbana como un concepto preciso no es una tarea fácil porque si bien se ha empleado como una característica para describir el tejido urbano a lo largo del tiempo, las concepciones que están detrás de su definición han cambiado radicalmente en los diferentes contextos históricos. La discusión en torno a la ciudad densa y dispersa ha tomado diferentes aristas a lo largo del tiempo.

Hasta finales del siglo XIX no se estudiaba mayormente el concepto densidad urbana como tal, sino más bien, se entendía como consecuencia natural del crecimiento de las ciudades. Es entonces, con el desarrollo de la ciudad industrial, donde se intensifica el uso de suelo y las altas densidades comienzan a generar problemas de salud en la población, cuando se comienza a hablar explícitamente de densidad urbana, coincidiendo con la consolidación del urbanismo como disciplina (Hall, 1996).

A raíz de las temáticas de hacinamiento de la época, se comienza a cuantificar la densidad urbana y a restringirla. Bajo esta lógica, de restringir densidades para evitar problemas de salubridad principalmente y por el contrario, asegurar una

mejora en la calidad de vida, nacen movimientos como la Ciudad Jardín y autores como Raymond Unwin (1909), por ejemplo, que en su libro *Town Planning in practice* propone como una densidad adecuada 12 viviendas/acre, lo que equivale aproximadamente a 30 viviendas/ hectárea.

Con el paso del tiempo, estas medidas cuantificadoras de densidad han ido cambiando y se ha cuestionado ampliamente, incorporando a la discusión que la densificación genera beneficios para el desarrollo de la vida en las ciudades.

Autores como Jacobs (1961), Rapoport (1975) y Lynch (1960), plantearon diferentes interpretaciones y consideraciones sobre la definición de densidades. Jacobs (1961) señalaba que una densidad es alta, media o baja según su capacidad de generar diversidad, exponiendo que una respuesta numérica tiene menos significado que una respuesta funcional. Unos años más tarde, Rapoport discute sobre la densidad urbana como una experiencia percibida, no es lo mismo una determinada densidad para una persona acostumbrada a vivir en la ciudad que para otra que ha vivido en el campo (Rapoport, 1975). Desde su perspectiva, Lynch exponía que el planificador debe estar al tanto de las diferencias que sugieren las densidades propuestas y familiarizarse con los resultados concretos de los diferentes números abstractos (Lynch, 1960).

Desde este análisis, se extrae que la densidad ha sido sujeto de crítica como un dato meramente estadístico, poniendo en cuestión su utilidad en el diseño de las ciudades, mostrándose como un instrumento amplio que no refleja las características espaciales del tejido urbano. Varios estudios han buscado evidenciar esta aparente falta de relación entre la densidad, la forma urbana y las tipologías de edificación (Berghauser y Haupt, 2009).

### **3.3.1.- La compleja relación entre densidad residencial y morfología urbana**

La preocupación por la densidad de la ciudad o de un barrio en particular no se puede restringir a cuantificar la cantidad de habitantes o viviendas por hectárea, el tema es más complejo, se debe entender que hay detrás de esos números y cuáles son las implicancias espaciales que producen.

Es importante también considerar como elemento fundamental de análisis la escala de barrio. Esta es una escala menor, donde la edificación y su tipología juegan un papel protagónico, siendo relevante su materialidad, su disposición hacia el espacio urbano, su altura, el distanciamiento entre un elemento y otro, etc. Autores preocupados de la densidad como elemento de diseño de la ciudad y de su sostenibilidad, manifiestan la importancia de la relación numérica con la espacialidad que generan: “solo cuando la densidad es entendida en tanto que combinación de factores como intensidad, compacidad, altura y espacialidad podemos emplearla correctamente para diferenciar tejidos urbanos, comprender sus características y establecer orientaciones para el planeamiento futuro” (Fernández Per y Mozas, 2004, pág. 18).

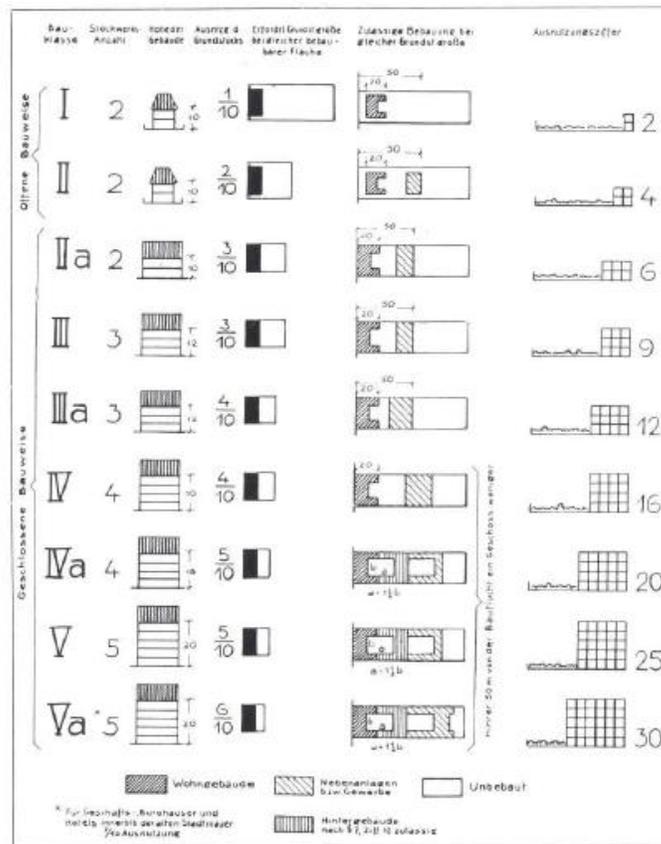


FIGURA 3. DENSIDADES URBANAS. FUENTE: BERGHAUSER Y HAUPT, 2009

La reflexión sobre integrar las variables cuantitativas con las cualitativas que propone la forma urbana se ha manifestado desde mediados del siglo XIX, dentro de esta posición, destaca Lynch (1960) quien sostuvo que no se podía confiar solo en los indicadores cuantitativos para definir la ciudad, apelando a que la definición de ciudad se constituye también a través de la experiencia de los lugares, la cual incluso va más allá de la percepción que nos inducen los sentidos. El mismo autor, años más tarde (1981), pone en valor la densidad como una componente relevante en la construcción de una teoría normativa para el diseño urbano. Le otorga el poder de relacionar la urbanidad con la forma urbana incorporando los valores humanos y el espacio físico de la ciudad.

Luego, ya entrados en el siglo XX, se desata un interés mayor por visualizar la densidad residencial y su estrecha relación con las tipologías edificatorias. Se analiza desde la perspectiva de la descripción de fenómenos y también desde el ámbito prescriptivo, como metodología de diseño y proyección del crecimiento de la ciudad, de esta manera se generan diversas investigaciones exploratorias y manuales de diseño que proponen densidades para diferentes morfologías urbanas. Algunos de estos trabajos son los de Campoli y Mac Lean (2009) y Campoli (2012); el de Declève *et al.* (2009) y Berghauser Pont y Haupt (2009).

Cada uno de estos trabajos plantea una aproximación metodológica interesante y relevante de estudiar para el planteamiento de esta tesis por su especial interés por vincular densidad y forma urbana.

El manual diseñado por Campoli & McLean (2009) tiene el objetivo de ser una herramienta que permite esclarecer las implicancias de la densidad para los planificadores y diseñadores urbanos, mostrando que las altas densidades pueden ser utilizadas para nutrir el diseño de la ciudad.

Con el tiempo la visión de Campoli evoluciona hacia el atributo deseado de la peatonalización en las ciudades y como esta se asocia a las densidades. El autor ve la densificación residencial como un atributo del medio construido que permite sustituir, o por lo menos ser una alternativa, al uso del automóvil requerido por la expansión de la ciudad en baja densidad. De esta manera, argumenta que la forma urbana es determinante para la peatonalidad y bajo este parámetro, analiza ciertas características asociadas: conectividad, tejido urbano, densidad poblacional y residencial, servicios, diseño de la calle y redes de vegetación. (Campoli, 2012)

Por su parte, Berghauser Pont & Haupt (2009), destacan la importancia de la cantidad y calidad del espacio urbano, buscando la relación lógica entre densidad edificada y las características espaciales del tejido urbano. Consideran en el análisis la imagen visual del territorio e indicadores tales como cantidad, superficie y propiedades de composición como la constructibilidad y la ocupación de suelo, además, adicionan un componente, que esta investigación destaca como importante para dar sustento viable a las propuestas teórico-prácticas que se plantean, los valores económicos del tejido urbano.

Considerando como punto de partida estos estudios, el vínculo entre densidad y morfología urbana pareciera ser estrecho y, por tanto, de esta relación surge la variable que revisará esta tesis: acceso solar desde la perspectiva de la forma urbana. San Miguel se convierte en un caso interesante de estudio por estar en proceso de densificación y por los cambios morfológicos que ha sufrido a raíz del aumento de las edificaciones en altura.

Desde el planteamiento general revisado, la ciudad compacta se asocia con un aumento de densidad como condicionante necesaria para la eficiencia en la utilización de recursos no renovables como el suelo y algunos combustibles, y como un reductor de externalidades negativas como congestión y contaminación ambiental.

Luego, el recorrido presentado nos permite decir que si bien, no hay un consenso respecto a una densidad óptima y que esta puede variar según diversos contextos, queda claro y se hace evidente que la densidad está relacionada con condicionantes de habitabilidad urbana, específicamente, la importancia de la disponibilidad de luz y sol en los espacios públicos, lo que la hace ser una variable incidente en la conformación y transformación de la ciudad.

### **3.3.2.- Morfología urbana, densificación en altura y acceso solar**

Se entiende y se comparte que la ciudad compacta al aumentar su densidad y generar compacidad disminuye las necesidades de traslado, y, por ende, la contaminación ambiental y la congestión. Sin embargo, se plantea que una densificación elevada también puede conllevar problemas y que estos, considerando que la edificación es parte del mayor contaminante de la ciudad, puede llevar a peores consecuencias.

Una densidad de edificación elevada puede perjudicar la integración y el aprovechamiento de recursos naturales. Los volúmenes construidos funcionan básicamente como obstáculos físicos que pueden dificultar, por ejemplo, la circulación del aire y entonces la ventilación natural en los espacios exteriores e interiores y, sobre todo, obstaculizar la penetración de la radiación solar. De hecho, las sombras arrojadas pueden limitar sensiblemente las ganancias potenciales por parte de la envolvente de los edificios y de los espacios públicos y, por consiguiente, reducir las posibilidades efectivas de aprovechamiento solar.

Cuando hablamos de calidad de los espacios públicos, se considera entre otras variables, el confort térmico que nos permite permanecer cómodamente mayor tiempo en ellos, desde aquí que la relación entre el tejido urbano, la densidad y la bioclimática toma importancia.

En los últimos años se ha investigado respecto a la relación directa que existe entre confort térmico en los espacios abiertos y las edificaciones circundantes. La

conformación del Layout urbano y su respectiva densidad genera cambios en las características de habitabilidad de los espacios urbanos y éstas, además, son fuertemente afectadas por las diferentes estaciones del año.

Ali-Toudert y Mayer (2006) plantea la relevancia de la relación entre la orientación de la calle en relación con las edificaciones y los diferentes periodos del año como parámetros a considerar en el diseño de un espacio público que otorgue confort a los peatones. Adicionalmente, la configuración espacial es importante, considerando tanto los elementos construidos como el tejido urbano que conforman, así como también la relación de la altura vertical y ancho horizontal de la calle, ya que produce efectos ambientales en los bloques urbanos con sus entornos exteriores (Montavon, 2010).

Anteriormente, Kaiser (1996) identificó grados de utilización del sol y los dividió en tres categorías: Uso individual, uso técnico y uso social. El primero, individual, lo atribuye mayormente a los espacios interiores, considerando aportes de luz natural y la calefacción pasiva de los edificios, contribuyendo al bienestar fisiológico y mental de las personas. El segundo, el uso técnico o activo, implica un proceso de conversión de la radiación solar en diferentes formas de energía, térmica y eléctrica. Y el tercero, y más relevante para la investigación, es el uso social, el cual hace referencia al soleamiento directo de los espacios públicos. Dando la posibilidad a los ciudadanos de disfrutar de espacios al aire libre agradables y soleados, sobre todo durante el invierno, puede mejorar mucho la calidad y el confort de un entorno urbano. Cheng (2010), agrega en la misma sintonía, que la temperatura del aire, la velocidad del viento y la intensidad de la radiación solar son factores influyentes en la determinación de la sensación térmica de las personas al aire libre.

La necesidad de asegurar determinados requisitos de asoleo requiere el planteamiento de estudios solares que se extiendan a la escala del tejido urbano, con el fin de evaluar la influencia mutua de las sombras arrojadas por los edificios.

Y, además, la relación contradictoria entre la intensidad edificatoria y el acceso de la radiación demuestra que el grado de eficiencia de un asentamiento no puede determinarse exclusivamente en términos de densidad. Implícitamente, el enfoque de tipo cuantitativo no tiene en consideración la capacidad potencial de un entorno urbano de aprovechar los aportes del sol, un aspecto que, en cambio, es determinante a efectos de mejorar la auto-suficiencia energética de un entorno edificado.

Finalmente, el tejido urbano es el ámbito de la planificación que junta las escalas del urbanismo y la de la arquitectura, brindándoles la capacidad de que, a través del diseño y la planificación, se puedan generar cambios, por tanto, representa la dimensión espacial que mejor se ajusta a la implementación de acciones concretas para conseguir espacios urbanos más eficientes y confortables.

Desde aquí, si se considera el tejido urbano como el campo de acción, el proyecto urbano es la herramienta operativa a través de la cual los urbanistas y los arquitectos pueden realmente actuar para optimizar el potencial solar. Por tanto, el proyecto urbano permite integrar los aspectos relativos a la composición y a la calidad de los espacios públicos y de los edificios con los temas que más tienen que ver con la programación funcional. Se trata de un proceso interactivo que se desarrolla en un nivel intermedio y funciona como un vínculo entre la planificación urbana y la arquitectura.

### **3.3.3.- Variables Morfológicas del tejido Urbano**

El tejido urbano se compone por diferentes variables morfológicas y de estas hay tres que se relacionan estrechamente con la densidad en su aspecto cualitativo, considerando la morfología para su descripción, la cobertura de sitio, la altura y la amplitud. (Berghauser *et al.*, 2009)

#### **Cobertura de sitio:**

La cobertura de sitio es la proporción entre el espacio disponible para construir y el espacio construido, en Chile sería el paralelo legislativo a la denominada ocupación de suelo. A lo largo del siglo XX en diferentes países fue utilizado el

concepto con algunas particularidades, por ejemplo, en Alemania, se aplicó la medida de cobertura para limitar los efectos negativos de patrones de construcción, convirtiéndose en 1925 en parte de la política oficial de planificación en la Ordenanza de Construcción de Berlín (Radberg, 1988). Sin embargo, ha habido otras posturas respecto a la cobertura de sitio, las que abogan para que esta sea alta. Jacobs (1961) proponía entre un 60 y 80% de uso del espacio disponible con el objetivo de aumentar la cantidad de personas en las calles y parques en la búsqueda de una ciudad más activa.

### **Altura y amplitud:**

La altura de los edificios y el ancho de las vías que los rodean son factores que están interrelacionados y debiesen estar condicionados. En Europa, desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX, ambas variables urbanas están reguladas a través de ordenanzas (Radberg, 1988). En 1902 en París, se estableció que edificaciones de siete pisos requerían de al menos 20 metros de ancho de calle. Y así otras regulaciones han propuesto proporciones entre altura y anchos, como en los países bajos, en 1878, Van Niftrik sostuvo que las calles deben ser entre 1 y 1,5 veces más anchas que la altura del edificio más alto de la cuadra. Más conocidos son los estudios de Gropius (1965), quien postuló la idea de que si los edificios crecían en altura era necesario proporcionar espacios abiertos sin disminuir el número de viviendas, por tanto, estableció una relación de densidad y morfología.

Density measure	year	use	norm
<b>Population density</b>			
Inhabitants per hectare	1899	Howard	< 75 inh/ha (district)
	1933	Le Corbusier	1,000 dw/ha
<b>Dwelling density</b>			
Dwellings per hectare	1909	Unwin	< 30 dw/ha (island)
	1934	Van Eesteren	55-110 dw/ha (fabrio)
	1961	Jacobs	> 200 dw/ha (island)
<b>Land use intensity</b>			
Ausnutzungsziffer=FSI*100	1923	Building Ordinance Berlin	20-300 (lot)
Land Index=1/FSI	1949	Central Service for Reconstruction and Public Housing	
Floor to Area Ratio (FAR)=FSI	1961	New York Zoning Resolution	maximum FAR (lot)
Floor Space Index (FSI)	2003	Structuurplan Amsterdam	minimal FSI (fabrio)
<b>Coverage</b>			
Coverage=GSI*100	1961	New York Zoning Resolution	maximum coverage (lot)
	1960	Cerdà	< 50% (lot)
	1923	Building Ordinance Berlin	0.10-0.80 (lot)
	1961	Jacobs	0.60-0.80 (island)
Ground Space Index (GSI)	2003	Structuurplan Amsterdam	minimal GSI (fabrio)
<b>Building height</b>			
Building height	1961	New York Zoning Resolution	maximum height
Amount of stories	1867	Rebuilding Law London	
	1980	Baumelster	< 4
	1902	Ordinance Paris	< 7 + attic
<b>Spaciousness</b>			
Weitraumigkeit=OSR	1928	Hoenig	> 1.0 (lot)
Open Space (Ratio)=OSR*100	1961	New York Zoning Resolution	minimal OSR (lot)

FIGURA 4. MEDIDAS DE DENSIDAD OCUPADAS A LOS LARGO DE LA HISTORIA. FUENTE: BERGHAUSER Y HAUPT, 2009

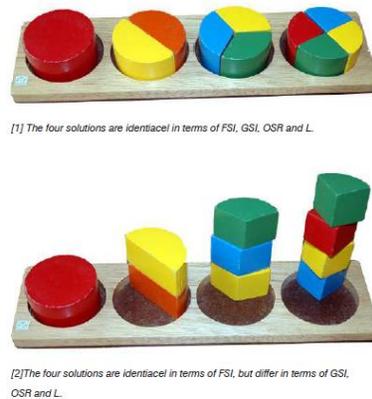


FIGURA 5. JUEGO INFANTIL PARA EVIDENCIAR LA DIFERENCIA ENTRE UNA MISMA DENSIDAD Y SU COBERTURA DE SITIO, ALTURA E INTENSIDAD. FUENTE: BERGHAUSER Y HAUPT, 2009

M. Berghauser Pont y P. Haupt (2009), desarrollaron una metodología de análisis de la densidad en relación con la intensidad edificatoria denominada *Space Matrix*. Los autores describen el *Spacematrix* como una expresión matemática y gráfica que considera diferentes principios de densidad y relaciona la intensidad edificatoria con los aspectos cualitativos más significativos del entorno físico urbano. Para ello consideran medidas reales del tejido urbano y las expresan en

parámetros que permiten describir las características formales principales. Los parámetros definidos al estar calculados en base a variables comunes resultan relacionados unos con los otros de forma matemática.

La metodología propuesta trabaja con dos tipos de indicadores. El primer indicador lo definen como variables iniciales y están relacionadas con el concepto densidad y ocupación de suelo y luego, en la segunda categoría, consideran variables derivadas, relacionadas con la forma y el tamaño del grano del tejido. El conjunto de indicadores y las expresiones matemáticas de cálculo definen la herramienta operativa denominada *Spacecalculator*.

Este método permite describir en forma sintética y detallada un tejido urbano y además relacionar la densidad en su dimensión cuantitativa (cantidad de personas u objetivos distribuidos en una superficie) con la dimensión cualitativa (la forma del tejido o, dicho de otra forma, la expresión formal de la densidad en el territorio).

#### **3.3.4.- Normativa Chilena y morfología urbana**

La normativa chilena a través de sus instrumentos de planificación, específicamente a través de los Planes Reguladores Comunales (PRC) condicionan la morfología urbana y establecen densidades de habitantes máximas por zonas. Estas superficies varían entre la denominada densidad bruta y neta.

La densidad bruta se define como el número de unidades por unidad de superficie, en que la superficie a considerar es la del predio en el que se emplaza el proyecto más la superficie exterior del mismo predio, considerada hasta el eje del espacio público adyacente en una franja de un ancho máximo de 30 m (OGUC, 2017).

Luego, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), define la densidad neta como el número de unidades por unidad de superficie, siendo ésta última la del predio en que se emplaza el proyecto, descontada, en su caso, la

parte afecta a declaración de utilidad pública establecida en el respectivo Instrumento de Planificación Territorial (OGUC, 2017).

Respecto a la morfología urbana, la normativa regula los anchos de las calles, los distanciamientos entre edificaciones y hacia el espacio público, la altura de los elementos construidos, el sistema de agrupamiento, las rasantes, la cantidad de superficie posible de construir por predio en primer piso y condiciona el volumen edificado. A continuación, se revisará con mayor detalle cada uno de estos parámetros y su relación con el acceso solar porque serán estos los que guiarán el análisis de caso presentado en la presente investigación con el objetivo de concluir aspectos posibles a considerar en los instrumentos de planificación chilenos (OGUC, 2017).

**-Sistema de agrupamiento:** Se diferencian tres, aislado, pareado y continuo. Cada uno de ellos se relaciona con las edificaciones contiguas de forma diferente influyendo distintamente en el acceso solar entre edificaciones y hacia el espacio urbano.

**-Coeficiente de ocupación de suelo:** Es la proporción entre el volumen edificado y la superficie predial, en variadas investigaciones corresponde al *coverage* o cobertura de sitio. Define los espacios libres de construcción, y en consecuencia de obstrucción solar.

**-Coeficiente de constructibilidad:** Corresponde a la intensidad de ocupación del predio, indica la cantidad de metros cuadrados posibles a construir en relación con la superficie predial. Por lo tanto, es un factor muy relevante en la determinación de la densidad.

**-Alturas de edificación:** Se restringen las alturas máximas con el objetivo de regular las sombras que produce una edificación. Complementario a la altura de edificación se regulan las rasantes.

**-Rasantes:** Se define como una recta teórica determinada por un ángulo propuesto en la normativa (en Chile se distinguen tres ángulos relacionados con la latitud) que determina el volumen posible de edificación. Este volumen será el que

finalmente posibilitará u obstaculizará el paso de la radiación solar y proporcionará sombras hacia el espacio urbano.

Cuando una edificación no cumple con el volumen teórico que determina la rasante, la normativa permite realizar un estudio de sombras con el que se demuestre que la sombra que proyecta el volumen propuesto del proyecto no supere la sombra que proyectaría el volumen teórico definido por los máximos permitidos en cuanto a distanciamientos, alturas, etc. Esta disposición en la actualidad no contempla las sombras sobre el espacio público (Cárdenas y Uribe, 2012).

**-Distanciamientos:** Refiere al espacio no construido entre los límites prediales y la edificación. Se distingue entre distanciamiento propiamente tal, utilizado para denominar el espacio con los deslindes vecinos y antejardín, referido al espacio entre el límite predial que colinda con el espacio público (la calle generalmente) denominada línea oficial y la edificación, denominada línea de edificación.

La normativa de distanciamiento presenta excepciones de adosamiento, en las que se permite bajo algunas restricciones que las edificaciones puedan estar emplazadas en el límite predial con los vecinos, no con el espacio público.

### **3.4.- Acceso Solar**

El concepto acceso solar en los espacios urbanos se enmarca en un enfoque de investigación más amplio, denominado por diferentes autores como urbanismo bioclimático. El urbanismo bioclimático tiene por objetivo mejorar los niveles de confort, tanto térmico como lumínico, de los habitantes de una ciudad, haciendo uso de los recursos naturales disponibles y minimizando el uso de energías no renovables.

Bajo esta lógica, el urbanismo bioclimático propone aprovechar al máximo los recursos naturales disponibles, preocupándose por un lado de disminuir la necesidad del uso de energías no renovables a través de sistemas activos de climatización, sosteniendo una preocupación por incorporar estrategias pasivas y además, por otro lado, es importante para dicha disciplina mitigar los efectos micro

climáticos producidos por las edificaciones hacia las ciudades, disminuyendo de esta manera las anomalías poco deseadas en los espacios públicos.

Siendo consecuente con el principio de la utilización de los recursos naturales, el urbanismo bioclimático dirige sus estrategias de diseño según las características propias de cada lugar, esto hace relevante las condiciones climáticas, el tipo de uso de los espacios, los grupos etarios que lo habitan y la morfología del tejido urbano. Al hacer referencia a estrategias de diseño bioclimático se debe entender que no existen estrategias de acondicionamiento natural rígidas y únicas, las mismas están directamente relacionadas con condiciones de cada lugar (Higuera, 2009).

En esta investigación se considerará particularmente la relación entre la composición del tejido urbano y la disponibilidad solar. El vínculo entre estos conceptos, como se ha dicho anteriormente, le da el carácter cualitativo a la densidad. Se ha estudiado y trabajado de diferentes maneras a lo largo de la historia la conformación del tejido urbano desde la relación con el sol. Los primeros asentamientos se emplazaban en forma más o menos intuitiva según las necesidades de soleamiento. Más tarde, bajo las teorías higienistas, el concepto se vuelve más racional y se propone la disposición de las edificaciones de tal manera que permitan asegurar niveles de salubridad. A mediados del siglo XX, gracias a nuevas tecnologías, se ha desarrollado la investigación en forma sistemática y más rigurosa.

Las investigaciones realizadas a la fecha han abordado la temática desde diferentes perspectivas, unas desde la teoría y la importancia del acceso solar como fuente de energía limpia mayormente relacionados con el acondicionamiento térmico dentro de las edificaciones, estudiada ampliamente desde el enfoque de la correlación negativa entre densidad y eficiencia energética de los edificios, algunos ejemplos son los estudios de Steemers (2003) y de Strømman- Andersen y Sattrup (2011). Y otras, un poco más escasas, desde la

perspectiva del confort térmico y lumínico en los espacios abiertos, estudiado por Ali-Toudert and Mayer (2006).

Los estudios sobre disponibilidad solar están en su mayoría relacionados con la incidencia de la radiación solar en edificios, más que en desarrollo urbano. Esto principalmente porque el estudio urbano presenta mayores complejidades computacionales. Debido a esto, es que muchos de los trabajos que involucran estudios urbanos lo hacen en forma colaborativa con estudios sobre envolventes de edificios.

A la fecha, las metodologías utilizadas trabajan mayormente con modelos urbanos en base a levantamientos 3D computarizados, sin embargo, en el último tiempo, ha aumentado la cantidad de estudios con formas urbanas reales. Algunos recientes fueron realizados en Londres y en Maceió, Brasil. Ambos ligados principalmente a temáticas de aprovechamiento de la energía solar para edificaciones (Chatzipoulka *et al.*, 2016).

### **3.5 Relación morfología urbana y acceso solar**

La línea de investigación sobre microclimas urbanos relacionado con parámetros de confort para establecer estrategias de diseño tanto de edificaciones como espacios urbanos ha sido abordada desde la utilización de diferentes conceptos. La morfología urbana tiene una influencia significativa en el microclima de las ciudades, y numerosos estudios han intentado revelar la relación entre la morfología urbana y la condición térmica exterior. Muchos de estos estudios han concluido que la orientación de la trama, la relación entre la altura y la anchura ( $H/W$ ), estudiada también bajo el concepto de cañón urbano y el factor de visión del cielo (SVF) se encuentran entre los parámetros morfológicos urbanos de mayor incidencia (Zeng *et al.*, 2018).

Como antecedente, se revisará el alcance conceptual de confort térmico. El confort térmico se puede estudiar desde tres enfoques: el psicológico, el termofisiológico y el basado en el equilibrio del cuerpo humano. Los modelos teóricos que buscan niveles de confort térmico se distancian del confort térmico real porque no son capaces de considerar que las personas se adaptan progresiva y paulatinamente al ambiente y que los factores psicológicos alteran significativamente la percepción en los espacios abiertos (Serra y Coch, 1995)

Diferentes investigaciones abordan temáticas de confort térmico urbano asociada a diversos fenómenos como las conocidas islas de calor o, por ejemplo, la importancia de la incidencia del cañón urbano sobre el confort térmico planteada por Ali-Toudert y Mayer, (2006), que termina concluyendo que el factor térmico exterior está influido tanto por el clima como por factores humanos. Este estudio determina que la radiación y la temperatura del aire son los factores que más influyen en el confort térmico.

### **3.5.1 Variables morfológicas incidentes**

Los avances en la materia han reconocido ciertas tipologías urbanas que inciden en la disponibilidad de radiación solar entre edificaciones y hacia los espacios urbanos, a continuación, se revisarán algunas relevantes.

Un edificio producirá una sombra sobre el enfrentado con él en la calle. La relación entre la altura edificatoria, la anchura de la calle y la orientación de la calle puede hacer imposible su soleamiento en las épocas más desfavorables del año (Higueras, 2009)

### **3.5.2 Cañón Urbano**

El método de cañón urbano permite medir y determinar la influencia de las obstrucciones en relación con la radiación directa y a la porción de cielo visible a través de la relación geométrica de los elementos considerando la altura de las edificaciones y el ancho de la calle. Se trata de un esquema en dos dimensiones

que considera como supuesto para el análisis un desarrollo longitudinal de la sección teóricamente infinita, por tanto, es un modelo abstracto que simplifica la forma urbana. Este método ha sido aplicado ampliamente para estudiar el acceso solar en las calles y en las fachadas.

J. Stromann-Andersenn y P.A. Sattrup (2011) investigaron la relación entre la densidad urbana y el uso de la energía en edificaciones, abordando el concepto de cañón urbano para investigar las formas en las que el consumo energético de los edificios de “baja energía” en el norte de Europa se ve afectado por los factores del contexto urbano. Ellos concluyen que la geometría de los cañones urbanos tiene un impacto en el consumo total de energía en un rango que va entre el 30 y el 19%. Por tanto, en la búsqueda de la optimización del uso de la energía, el diseño de edificios en conjunto con la morfología del lugar juega un papel importante.

### **3.5.3 La orientación de la trama**

La trama urbana entendida como el ordenamiento en dos dimensiones del territorio de una ciudad ha sido objeto de análisis y estudio desde el comienzo de la creación de las ciudades. Cobra gran importancia desde su papel fundamental en el ordenamiento del territorio a través de la conformación de sus vías de tránsito. Sin embargo, estudios de la orientación de la trama en relación con el acceso solar en forma consciente y sistemática tuvieron sus inicios a fines del siglo XIX como consecuencia de los efectos de salud que produjo en la población la ciudad industrial. Estas primeras preocupaciones estaban asociadas a la captación de horas de sol en las fachadas de los edificios.

Con el tiempo se han desarrollado diferentes teorías respecto a la mejor orientación de la trama urbana para alcanzar mayores horas de asoleo en las edificaciones, una reconocida teoría es la utilizada por Le Corbusier, quien recogió estudios anteriores, basados en la temperatura del aire y el flujo solar. Con ello, se determinó un valor helio térmico como una unidad de medida útil para evaluar la sensación térmica real determinada por estos factores.

La incorporación de la importancia de la orientación de la trama en relación con la calidad de los espacios públicos por disponibilidad solar se incorpora a la discusión años más tarde, cuando Knowles (1981) en base a los estudios previos de Gropius dedujo que un tejido inclinado  $45^\circ$  respecto a los puntos cardinales permitiría a un volumen edificado un reparto más homogéneo de la radiación solar en las fachadas de los edificios y en las calles.

Actualmente no hay una teoría definitiva que responda a cuál es la orientación óptima, sin embargo, distintos análisis coinciden en la importancia de las particularidades del lugar para definir sus requerimientos solares y por tanto la mejor orientación de su trama urbana. Además, los estudios coinciden también en la necesidad de estudiar y definir la dirección de la trama y de los edificios en conjunto con las características del entorno en relación con las obstrucciones solares. Esta última conexión de variables entre edificación, trama urbana y obstrucciones del entorno ha sido menos explorada y esta tesis intenta recogerla considerando que se trabajará en un entorno construido donde la trama urbana propiamente tal no puede ser modificada, sin embargo sí se puede trabajar sobre las edificaciones y las obstrucciones.

#### **3.5.4 Espacio urbano, vías de circulación**

En el planteamiento de la investigación se ha mencionado la importancia de disponer de sol en los espacios urbanos circundantes a las edificaciones en invierno. Estos espacios urbanos a los que se hace referencia, son los componentes de las vías de circulación. Espacios que reúnen las calles, las aceras, los cruces y en general todo tipo de conexión y relación entre los bloques. En términos geométricos urbanos, las vías de circulación son el componente del tejido urbano que considera las superficies horizontales ubicadas en la cota a nivel de terreno, nivel cero.

Se ha demostrado que los descriptores morfológicos del tejido urbano que afectan el potencial de captación solar de las vías o espacio urbano son básicamente los mismos que afectan a las fachadas, para ambos casos son entonces; la orientación de la trama, la proporción del cañón urbano y la irregularidad vertical de los elementos construidos (Chatzipoulka *et al.*, 2016). Y para ello, los parámetros solares representativos son el factor de cielo y el número de horas de soleamiento.

### **3.6.- Clima de Santiago**

El clima de Santiago es mediterráneo con estación seca prolongada. Sus estaciones son marcadas, siendo reconocidas cuatro épocas climáticas, sin embargo, se destaca por tener un verano seco y caluroso, en contraste con un invierno frío y húmedo. Los meses de confort higrotérmico son marzo-abril y septiembre-octubre, correspondientes a los meses de equinoccio.

La amplitud térmica anual es de 27° C, considerando una mínima promedio de 2°C y una máxima de promedio de 29°C. La amplitud estacional en invierno alcanza los 12°C, aumentando paulatinamente hacia el verano, con 17°C (Cárdenas e Higuera, 2015).

Solo un 15% de las horas del año se encuentran en condiciones de confort, por lo que se requieren estrategias de calefacción en invierno y enfriamiento en verano. Presenta cielos cubiertos en los meses de invierno y cielos claros en verano, esta característica es coincidente con la disponibilidad de radiación solar, siendo muy alta en verano 900 Wh/m<sup>2</sup> y baja en invierno; llegando a 1/3 el promedio diario de radiación normal directa.

### **3.7 Indicadores de medición: Factor de cielo visible y horas de soleamiento**

El factor de cielo visible, reconocido por su sigla en inglés como SVF (*Sky View Factor*), se refiere a la porción de la radiación que recibe una superficie plana con respecto a la radiación emitida por todo el entorno hemisférico. La radiación recibida se mide a través de índices de obstrucción del cielo, la representación usual utilizada es con valores entre 0 y 1, donde 0 indica que el cielo está completamente obstruido y 1 que no hay obstrucciones.

El SVF es un parámetro muy ampliamente utilizado para estudiar el efecto de la isla de calor urbano, el balance energético urbano y la temperatura de la superficie urbana. El control del SVF puede evitar altas temperaturas en los cañones de calles urbanas.

Las mediciones realizadas que han ocupado como eje central al SVF han llegado a diferentes conclusiones, una de ellas es la correlación lineal negativa entre la intensidad máxima de la isla de calor y el SVF. Otra, reportó una relación bastante fuerte entre la temperatura del aire en la calle durante la noche y el SVF (Zeng *et al.*, 2018).

La necesidad de sol depende del clima de cada lugar. En sitios relativamente fríos, se considera necesario tener al menos cuatro horas de sol durante las horas centrales del día, en la situación más desfavorable (el solsticio de invierno). A las 12,00 horas es cuando se produce la máxima altura solar, por lo que se considera suficiente tener la fachada soleada al menos desde las 10,00 hasta las 14,00 horas. Así queda garantizada el 75% de la radiación solar posible (Hernández, 2013)

### **3.8.- Contexto económico incidente en la morfología del tejido urbano**

Plantear el problema de la relación entre la densificación homogénea en altura con el tejido urbano y directamente con el acceso solar en los espacios públicos

no es del todo aplicable a la realidad sino se complementa con el estudio y análisis del proceso de desarrollo inmobiliario que ha condicionado la forma de la regeneración urbana en las comunas centrales y peri-centrales de la ciudad Santiago.

Desde aquí, un componente de este estudio en términos conceptuales es entender el auge inmobiliario desarrollado en las últimas décadas tanto en Santiago como en otras ciudades Latinoamericanas. David Harvey (1985), facilita la tarea al respecto. La conceptualización que realiza respecto a la relación entre las crisis recurrentes del sistema capitalista y “la urbanización del capital”, sigue siendo atinente y vigente.

La teoría de Harvey busca explicar "la conexión entre la dinámica temporal de la acumulación de capital y la producción de nuevas configuraciones espaciales" lo que explica que, en tiempos de acumulación desacelerada en el primer circuito del capital, o sea, en la producción (industrial) de mercancías, que se manifiesta en la caída de las tasas de ganancia, el capital está desplazado hacia un segundo circuito, el del capital fijo. En este contexto destacan las inversiones en el entorno construido como un proceso en que el capitalismo "crea un paisaje físico de carreteras, viviendas, fábricas, escuelas, tiendas, etcétera, en su propia imagen" (Harvey, 1985).

En términos más simples, las inversiones inmobiliarias surgen en momentos de crisis económicas, donde el retorno de inversión en otros rubros se ralentiza y la inversión inmobiliaria se convierte en una buena opción para la rápida acumulación del capital. Esta situación, lleva a la sobreacumulación de capital conocida como Fordismo, provocando que los grandes centros urbanos de la globalización dejen de lado la industrialización y se enfoquen en la llamada Financiarización, una fusión de los mercados financieros e inmobiliarios (Arrighi, 1994). De esta manera, la vivienda deja de ser construida como un bien básico para suplir la necesidad simple de tener un techo para resguardarse, y se sumerge en un sistema más complejo dentro de la economía de la ciudad. Una unidad de vivienda dentro de un conjunto mayor es un sistema de inversión muy rentable, lo

que termina desdibujando la distinción entre el financiamiento del desarrollo inmobiliario, la propiedad de bienes raíces como una inversión y la ocupación de la propiedad.

Lopez-Morales (2013), ahonda en la descripción de este fenómeno en ciudades chilenas y particularmente en Santiago. El autor desarrolla específicamente la temática en relación con la gentrificación desencadenada por este particular desarrollo inmobiliario en las zonas centrales y peri-centrales de la ciudad, buscando evidenciar y analizar los incrementos de renta potencial monopólicamente capturada por inmobiliarias (RCS-2), paralelamente a los procesos de disminución de la renta de suelo capturada por la sociedad (RCS-1). Y concluye que el coeficiente de constructibilidad permitido por la normativa es determinante en el proceso, mientras mayor es su valor, la renta potencial es capturable por un número menor de actores con capital y acceso a financiamiento o créditos, capacidad de acumular suficiente suelo para desarrollar proyectos, y capacidad tecnológica avanzada de construcción y cumplimiento de las complejas normas legales y comerciales de edificación.

Esta pequeña revisión desde la perspectiva económica del proceso de densificación imperante hoy da luces para comprender el fenómeno desde una esfera más global que es necesario considerar a la hora de determinar regulaciones normativas para asegurar el asoleamiento en las zonas densificadas.

#### 4.- REVISIÓN DE ANTECEDENTES

En la ciudad de Santiago, el proceso de densificación de las zonas centrales comienza en las comunas de clase media-alta ubicadas desde el centro fundacional hacia el oriente de la ciudad. Providencia inicia su proceso de densificación con predominio de uso residencial y luego, incorpora una densificación multifuncional. Continúan el proceso las comunas de Las Condes y Vitacura con densificación multifuncional a lo largo del eje Providencia – Apoquindo – Las Condes y residencial hacia los barrios adyacentes (Greene y Soler, 2004).

Durante los años 90, el proceso se extiende hacia otras comunas. La comuna de Santiago vive un proceso intenso de densificación, impulsado por políticas de la administración municipal del momento, para repoblar el centro fundacional de la ciudad.

Por otro lado, en la misma época, la densificación residencial se extiende hacia otros suburbios, esta vez, de clase media, comunas como San Miguel, Ñuñoa y La Cisterna son fuertemente afectadas por el proceso (Herrmann y Klaveren, 2013).

Específicamente en el centro y peri-centro de la ciudad de Santiago desde la década del 2000 se experimenta un boom inmobiliario que significó un crecimiento superior al 80% en el número de viviendas (MINVU, 2015), gracias a la proliferación de edificios de gran altura y densidad (ver figura 6).

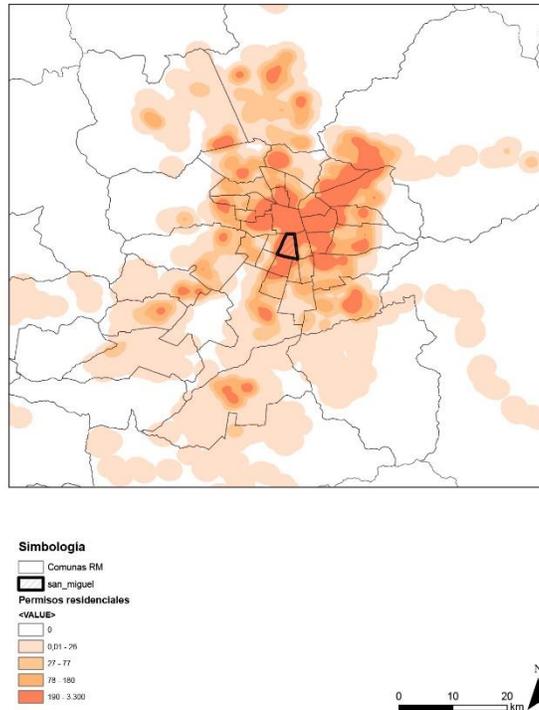


FIGURA 6. PERMISOS DE EDIFICACIÓN EN LA REGIÓN METROPOLITANA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE.

El análisis comunal que se observa en la siguiente tabla, permite examinar con mayor detalle el dinamismo de densificación en el centro y peri-centro de Santiago. La tabla 2, muestra en términos porcentuales y absolutos las viviendas permitidas en cada comuna en los últimos 5 años. Las comunas peri-centrales que destacan por sobre el promedio de crecimiento en el período mencionado son: Estación Central (11,2%), Independencia (11,1%) y San Miguel (6,4%).

Comuna	Tasa Crecimiento anual*						Número de viviendas permitidas					
	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio	2011	2012	2013	2014	2015	Promedio
<b>Cerrillos</b>	1,2%	5,6%	0,0%	2,4%	4,8%	<b>2,8%</b>	262	1.290	6	589	1204	<b>670</b>
<b>Estación Central</b>	3,5%	6,8%	5,3%	18,0%	22,4%	<b>11,2%</b>	1.281	2.610	2.182	7.765	11.380	<b>5.044</b>
<b>Independencia</b>	3,2%	12,3%	10,3%	14,5%	15,3%	<b>11,1%</b>	726	2.905	2.728	4.258	5.130	<b>3.149</b>
<b>Macul</b>	0,6%	1,6%	0,6%	7,0%	3,5%	<b>2,7%</b>	230	564	225	2.570	1.377	<b>993</b>
<b>Nuñoa</b>	3,5%	3,3%	4,3%	3,6%	7,3%	<b>4,4%</b>	2.673	2.584	3.485	3.063	6.362	<b>3.633</b>
<b>Pedro Aguirre Cerda</b>	0,2%	0,3%	0,2%	0,7%	0,1%	<b>0,3%</b>	44	78	43	196	39	<b>80</b>
<b>Quinta Normal</b>	5,6%	0,7%	4,9%	0,9%	11,8%	<b>4,8%</b>	1.813	240	1.705	327	4.344	<b>1.686</b>
<b>Recoleta</b>	0,5%	0,4%	0,0%	0,6%	1,1%	<b>0,5%</b>	237	178	10	252	480	<b>231</b>
<b>San Joaquín</b>	1,4%	0,0%	1,7%	0,1%	5,0%	<b>1,6%</b>	365	11	427	21	1.308	<b>426</b>
<b>San Miguel</b>	1,7%	3,2%	4,1%	10,8%	12,1%	<b>6,4%</b>	581	1.080	1.435	3.958	4.936	<b>2.398</b>
<b>Santiago</b>	4,0%	1,7%	4,3%	6,5%	2,5%	<b>3,8%</b>	6.242	2.747	7.171	11.208	4.579	<b>6.389</b>

Fuente: Elaboración propia en base a datos Observatorio Habitacional (MINVU, 2015).

(\*) Tasa de crecimiento: porcentaje de viviendas nuevas respecto del acumulado al año anterior.

TABLA 2. PERMISOS DE VIVIENDA EN EL CENTRO Y PERI-CENTRO DE SANTIAGO. FUENTE: OROZCO EN BASE A DATOS OBSERVATORIO HABITACIONAL (MINVU, 2015)

(\*) Tasa de crecimiento: porcentaje de viviendas nuevas respecto del acumulado al año anterior.

#### 4.1.- Comuna de San Miguel: Densificación de altura homogénea

San Miguel, por su condición peri-central es un caso interesante de estudio, cumple con las características de ser un lugar que ha aumentado su densidad gracias a características como su centralidad y conectividad que la hacen accesible a importantes servicios a nivel Metropolitano.

El cambio de la norma el año 2005 modificó zonas de uso industrial dándole mayor importancia al uso residencial, lo que permitió la llegada de nuevos edificios en altura, concentrados en vías como Chiloé y Alcalde Alarcón (ver figura 7).

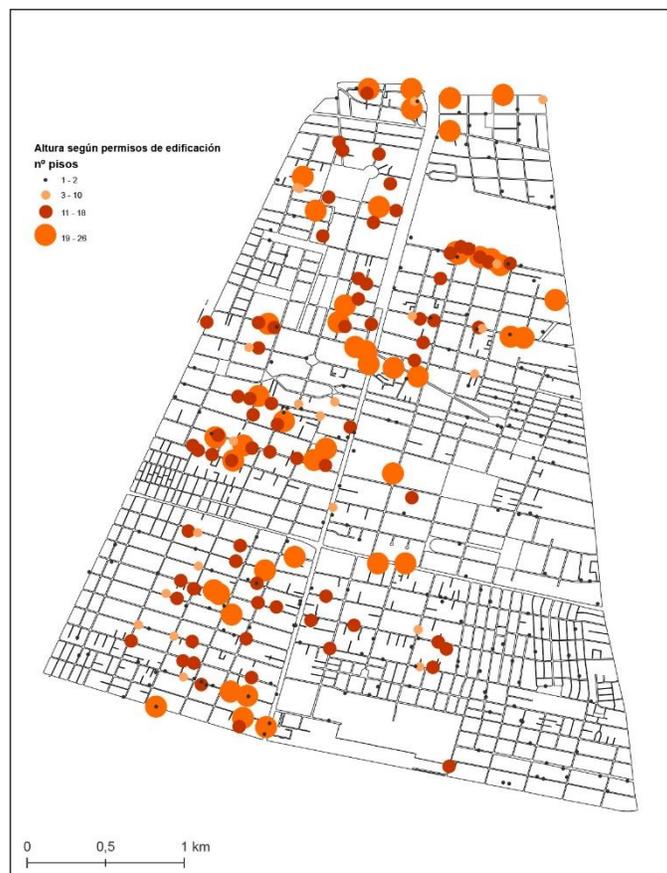


FIGURA 7. PERMISOS DE EDIFICACIÓN EN LA COMUNA DE SAN MIGUEL.  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE

Esta modificación en el tejido urbano de la comuna se ha desarrollado en paralelo con un cambio demográfico importante. San Miguel pasó de ser una comuna con una pirámide con tendencia de envejecimiento poblacional a tener predominio de población entre 25 y 35 años.

La comuna Peri-central de San Miguel, ha experimentado un acelerado proceso de crecimiento poblacional durante las últimas décadas a partir del año 2002, esto se hace evidente al consultar la variación intercensal de la comuna (ver figura 8), que da cuenta cómo en el período de 10 años (2002-2012), se registra un aumento de un 16.7%, mientras que en el período 2012-2017, se aprecia un incremento de un 18.8% considerando que este último registro corresponde a los últimos 5 años.



FIGURA 8. VARIACIÓN INTERCENSAL DE POBLACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE.

Este aspecto se manifiesta en forma más significativa respecto al incremento de viviendas (ver figura 9), donde el antecedente de los últimos 5 años (2012-2017), muestra un crecimiento de 33,5 %. Las tipologías de vivienda, muestran que las unidades de departamento han aumentado en un 389 %, durante la última variación intercensal.

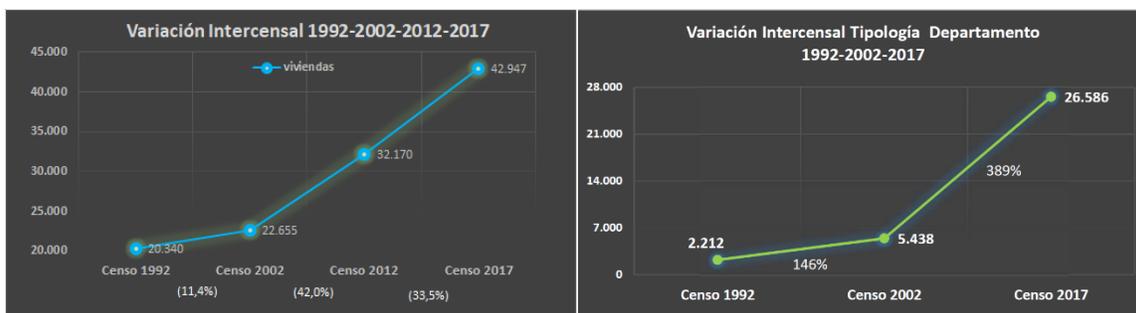


FIGURA 9. VARIACIÓN INTERCENSAL DE POBLACIÓN Y TIPOLOGÍA DEPARTAMENTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE

Fuente	Unidad	Nº de proyectos	Precio promedio de cada depto. (UF)	Sup. promedio de deptos. (m <sup>2</sup> )	Precio/Sup. (UF/m <sup>2</sup> )
<b>Catastro de precios 2000-2012 (López-Morales, 2015a)</b>	Barrios pericentrales (Santa Isabel, Irarrázaval, Recoleta, Independencia, Barrio Yungay y Macul)	177	1725	54,6	30,93
	Alameda	10	1954	43,94	45,59
<b>Catastro propio de precios Diciembre 2015</b>	Plaza Chacabuco	7	2206	47,10	48,95
	Barros Luco	7	2626	58,81	46,16
	Beauchef	3	2591	45,85	56,77
	<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>2344</b>	<b>48,9</b>	<b>49,37</b>

Fuente: (López-Morales, 2015a) y catastro propio de precios de vivienda nueva Diciembre 2015.

TABLA 3. PRECIOS Y SUPERFICIES PROMEDIO DE VIVIENDA NUEVA EN ALTURA EN BARRIOS PERICENTRALES DE SANTIAGO. FUENTE: LÓPEZ-MORALES, 2015 A Y OROZCO, 2017

En la Tabla 3 se observa que el tamaño de la vivienda nueva en la comuna tiene un promedio de 58 m<sup>2</sup> (Barrio Barros Luco), con una disminución del tamaño promedio de los 118,84m<sup>2</sup> a 62,28m<sup>2</sup> a nivel de comuna (Orozco, 2017). Estos cambios también han implicado una modificación en la estructura etárea de la población. La comparación intercensal (ver figura 8), indica una disminución de grupos de niños (de 19.9% a 16.6%) y jóvenes (de 23.7% a 22.7%). Aumento de grupos de población activa (39.5% a 43.3%) y adultos mayores (16.9% a 17.4%).

No obstante, al comparar San Miguel con la RM (Censo 2017), en la comuna, los grupos de jóvenes y adultos están sobre el promedio regional. Lo que implica una tendencia sobre una población joven y productiva.

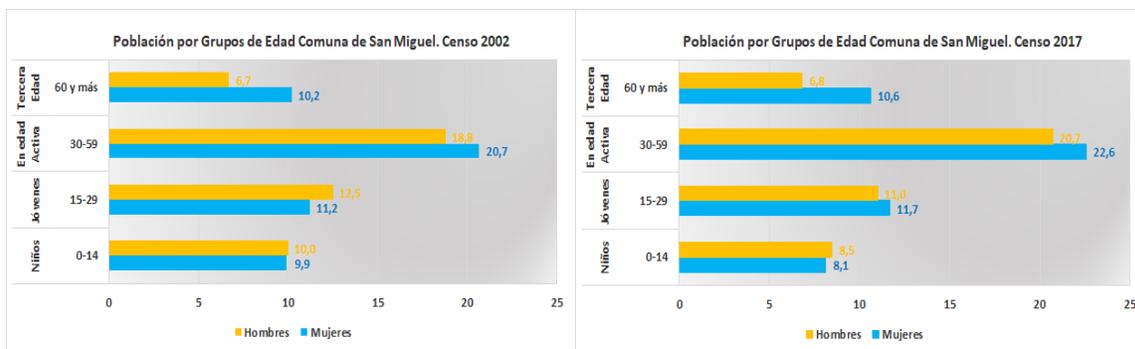


FIGURA 10. COMPOSICIÓN ETARIA SAN MIGUEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A CENSO 2002 Y CENSO 2017 (INE, 2018)

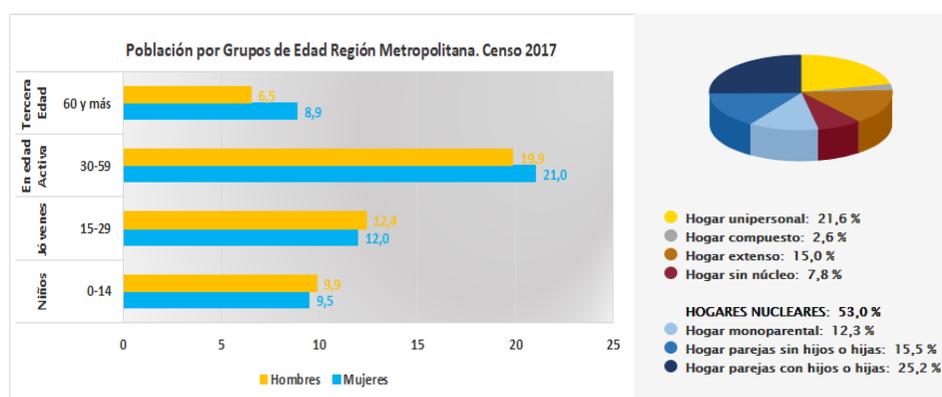


FIGURA 11. COMPOSICIÓN ETARIA Y DE HOGARES EN REGIÓN METROPOLITANA EN BASE A DATOS CENSO 2017 (INE, 2018).

Estos cambios también han afectado la composición de los hogares (ver figura 11), donde según los datos del Censo 2017, San Miguel presenta mayoritariamente una tipología de hogar Unipersonal con un 21.6%. Por otra parte, se reconoce en relación a los hogares nucleares, representativos del 53% del total, un 27.8% de hogares con parejas sin hijos o monoparentales.

El año 2016 se modifica el Plan Regulador de San Miguel, la modificación del PRC del año 2016 consistió principalmente en normar la densidad y modificar la altura de edificación en diferentes zonas destinadas a vivienda y uso mixto, con el objetivo de dar solución a externalidades negativas generadas por las edificaciones en altura.

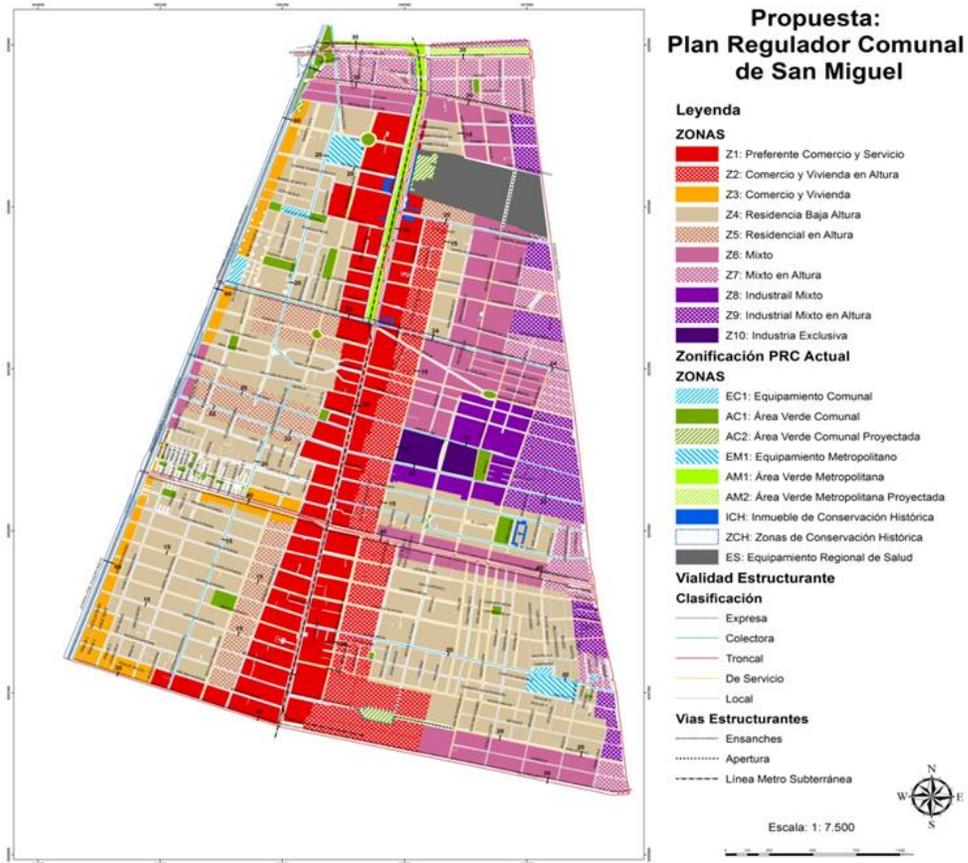


FIGURA 12. PLAN REGULADOR COMUNAL DE SAN MIGUEL. FUENTE: ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL, 2018

## 5.- DESARROLLO Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La investigación propone cruzar dos variables relevantes en el proceso de regeneración urbana, la morfología del tejido y su impacto en el acceso solar entre edificaciones y hacia el espacio público, con el objetivo de contribuir con evidencia para la conformación de tipologías de densificación adecuadas a las necesidades de crecimiento de la ciudad, pero que respondan también, a un modelo más sostenible en relación con el aprovechamiento de las energías pasivas.

Un primer análisis necesario, es observar en forma georreferenciada, las densidades de la comuna de San Miguel, para analizar la correlación entre la densidad poblacional y la densidad de vivienda, ya que esto dará los primeros indicios de la relevancia del proceso de densificación en altura que ha vivido la comuna durante los últimos años.

### 5.1.1 Análisis de las densidades en San Miguel

Para visualizar las densidades tanto de población como de vivienda que tiene la comuna de San Miguel se utilizan datos del Censo 2017 y se georreferencian a través del software ArcMap 10.5.



FIGURA 13. DENSIDAD DE POBLACIÓN Y DE VIVIENDA EN COMUNA DE SAN MIGUEL.  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS INE, 2018.

Los mapas de densidades mostrados en la figura 13 dan cuenta de una relación entre la densidad de población y de vivienda en la comuna, con lo que se demuestra que, tanto las viviendas unifamiliares, como las edificaciones en altura se encuentran habitadas. Para el estudio, esta comparación es relevante al momento de escoger con que indicador trabajar, porque el primero de ellos, la densidad de población, es el utilizado por el PRC de la comuna y el segundo, se relaciona de mejor manera con la composición teórica de la morfología urbana, que es una de las variables que condicionan el estudio. Dado el resultado del análisis comparativo presentado, se determina continuar trabajando con la densidad de vivienda por la razón recientemente expuesta.

### **5.1.2 Análisis de las densidades y permisos de edificación entre 2010 y 2017**

Una particularidad de este estudio, que lo diferencia de otros como el de (Gómez y Mesa (2017), que también busca determinar la incidencia de la morfología urbana sobre el acceso solar en los espacios urbanos, es que se sitúa en una zona en proceso de regeneración urbana, a través de un modelo tipológico de densificación en altura. Por este motivo, es necesario definir las manzanas de estudio considerando las dinámicas inmobiliarias de los últimos años.

Para cumplir con el objetivo expuesto en el párrafo anterior, se realiza un levantamiento de los permisos de edificación otorgados durante los últimos siete años, que van desde el período 2010 – 2017 clasificados según la cantidad de pisos construidos (figura 14).

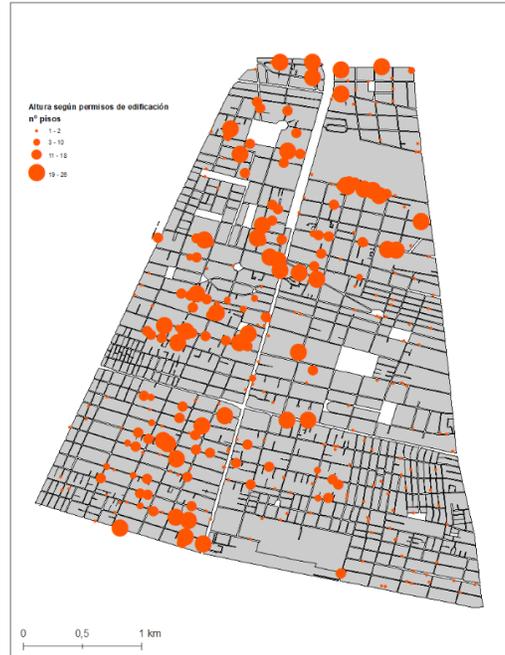


FIGURA 14. PERMISOS DE EDIFICACIÓN DE SAN MIGUEL ENTRE 2010 Y 2017. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON DATOS INE.

En la figura 14, se aprecia la distribución de los permisos de edificación en el área comunal y la ubicación de los permisos de edificación en altura. Se evidencia el dinamismo inmobiliario que ha presentado la comuna durante los últimos años (Ver figura 15).



FIGURA 15. GRÁFICO EVOLUCIÓN DE PERMISOS DE EDIFICACIÓN EN SAN MIGUEL ENTRE 2010 Y 2017. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE 2018.

Luego, se observa el porcentaje de estos permisos correspondientes a edificaciones con tres o más pisos. Con excepción de los años 2011 y 2012, de los permisos otorgados por año, al menos un 50% están constituidos por edificaciones de más de dos pisos. Entre 2014 y 2016 el porcentaje se eleva considerablemente, alcanzando el 2015 su máximo, año en el que el 94% de los permisos tenían más de dos pisos (Tabla 4).

Año	N° Permisos	N° de permisos destino habitacional	N° permisos más de 2 pisos	Porcentaje de permisos con más de 2 pisos
2010	21	7	6	86%
2011	21	11	4	36%
2012	43	16	7	44%
2013	44	16	8	50%
2014	44	33	24	73%
2015	39	33	31	94%
2016	49	38	33	87%
2017	74	55	28	51%
<b>Total</b>	<b>335</b>	<b>209</b>	<b>141</b>	<b>67%</b>

\* Se consideraron para el promedio los permisos con mas de 2 pisos

TABLA 4. PERMISOS DE EDIFICACIÓN SAN MIGUEL ENTRE 2010-2017, NÚMERO DE PERMISOS MAYOR A 2 PISOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE 2018.

Para el análisis morfológico que se realizará posteriormente es importante considerar la altura de las edificaciones, por ello, se revisará la cantidad de pisos de los permisos descritos.

Año	N° Permisos	Porcentaje de permisos con más de 2 pisos	Promedio de pisos edificios*	Desv. Estandar n° pisos
2010	21	86%	18	3
2011	21	36%	16	2
2012	43	44%	16	4
2013	44	50%	17	2
2014	44	73%	18	3
2015	39	94%	16	5
2016	49	87%	17	4
2017	74	51%	17	5

\* Se consideraron para el promedio los permisos con mas de 2 pisos

TABLA 5. PERMISOS DE EDIFICACIÓN SAN MIGUEL ENTRE 2010-2017, NÚMERO DE PERMISOS MAYOR A 2 PISOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A DATOS INE 2018.

En la tabla 5 se observa que el promedio de pisos de las edificaciones en altura durante los últimos años en San Miguel va desde los 16 hasta los 18 pisos lo que se traduce en un rango entre 48 y 54 metros de altura otorgando un valor a cada piso de 3 metros.

Si se considera la relación entre la altura edificada y el ancho de la calle recomendada por Higuera (2009) para asegurar buenas condiciones de sol en invierno, probablemente en los lugares donde se encuentran materializados estos permisos, habrá problemas de soleamiento en invierno, sin embargo, se hace necesario revisar la distribución y la localización de estas edificaciones para conocer su contexto y poder evaluar dicha hipótesis.

Para ello, se revisará la relación entre dichos permisos de edificación y la densidad de vivienda catastrada por manzana en toda la comuna. Esta relación permitirá escoger áreas de estudio para analizar en profundidad y a menor escala la interrelación entre densidad y morfología urbana.

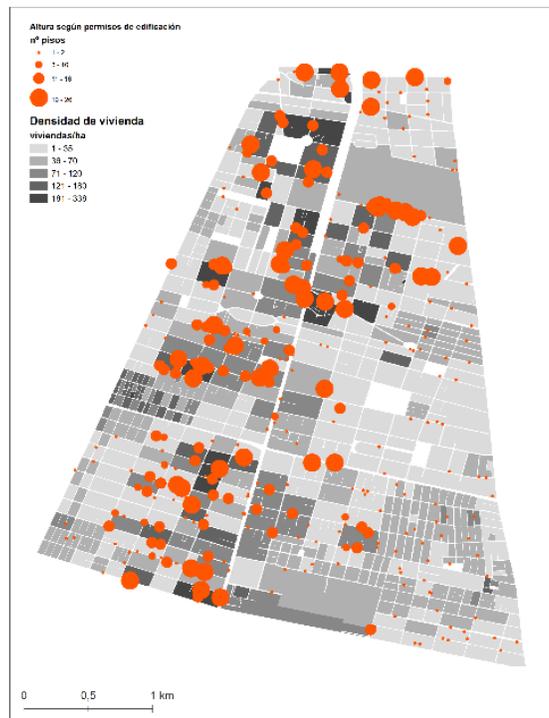


FIGURA 16. PERMISOS DE EDIFICACIÓN 2010-2017 Y DENSIDAD DE VIVIENDA EN SAN MIGUEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INE, 2018

Existe una relación directa entre la densidad de vivienda y la localización de permisos de edificación de mayor altura (ver figura 16). Se evidencia una distribución de estas nuevas edificaciones en forma agrupada y conjunta en ciertos sectores de la comuna, generando polos de densificación. A diferencia de lo que se podría esperar, no hay una relación directa con las vías estructurantes, sino más bien, concentración de edificaciones al interior de manzanas residenciales (figura 17)

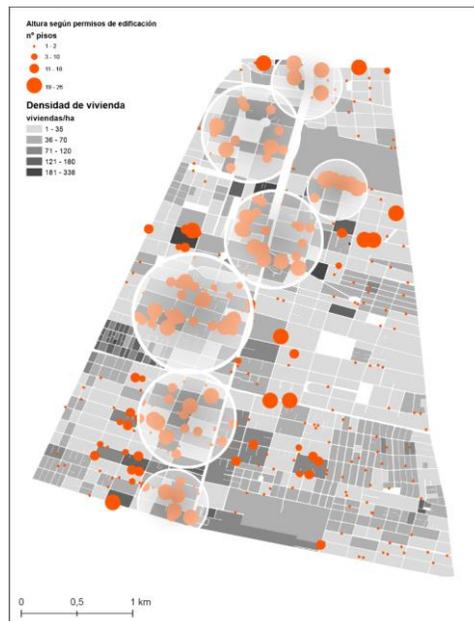


FIGURA 17. PERMISOS DE EDIFICACIÓN 2010-2017 Y DENSIDAD DE VIVIENDA EN SAN MIGUEL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INE, 2018.

Para la selección de las zonas específicas de estudio se observará el comportamiento de dos áreas en las que convergen dos factores: aglomeración de permisos de edificación durante los últimos años y una densidad de vivienda importante con respecto al resto de la comuna.

## 5.2 Análisis semántico de entrevistas cualitativas

Hasta el momento, la tesis plantea el estudio de la captación de radiación o acceso solar como una de las variables relevantes por su importancia hacia el camino de

desarrollo de ciudades más sustentables, planteando que una ciudad más densa y por tanto más compacta por sí sola, no es significativamente más sustentable, si ella no considera, por ejemplo, la reducción de la utilización de energía para iluminación y calefacción en sus edificaciones y espacios urbanos circundantes.

Sin embargo, uno de los objetivos de estudio planteados, tiene relación con la percepción de las personas ante el fenómeno de regeneración urbana con tipología de vivienda de mayor densidad en altura en zonas peri centrales de la ciudad como la comuna de San Miguel. Desde este análisis, se consideran algunas variables recogidas en el estudio realizado para la modificación del PRC 2016 asociadas con diferentes factores ambientales y se realizan entrevistas para conocer la importancia que les otorgan tanto residentes nuevos como antiguos a estas temáticas.

Se realizaron entrevistas clave a diez residentes de departamento nuevo y diez residentes de casa antigua con el propósito de explorar la percepción de externalidades ambientales producidas por la producción inmobiliaria en altura.

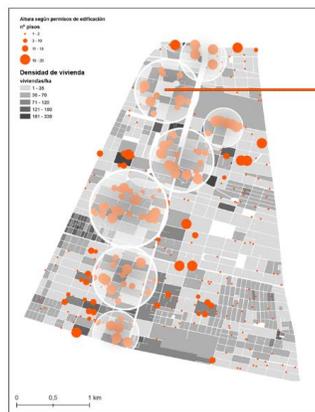
La entrevista se estructura a partir de 3 variables generales del barrio: i) condición térmica, ii) condición lumínica y iii) condición acústica. El método consiste en i) descripción, ii) ordenamiento conceptual y, iii) esquema teórico, mediante software ATLAS ti. Mediante codificación abierta y axial se construye la siguiente red de códigos semánticos: -condición lumínica y habitabilidad térmica- fueron seleccionadas para simulación energética según relevancia y co-ocurrencia de citas.

Los resultados vincularon el código -seguridad barrial- al código -condición lumínica- haciendo referencia a la disminución de uso del espacio público debido principalmente a la carente condición lumínica del barrio. Según la percepción de residentes, la densificación en altura ha significado el aumento de la contaminación acústica y la percepción de inseguridad del entorno, esta



haber aumentado su densidad durante el periodo entre 2002 y 2017, considerando los datos censales de los años respectivos y por pertenecer a los focos principales de desarrollo inmobiliario que se han desarrollado en la comuna.

La primera zona se compone por cuatro manzanas emplazadas al norte de la comuna de San Miguel, cercano a su límite con la comuna de Santiago y en el lado poniente de Gran Avenida, la avenida principal de la comuna. Pertenece al Barrio el Llano Subercaseaux y está entre las calles Magdalena Vicuña al norte, Llano Subercaseaux al oriente, San Ignacio al poniente y Fernando Lazcano al sur. Dentro de las cuatro manzanas coexisten diferentes tipologías de edificación, la mayor parte de ellas son edificaciones residenciales con tipo de agrupamiento aislado y alturas que van desde 1 hasta 16 pisos. La manzana sur poniente corresponde al estadio el Llano, designada en el Plan Regulador Comunal como área verde. Las manzanas son cruzadas en su eje norte-sur por la calle Ricardo Morales y en el eje oriente-poniente por José Joaquín Vallejos. La manzana sur poniente corresponde a un área verde y las otras tres han tenido un desarrollo de edificación en altura con densidades de vivienda entre 150 y 200 hab/há aproximadamente. Una característica particular de esta zona es la rotonda central que conforma la unión de sus ejes (ver figura 19).



### M1

Superficie: 2,98 há  
 Total de Viviendas: 605  
 Densidad Vivienda: 203,17  
 Densidad Población: 494,31

### M2

Superficie: 3,69 há  
 Total de Viviendas: 682  
 Densidad Vivienda: 185,01  
 Densidad Población: 434,58

### M3

Superficie: 3,67 há  
 Total de Viviendas: 0  
 Densidad Vivienda: 0  
 Densidad Población: 0

### M4

Superficie: 4,02 há  
 Total de Viviendas: 601  
 Densidad Vivienda: 149,59  
 Densidad Población: 360,4

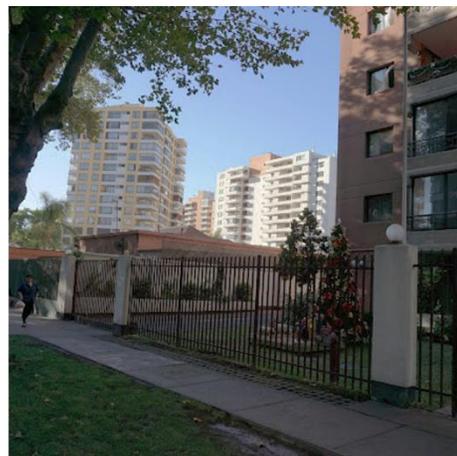


FIGURA 19. MANZANAS ZONA DE ESTUDIO BARRIO EL LLANO SUBERCASEAUX. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN SATELITAL ARCGIS, 2018, INE, 2018 Y FOTOGRAFÍAS, 2018.

La segunda zona de estudio se emplaza en el barrio Barros Luco, cercano al centro de la comuna y hacia el lado poniente de Gran Avenida. La configuración de su tejido urbano no cumple con la lógica de damero por su condición vecina al hospital Barros Luco, que por su extensión no permite cruces de calles en sentido norte sur. La zona de estudio se divide en tres manzanas y fracción de la manzana

compuesta por el hospital. El análisis solar será enfocado en las manzanas 3 y 4 con densidad de población entre 180 y 290 hab/há y de vivienda entre 75 y 150 viv/há. Además de la manzana correspondiente al Hospital Barros Luco, la que en su totalidad se conforma por 1.369 viviendas, de ellas, gran parte se encuentra en el área de estudio, con los datos censales existentes no es posible precisar la densidad de la zona específica que considera el estudio. El análisis solar será medido en los ejes Alcalde Pedro Alarcón de orientación oriente poniente y Chiloé de orientación norte sur (ver figura 20).

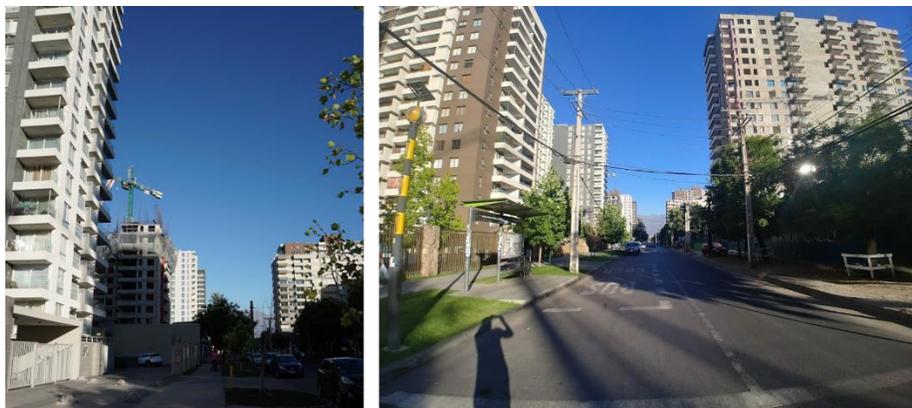


FIGURA 20. ZONA DE ESTUDIO BARRIO BARROS LUCO. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A IMAGEN SATELITAL ARCGIS, 2018. INE, 2018 Y FOTOGRAFÍAS.

Para realizar el análisis solar se creó un modelo digital de terreno (MDT), el que se modeló a través del software Autocad2018 y Sketchup2015 desarrollado por Trimble Navigation en base a imágenes satelitales de Google Earth, ArcGis y visitas a terreno. Para simplificar el levantamiento se consideró la cantidad de pisos de las edificaciones y se multiplicaron por 3 metros.

La observación respecto al acceso solar se realiza en el solsticio de invierno correspondiente al 21 de junio por ser el valor más desfavorable que permite medir las necesidades de calefacción e iluminación en invierno y las variables de observación fueron las horas de sol considerando como óptimo 4 horas y el factor de cielo visible por la relación que considera entre las edificaciones.

El método de análisis adopta una estructura desde lo general a lo particular, comenzando por la evaluación de las zonas en su conjunto, luego identifica como unidad de análisis dos ejes interiores de cada zona con diferentes orientaciones cardinales y en ellos se distinguen sitios de análisis desfavorables y favorables en cuanto a las horas de sol que reciben en el espacio urbano. Finalmente, se observa la correlación con el asoleamiento de las fachadas de las edificaciones involucradas en aquellos sitios.

Esta investigación en base a los estudios de Hernández (2013), como se mencionó en el capítulo 3, propone como valor óptimo cuatro horas de sol para un clima mediterráneo en los días más fríos con el fin de asegurar una captación de un 75% del potencial solar, desde aquí, se observarán condiciones desfavorables y favorables en relación con su configuración morfológica. Para el análisis se considerará la proporción del cañón urbano determinada por la distancia entre las edificaciones que enfrentan el punto de cálculo de las horas de sol y las alturas de los volúmenes respectivos. Además del distanciamiento entre las edificaciones colindantes a través de las elevaciones de las fachadas de los ejes.

### 5.3.1 Análisis general de las zonas

En la zona inserta en el barrio El Llano Subercaseaux se evidencia que las sombras arrojadas por los edificios hacia el espacio urbano durante diferentes horas del solsticio de invierno presentan importantes variaciones. A las 8:00 am la situación del eje Ricardo Morales correspondiente a la orientación norte-sur, es bastante similar a la del eje José Joaquín Vallejos, orientación oriente-poniente. Luego, a las 12 del día, la situación se mantiene similar para ambas orientaciones, sin embargo, a las 16:00 horas, se observa una diferencia importante, el eje norte-sur (R. Morales), se encuentra bastante más sombreado que el eje oriente-poniente. Mientras que, en la zona perteneciente al barrio Barros Luco, la situación es más pareja, dado que la sombra que arrojan las edificaciones ubicadas en la

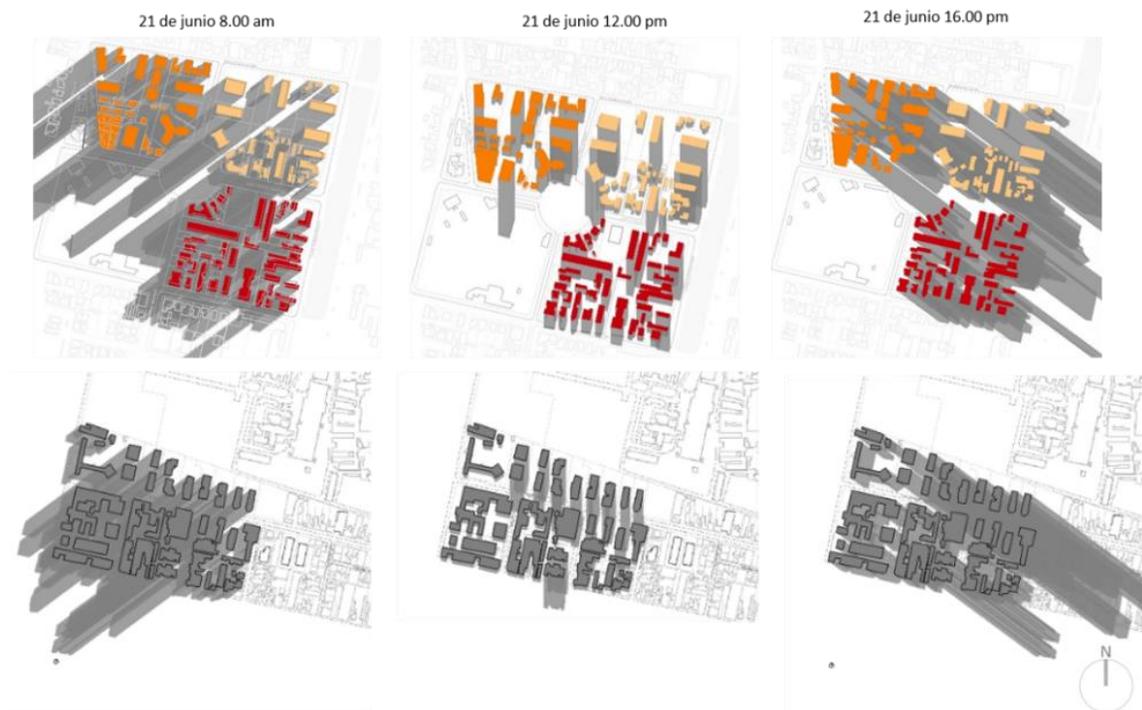


FIGURA 21. SOMBRAS SOLSTICIO DE INVIERNO EN ZONAS DE ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. fachada norte de la calle Pedro Alarcón son intensas y se extienden hacia las otras manzanas (Ver figura 21).

Las horas de sol, medidas a 1,5 metros sobre el nivel de la calle para obtener una realidad más cercana a la del peatón, dan cuenta de que la zona del barrio Barros Luco recibe menos de 3:45 horas de sol al día, lo que es insuficiente según los

parámetros recomendados. El desarrollo en la zona del Llano Subercaseaux no ha condicionado tan dramáticamente el acceso de luz solar. Se aprecian valores que sobrepasan las cuatro horas de sol recomendadas.

En ambas zonas, los ejes norte-sur y oriente-poniente, presentan una distribución de soleamiento diferente y consecuente a ello, una conformación morfológica distinta también. En el barrio Subercaseaux, el eje José Joaquín Vallejos de orientación oriente - poniente, recibe en promedio más horas que el eje Ricardo Morales. Ambos ejes cumplen con el mínimo recomendado, recibiendo 5:15 y 4:00 horas de sol cada uno respectivamente. Los ejes pertenecientes al barrio Barros Luco también se diferencian entre ellos, Chiloé correspondiente al eje norte-sur presenta 2:45 hora de sol promedio, mientras que Pedro Alarcón se constituye como el eje más desfavorable promediando tan solo 1:00 horas de sol (ver figura 22).

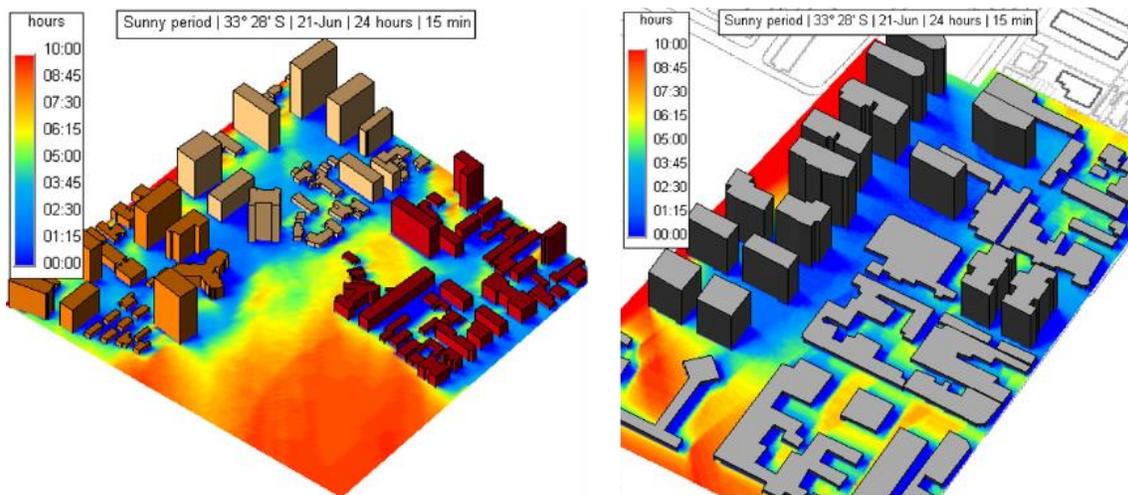


FIGURA 22. HORAS DE SOL MANZANAS DE ESTUDIO EN BARRIO EL LLANO SUBERCASEUX A LA IZQUIERDA Y EN BARRIO BARROS LUCO A LA DERECHA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 5.3.2 Análisis a partir de los ejes al interior de las zonas

Se distinguen cuatro ejes para el análisis en detalle de las zonas de estudio. En la primera, perteneciente al Llano Subercaseaux, el eje norte – sur corresponde a

la calle Ricardo Morales y se estudiará en su primer tramo, desde el norte hasta el cruce de las manzanas. El eje oriente – poniente pertenece a la calle José Joaquín Vallejos y su área de estudio se enmarca desde el oriente hasta el cruce de las manzanas. La segunda zona, se conforma por los ejes Pedro Alarcón y Chiloé de orientaciones oriente – poniente y norte – sur respectivamente.

El eje Ricardo Morales presenta resultados particularmente interesantes porque dentro del mismo existen diferencias de un 77,7% en cuanto a sus horas de sol. En el extremo norte del eje se alcanzan 9:15 horas de asoleo mientras que en otros puntos del eje desciende a 2:00 horas de asoleo. La carta solar correspondiente al punto central del eje da cuenta de que las horas de sol se distribuyen entre las 10:00 am y las 13:00 pm. aproximadamente (ver figura 23). En contraste, los valores de las horas de asoleo en el eje Pedro Alarcón, son más homogéneos, fluctuando entre 0:00 y 2:45 horas de sol medidas en el centro de la calle.

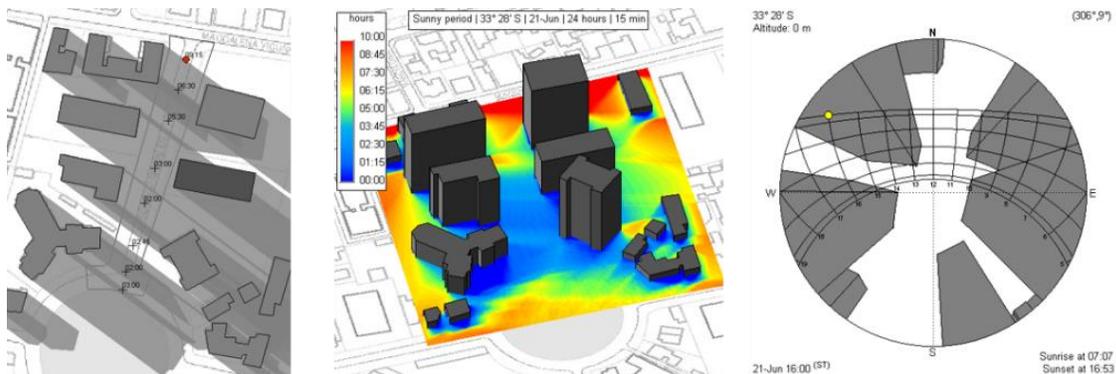


FIGURA 23. HORAS DE ASOLEO EN EJE RICARDO MORALES EN SOLSTICIO DE INVIERNO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Una condición particular se encuentra al comparar los factores de cielo visible (SVF), con los puntos extremos de horas de asoleo en el eje Ricardo Morales, no existiendo una relación directa. Uno de los puntos con menor cantidad de horas de sol presenta mayor Factor de cielo visible que el punto con mayor cantidad de

Eje Ricardo Morales	
Horas de Sol	SVF
2:00	68,40%
1:30	64,00%
6:30	53%
9:15	66,60%

TABLA 6. COMPARACIÓN HORAS DE ASOLEO CON FACTOR DE CIELO VISIBLE EN EJE RICARDO MORALES.  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

horas de asoleo (ver tabla 6). Sin embargo, al extender el análisis respecto a la relación entre las horas de asoleo y el SVF en los otros ejes, se evidencia una mayor correspondencia. La tabla 7 de valores muestra que a menor SVF menores son las horas de sol.

	Horas de Sol	SVF
Eje Ricardo Morales	1:30	64,00%
	9:15	66,60%
Eje Pedro Alarcon	0:00	38,30%
	2:45	53,50%
Chiloé	1:00	39,20%
	5:30	54,10%
Eje José Joaquín Vallejos	8:30	63%
	2:45	57,10%

TABLA 7. COMPARACIÓN HORAS DE ASOLEO CON FACTOR DE CIELO VISIBLE EN DIFERENTES CASOS.  
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La relación entre las alturas y la distancia entre las edificaciones, denominada en la literatura como proporción del cañón urbano, en diversos estudios, entre ellos el reciente de Gómez (2017), concluyen que la estrechez de la calle condiciona la altura de las edificaciones en forma directa cuando se busca lograr un acceso solar igualitario para todos los habitantes de la ciudad. En los casos de estudio,

se cumple esta relación, pero con ciertas condicionantes, la metodología ocupada permite un mayor nivel de detalle, y, por tanto, entrega matices posibles de considerar a la hora de buscar resguardos normativos al respecto.

En las fachadas norte, pertenecientes a los ejes de orientación oriente-poniente, la relación es más directa y lógica también, las edificaciones en altura bloquean el paso del sol hacia el espacio urbano. De todos modos, la proporción no es tan clara, en los ejes José Joaquín Vallejos y Pedro Alarcón, por ejemplo, se calculan las mismas 2:45 horas de sol en puntos donde se enfrentan edificios de 24 y 48 metros de altura respectivamente con edificaciones de 6 metros para ambos casos, sumado a ello, el distanciamiento entre las edificaciones es mayor en el caso de menor altura y de todos modos dan cuenta del mismo asoleo. Un caso claramente contrario, se presenta cuando la edificación con mayor altura se emplaza en la fachada sur del eje oriente – poniente y permite mayores horas de asoleo. La diferencia entre la edificación de mayor altura, manteniendo constante las edificaciones enfrentadas en 6 metros, da cuenta que por ejemplo en José Joaquín Vallejos con un factor de 1,56 pero con la edificación en la fachada sur, versus Pedro Alarcón con un factor similar de 1,85, pero con edificación en altura en la fachada norte cambia considerablemente la situación, pasando de 8:30 horas de sol a solo 2:45 horas, ambos casos con alturas sobre los 40 metros (ver tabla 8).

DESCRIPCIÓN EJES ORIENTE - PONIENTE										
	Orientación del eje	Altura fachada norte	Altura fachada sur	Perfil calle (M)	Antejardín norte (M)	Antejardín sur (M)	Distancia entre edificios	Horas de sol en espacio	Fachada mayor altura/ distancia entre edificios	Cañon urbano H/W
EJE JOSÉ JOAQUÍN VALL	O-P	24	6	20	6	4	30	2:45	0,80	0,90
EJE PEDRO ALARCÓN	O-P	51	6	14	4	5	23	0:00	2,22	2,35
EJE PEDRO ALARCÓN	O-P	48	6	21	5	0	26	2:45	1,85	1,96
EJE JOSÉ JOAQUÍN VALL	O-P	6	42	20	2	5	27	8:30	1,56	1,00

DESCRIPCIÓN EJES NORTE - SUR										
	Orientación del eje	Altura fachada oriente (M)	Altura fachada poniente (M)	Perfil calle (M)	Antejardín oriente (M)	Antejardín poniente (M)	Distancia entre edificios (M)	Horas de sol (hrs)	Fachada mayor altura/ distancia entre edificios	Cañon urbano H/W
EJE RICARDO MORALES	N-S	48	15	17	7	8	30	1:30	1,60	1,85
EJE CHILDE	N-S	6	57	12	4	5	21	1:00	2,71	1,64
EJE RICARDO MORALES	N-S	48	48	19	6	7	32	5:30	1,50	2,25
EJE CHILDE	N-S	6	45	16	4	8	28	5:30	1,61	1,02

TABLA 8. RELACIÓN MORFOLOGÍA URBANA Y HORAS DE SOL EN CASOS DE ESTUDIO.

FUETE: ELABORACIÓN PROPIA.

Contrario a la relación descrita en el párrafo anterior respecto a la importancia de la fachada en la que se emplaza una edificación de gran altura cuando los ejes viales tienen dirección oriente – poniente, en los casos de los ejes norte – sur, no ocurre lo mismo. Y los valores de cañón urbano tampoco responden directamente a la lógica de mayor número menor horas de asoleo en las superficies horizontales entre edificaciones. Un caso particular ocurre en el eje Ricardo Morales, en el que a pesar de que se enfrentan dos edificaciones de 48 metros de altura en un perfil de calle de 19 metros, teniendo un factor de cañón urbano de 2, 25, presenta 5:30 horas de sol. La diferencia radica en el distanciamiento y la posición alternada de sus edificaciones. Se demuestra con este caso que, si bien la altura juega un rol importante en cuanto al bloqueo del acceso solar en el espacio público, los matices de la realidad modifican estas condiciones (ver figura 24).

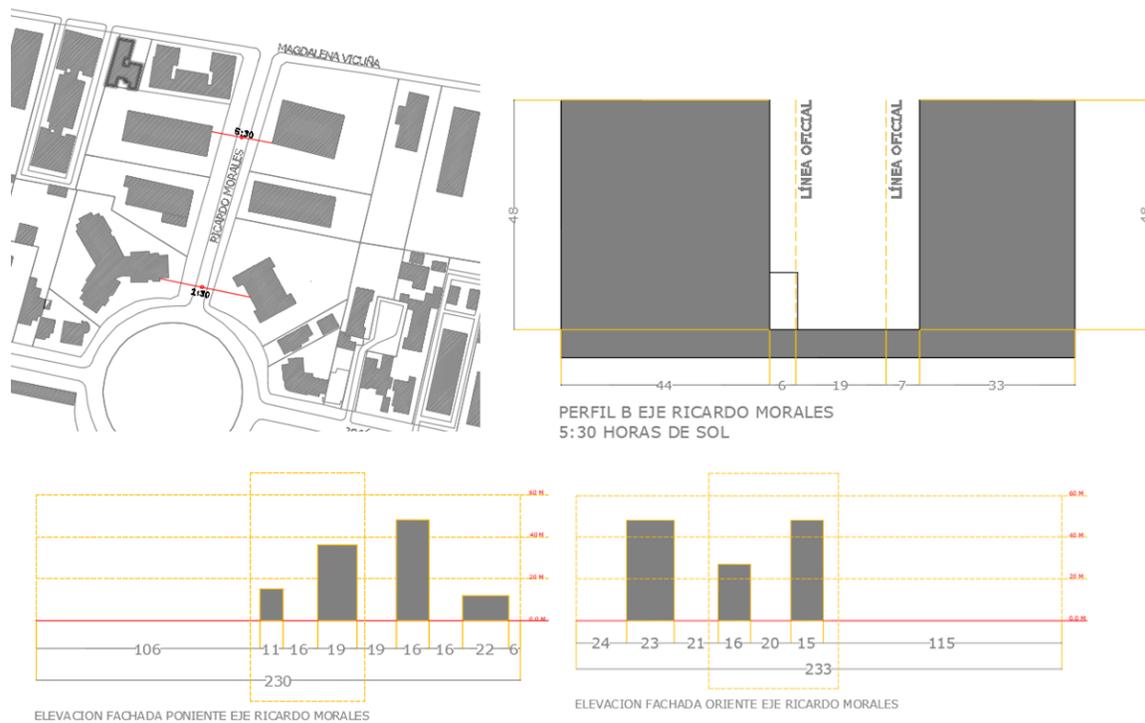


FIGURA 24. COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA EJE RICARDO MORALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La distribución de los edificios en altura tanto en los ejes Vallejos y Morales, en los que se alcanzan valores óptimos de asoleo, presentan rasgos diferentes a los del eje Pedro Alcárn, el caso más desfavorable de estudio. En los primeros, a

diferencia de los otros, la ocupación de suelo medida en las manzanas afectadas es menor que en los casos de Pedro Alarcón y Chiloé. A ello se suma el distanciamiento entre las construcciones, el cual, consecuentemente, para los casos favorables es más amplio. Finalmente, se observan dos particularidades interesantes, la primera es el giro de las edificaciones en el eje Ricardo Morales, el cuál influye directamente en las horas de sol y la segunda, se presenta en el eje Chiloé, el cual, a pesar de tener edificaciones de menor altura, debido a la ocupación de suelo y la influencia de las edificaciones del eje Alcalde Pedro Alarcón, no presenta valores de asoleo favorables (ver figura 25, 26 y 27).

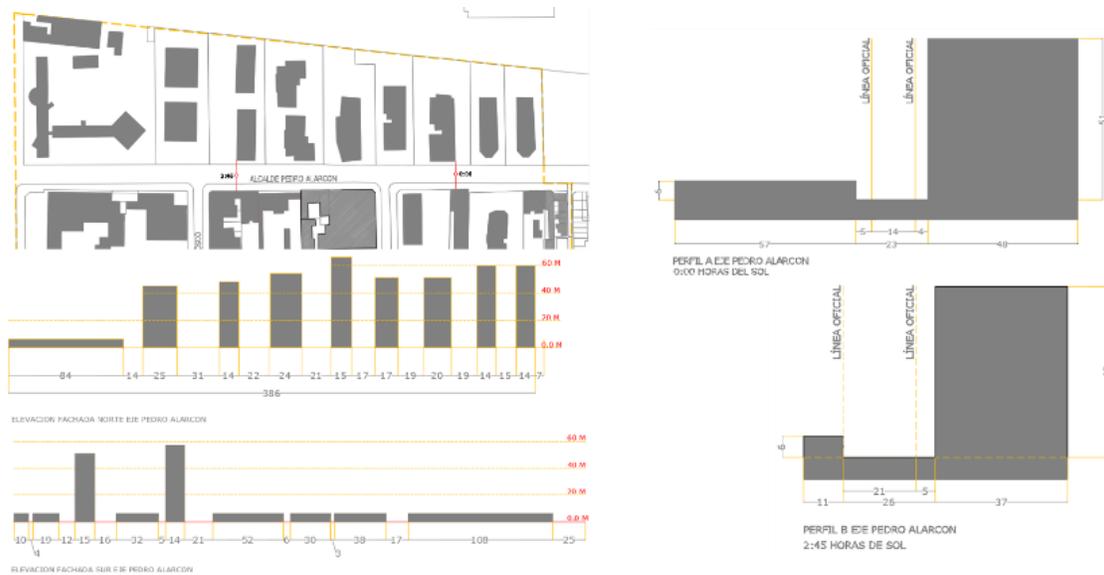


FIGURA 25. COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA EJE ALCALDE PEDRO ALARCÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

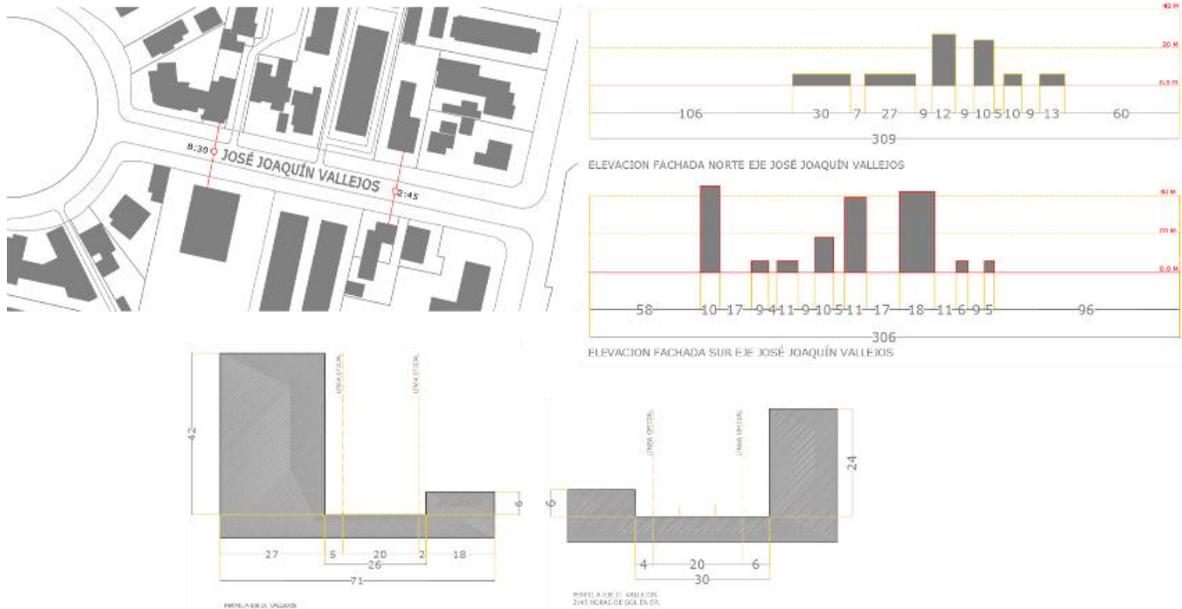


FIGURA 26. COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA EJE JOSÉ JOAQUÍN VALLEJOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

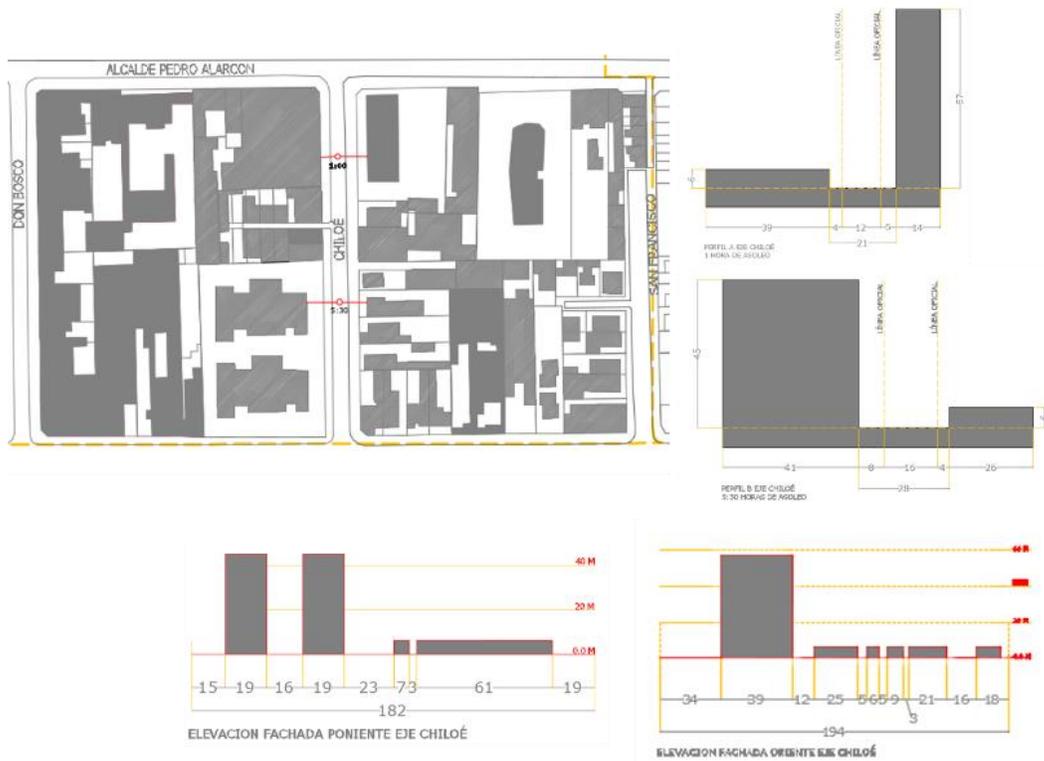


FIGURA 27. COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA EJE CHILOÉ. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

### 5.3.3 Análisis acceso solar de las fachadas involucradas

Las condiciones de asoleo en las fachadas responden a las convenciones que se derivan de estudios recientes como el de Chatzipoulka *et al.*, (2016) y de las lógicas de la incidencia de los ángulos solares, a mayor altura mayores horas de asoleo y, por tanto, mayor posibilidad de captación de energía. Los edificios que se enfrentan en el área estudiada de menor asoleo en el espacio público tienen 5 y 16 pisos, el primero se encuentra en la fachada poniente y el segundo en la oriente, siendo uno de los casos que ratifica lo expuesto. La fachada de 5 pisos recibe un máximo de 1:30 horas de sol en la superficie superior y deja de recibir un 70,6% de kwh. Luego, la fachada de 16 pisos, recibe hasta 9 horas de sol y el porcentaje de pérdida de energía se reduce a un 25%. Este patrón relacionado con la altura se repite en términos generales para todos los casos (ver figura 28), la diferencia radica en la cantidad de horas que alcanzan las fachadas y la cantidad de energía que dejan de recibir. Las fachadas que alcanzan alturas superiores a 15 metros emplazadas en los puntos favorables medidos para las horas de sol en el espacio público, tienen un diferencial entre la energía recibida y la que dejan de recibir por las obstrucciones, menor que los emplazados en los puntos desfavorables, un ejemplo de ello se da en JJ. Vallejos, donde la diferencia para la fachada de 14 pisos (42 metros) es tan solo de 1,7% (ver figura 29).

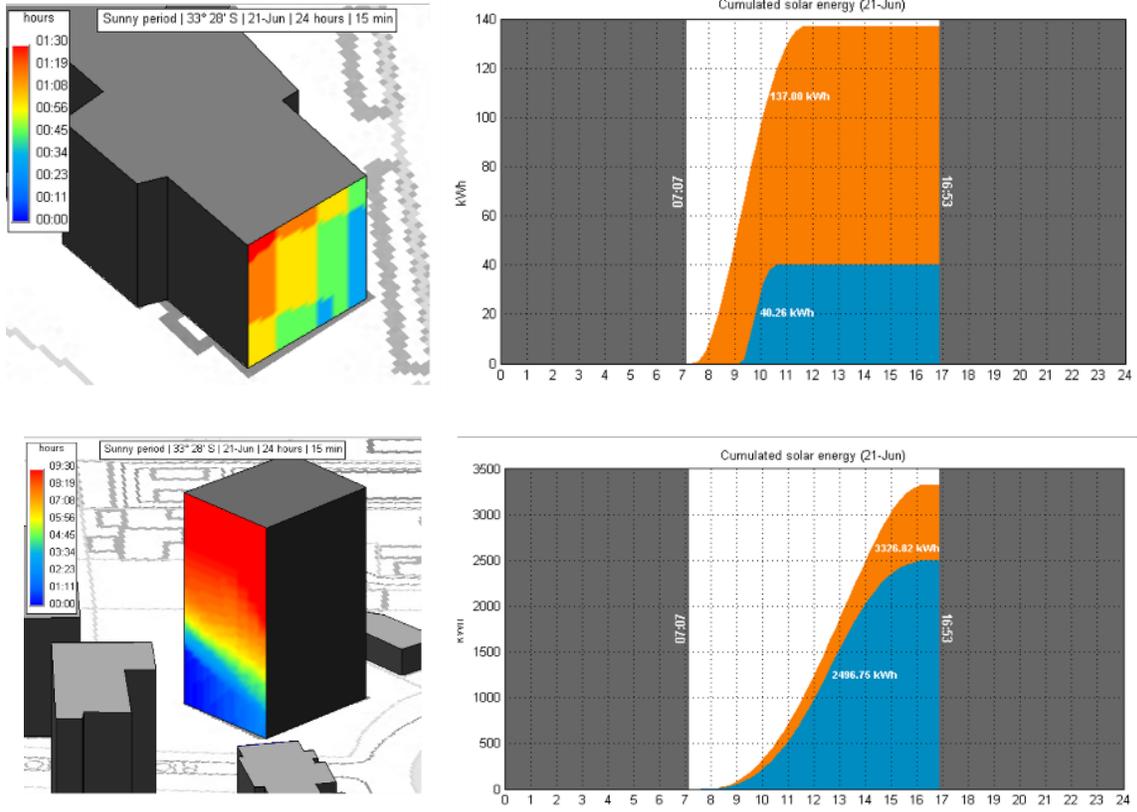


FIGURA 28. HORAS DE SOL Y ENERGÍA RECIBIDA EN FACHADAS ORIENTE Y PONIENTE DEL EJE RICARDO MORALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

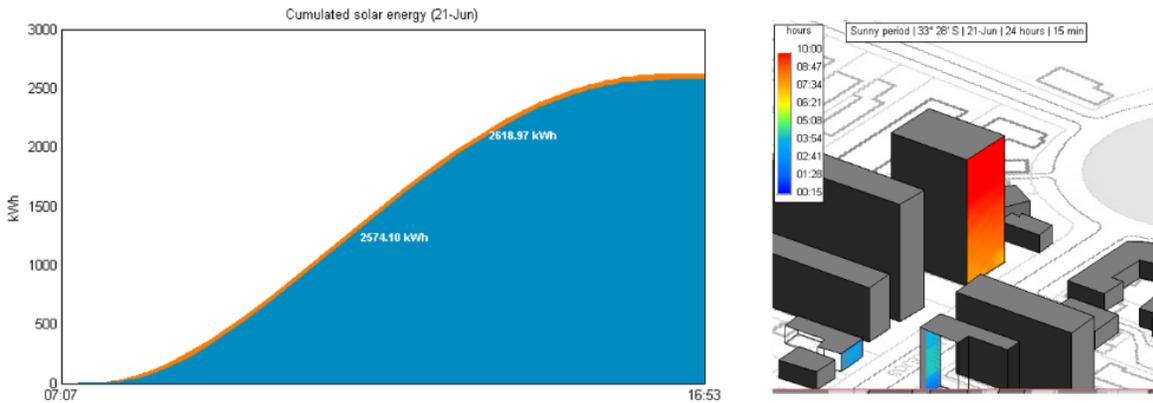


FIGURA 29. HORAS DE SOL Y ENERGÍA RECIBIDA EN FACHADA EJE JOSÉ JOAQUÍN VALLEJOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

#### 5.4. Revisión parámetros normativos y acceso solar

Ambos casos de estudio, tanto el perteneciente al Barrio El Llano Subercaseaux como el del Barros Luco, hasta el año 2016, según el PRC vigente desde el 2005, se regían por la normativa declarada para las zonas ZU1 y ZU2. La primera zona se distribuía principalmente en las manzanas colindantes al eje vial estructural de la comuna en sentido norte-sur, Gran Avenida José Miguel Carrera. Proponía una densidad bruta mínima de 700 hab/há y neta de 900 hab/há, altura libre regida por la rasante, que para la Región Metropolitana es de 70°, antejardín de 3 metros con excepciones que permiten menor dimensión, un coeficiente de ocupación de suelo de 50% para más de 3 pisos y una constructibilidad desde 1,8 hasta 3,0 en forma creciente según la superficie predial. Luego, la zona ZU2, predominante en el PRC vigente desde 2005 hasta 2016 en todas las manzanas interiores de la comuna permitía un coeficiente de ocupación de suelo mayor a pesar de su carácter interior, en cuanto a constructibilidad se distribuía en forma similar según la superficie predial pero llegando a un factor menor, de 2,5. Finalmente, en cuanto a antejardín y altura regían los mismos criterios que para la zona ZU1 (Ver figura 30).

2005- ZU1 ZONA RESIDENCIAL DE RENOVACIÓN					2005- ZU2 ZONA RESIDENCIAL DE RENOVACIÓN					
Uso de suelo residencial					Uso de suelo residencial					
Sup. predial m2	0-500	501-1000	1001-2000	2001 -más	Sup. predial m2	0-1000	1001-2000	2001-3000	3001 -más	
Antejardín mínimo	Art. 11*	Art. 11*	Art. 11*	Art. 11*	Antejardín mínimo	Art. 11	Art. 11	Art. 11	Art. 11	
Coef. ocupación de suelo	1 a 3 pisos	0,8	0,8	0,8	0,8	Coeficiente ocupación de suelo	0,7	0,65	0,6	0,55
	sobre 3 pisos	0,5	0,5	0,5	0,5		Coeficiente constructibilidad	1,8	2,0	2,3
Coeficiente constructibilidad	1,8	2,0	2,5	3,0	Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado	Aislado	Aislado	Aislado	
Sistema de agrupamiento	A - P - C**	A - P - C**	A - P - C**	A - P - C**	Altura máxima edificación	Rasante, 9 m pareado	Rasante	Rasante	Rasante	
Altura máxima edificación	Rasante	Rasante	Rasante	Rasante	Densidad bruta min.	400 hab/há	400 hab/há	400 hab/há	400 hab/há	
Densidad bruta min.	700 hab/há	700 hab/há	700 hab/há	700 hab/há	Densidad neta min.	500 hab/há	500 hab/há	500 hab/há	500 hab/há	
Densidad neta min.	900 hab/há	900 hab/há	900 hab/há	900 hab/há	Adosamiento	40%	40%	40%	40%	
*Art. 11: Mínimo 3 m. con excepciones: En Gran Avenida J. Miguel Carrera no se exige. En predios con superficie igual o menor a 140m2 y frente menor a 8m. debe ser min. 2 m.					Rasante	70°	70°	70°	70°	
** A: Aislado					Distanciamiento	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC	
** P: Pareado										
** C: Continuo										

FIGURA 30. PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN SAN MIGUEL, PRC 2005. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PRC SAN MIGUEL 2005.

El año 2016 se publican modificaciones importantes al PRC. Los casos de estudios se emplazan ahora entre las zonas Z1, Z3 Y Z4. Considerando el análisis solar realizado en el que se evidencia como más desfavorable el caso de Barros Luco, en este apartado se propone poner a prueba esta modificación normativa realizando un levantamiento volumétrico ficticio en base a las nuevas restricciones para evaluar los efectos en cuanto a acceso solar.

El nuevo PRC para el Barrio Barros Luco, restringe la altura para el sistema de agrupamiento aislado a 24 metros en las zonas Z1 Y Z4 y a 14 metros en Z3. Los coeficientes de ocupación de suelo suben de 0,5 a 0,7. La constructibilidad propuesta es similar a la anterior, 2,5 en las zonas Z1 Y Z4 y en Z3 hay un resguardo mayor, disminuyendo a 1,5. Para todas las zonas el antejardín exigido es de 3 metros. Finalmente, la densidad bruta en Z1 y Z4 disminuye considerablemente, restringiéndose a un máximo de 800 hab/há. (ver figura 31).

2016	Z3	ZONA RESIDENCIAL DE BAJA ALTURA	ZONA RESIDENCIAL EN ALTURA	Z1	ZONA RESIDENCIAL EN ALTURA	Z4
		Uso de suelo residencial	Uso de suelo residencial		Uso de suelo residencial	
Antejardín mínimo	3,0 aislado, pareado, continuo.					
Sub. predial mínima	250 m <sup>2</sup>	600 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>	250 m <sup>2</sup>
Coefficiente ocupación de suelo	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Coefficiente constructibilidad	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Sistema de agrupamiento	Aislado, pareado, continuo.					
Altura máxima edificación	14 m. aislado (5 pisos) 9 m. pareado, continuo (3 pisos)	24 m. aislado (8 pisos) 9 m. pareado, continuo (3 pisos)	24 m. aislado (8 pisos) 9 m. pareado, continuo (3 pisos)	24 m. aislado (8 pisos) 9 m. pareado, continuo (3 pisos)	24 m. aislado (8 pisos) 9 m. pareado, continuo (3 pisos)	24 m. aislado (8 pisos) 9 m. pareado, continuo (3 pisos)
Densidad bruta máxima	500 hab/há	800 hab/há				
Rasantes	70°	70°	70°	70°	70°	70°
Distanciamientos	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC	OGUC
Adosamientos	40% OGUC.					

FIGURA 31. PARÁMETROS DE CONSTRUCCIÓN SAN MIGUEL, PRC 2016. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A PRC SAN MIGUEL 2016.

En el contexto del presente estudio es interesante evaluar las zonas en las que se proyecta mayor densidad, por tanto, Z1 y Z4. Para ello se construirá un volumen teórico y será repetido según la división predial existente para la calle Pedro

Alarcón, luego con ello, a través del programa Heliodon, se medirán las horas de sol tanto en espacio público como entre las nuevas edificaciones. Se considerará para el análisis las manzanas comprendidas entre Don Bosco y San Francisco hacia el sur de Pedro Alarcón y los predios correspondientes al área en la fachada norte, donde queda incluida la tercera zona diferenciada en el PRC, la Z3.

La restricción de la densidad bruta a 800 hab/há en las zonas 1 y 4 mayormente, generan una contradicción con el coeficiente de constructibilidad permitido y más aún si se considera la posibilidad que otorga el artículo 63° de la LGUC de aumentarla en un 30% cuando se trata de un terreno conformado por fusión predial. Esta condición producirá efectos. Una de las posibilidades es que aumenten los tamaños de los departamentos en la zona, atrayendo a grupos familiares más numerosos, otro escenario posible es el aumento de los tamaños de los departamentos, pero no de la cantidad de habitaciones y, por tanto, un aumento de los precios que finalmente atraería a grupos socio económicos más ricos. También es posible que se detenga la construcción en la zona por dejar de ser atractiva para las inmobiliarias. Estas son solo hipótesis que requieren otra investigación que considere variables económicas relacionadas con los factores de densidad para determinar con certeza sus efectos.

El análisis solar se realiza de todos modos considerando la forma urbana propuesta por la normativa, sin considerar lo expuesto en el párrafo anterior. La morfología propuesta por el PRC 2016 permite antejardín de 3 metros y reduce las alturas a 24 y 14 metros para las diferentes manzanas de estudio. Estos parámetros morfológicos sobre el tejido urbano existente en el barrio Barros Luco, no generan un incremento considerable de las horas de sol medidas en el espacio urbano. Se mantienen valores bajo las 4 horas recomendables. Es clara nuevamente la relación con el distanciamiento de las edificaciones, el punto más desfavorable del eje continúa recibiendo 0:00 horas de sol y coincide con el punto medio entre dos edificaciones que se enfrentan. Una variable relevante es la ocupación de suelo acompañada de los distanciamientos, en este caso la ocupación de suelo propuesta se mantiene casi en un 100%, por tanto, es posible

concluir que es una de las condicionantes que no permite aumentar las horas de sol a pesar de la baja de altura considerable, la que en algunos predios disminuyó



FIGURA 32. HORAS DE SOL EN EJE ALCALDE PEDRO ALCARCÓN CONSIDERANDO VOLUMEN TEÓRICO PRC 2016. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

un 66% (ver figura 32).

Finalmente, en fachadas, se mantiene la relación directa entre la altura y las horas de sol. La fachada sur del eje Alcalde Pedro Alarcón en este caso se consideró con una altura de 24 metros en la manzana entre las calles Chiloé y Don Bosco. Esta altura en algunos predios es superior a la del caso de estudio tal como se encuentra hoy, y da cuenta de un aumento considerable de asoleo y energía captada, pasando de un máximo de 1:00 horas recibidas a 6:00 horas (figura 33).

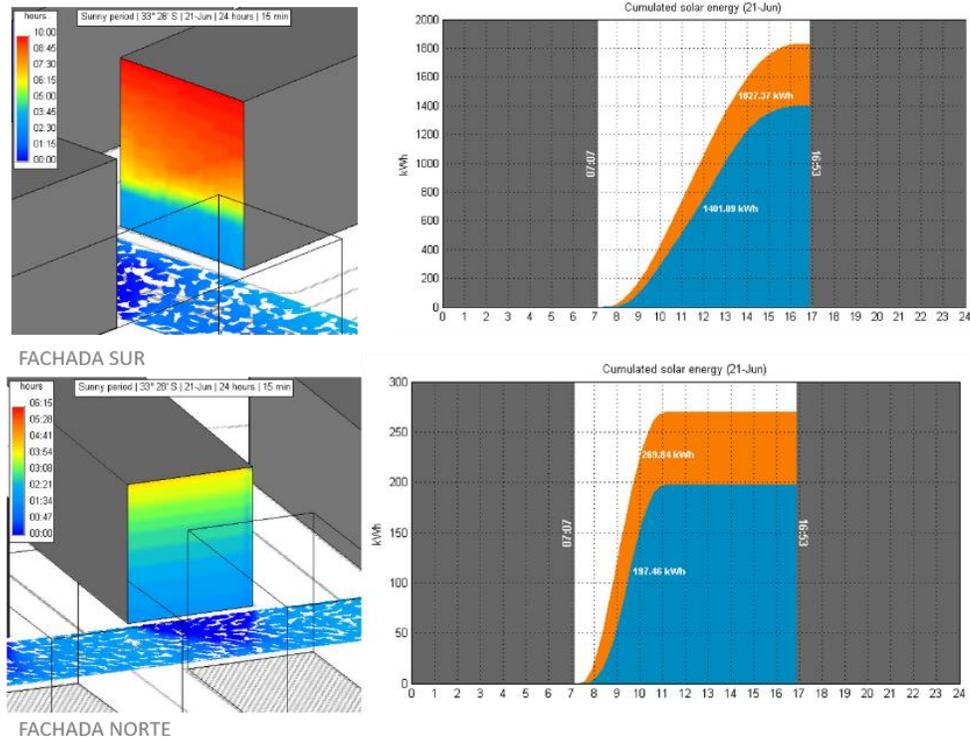


FIGURA 33. HORAS DE SOL EN FACHADAS EJE ALCALDE PEDRO ALARCÓN CONSIDERANDO VOLUMEN TEÓRICO PRC 2016. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

¿A través de los instrumentos normativos existentes es posible modificar las condiciones descritas en los extractos anteriores para mejorar el acceso solar en los espacios públicos?

Si se habla de regulación normativa de densidad y su relación con los espacios públicos es necesario revisar los siguientes instrumentos de planificación: La Ley General de Urbanismo y Construcciones, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, el Plan Regulador de San Miguel y su respectivo Plan Comunal de Desarrollo. Y en ellos, considerar particularmente, la Ley de aportes al Espacio Público por su relación estrecha con la temática en cuestión y los planos de detalle del Plan Regulador Comunal, considerando que el objetivo es plantear estrategias de intervención a escala de barrio.

En la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC, 2018), en cuanto a densidad propiamente tal, se reglamenta que tanto el Plan Regulador

intercomunal como el comunal en sus planos de zonificación deben fijar densidades, no se establecen criterios para ello.

A través del artículo 63, se permite un aumento de estas densidades incrementando en un 30% el coeficiente de constructibilidad asociado a la fusión predial. Este mismo artículo permite que predios mayores a 2500 m<sup>2</sup> puedan acogerse a la condición de Conjunto Armónico, teniendo otros beneficios.

El artículo 72 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC, 2018) es importante en la búsqueda de una intervención normativa en cuanto a densidad y su relación con la configuración espacial porque faculta a los Municipios con Planes Reguladores vigentes y a las Secretarías Regionales a definir “Zonas de Remodelación” y crear un “Plan Seccional” que modifique el aspecto urbanístico de uso del suelo, trazados viales, densidades, líneas de edificación, sistemas de agrupaciones de la edificación, coeficientes de constructibilidad, alturas mínimas y máximas, etc.

Luego, en el Título V respecto a las mitigaciones y aportes al espacio público, en el Artículo 168, se precisa que existirán mitigaciones proporcionales a la densidad y al destino del proyecto. Esto, se complementa con lo dispuesto en el Artículo 175, donde se declara que los proyectos que conlleven crecimiento urbano por densificación deberán dar cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 70 directamente, o a través de un aporte equivalente al avalúo fiscal del porcentaje de terreno a ceder a la municipalidad respectiva.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) debe normar la forma en que se realizarán estos aportes. Para el cumplimiento de la Ley de Aportes, cada Municipio deberá elaborar un Plan Comunal de Inversiones, donde se especifique una cartera de proyectos, obras y medidas incluidas en los instrumentos de planificación territorial existentes o asociadas a éstos, debidamente priorizadas, para mejorar sus condiciones de conectividad, accesibilidad, operación y movilidad, así como la calidad de sus espacios públicos y la cohesión social y sustentabilidades urbanas.

*Artículo 70.- En toda urbanización de terrenos se cederá gratuita y obligatoriamente para circulación, áreas verdes, desarrollo de actividades deportivas y recreacionales, y para equipamiento, las superficies que señale la Ordenanza General, las que no podrán exceder del 44% de la superficie total del terreno original.*

*Si el instrumento de planificación territorial correspondiente contemplare áreas verdes de uso público o fajas de vialidad en el terreno respectivo, las cesiones se materializarán preferentemente en ellas.*

*La municipalidad podrá permutar o enajenar los terrenos recibidos para equipamiento, con el objeto de instalar las obras correspondientes en una ubicación y espacio más adecuados.*

*La exigencia establecida en el inciso anterior será aplicada proporcionalmente en relación con la intensidad de utilización del suelo que establezca el correspondiente instrumento de planificación territorial, bajo las condiciones que determine la Ordenanza General de esta ley, la que fijará, asimismo, los parámetros que se aplicarán para las cesiones cuando se produzca crecimiento urbano por densificación.*

Por otro lado, el artículo 28 sobre planos de detalle, establece que:

*“A través de planos de detalle subordinados a los planes reguladores comunales, seccionales o intercomunales, podrán fijarse con exactitud el diseño y características de los espacios públicos, los límites de las distintas zonas o áreas del plan y, en el caso de los planes reguladores comunales y seccionales, el agrupamiento de edificios [...]” (OGUC, 2017).*

Conforme a lo anteriormente señalado, se entiende que, a través de estos planos, subordinados a un Plan Regulador Comunal, se pueden modificar las relaciones morfológicas del proceso de densificación en altura con el espacio urbano y entre las edificaciones.

De esta manera, se plantea que a través del “Plan Comunal de inversiones” de la Ley de aportes al espacio público en conjunto con la facultad de los municipios de declarar “Zona de Remodelación”, y los planos de detalle subordinados al Plan Regulador Comunal es posible generar un plan que permita modificar la relación entre la morfología de la densificación y las condiciones de acceso solar entre edificaciones y hacia el espacio urbano.

## 6. CONCLUSIONES

El proceso de densificación de la comuna de San Miguel se distingue por la concentración de edificaciones en altura, entre los años 2010 y 2017, más del 50% de los permisos otorgados por la dirección de obras municipal tenían 3 o más pisos. El 2015, año anterior a la modificación del PRC, esta cifra alcanza su máximo, llegando a 94% dando cuenta de la relevancia de la normativa local sobre los procesos de construcción de la ciudad.

Sumado a ello, es interesante observar la distribución espacial de las nuevas edificaciones en la comuna, éstas se encuentran concentradas, conformando polos de desarrollo al interior de las manzanas residenciales. Este fenómeno, probablemente, es producto de las lógicas de mercado inmobiliario descritas por López (2013), quien explica las dinámicas de la maximización de los beneficios económicos del suelo en las zonas centrales de la Región metropolitana. La concentración de edificaciones condiciona negativamente el potencial de acceso solar hacia los espacios urbanos. Estas dos perspectivas de análisis, la económica y el acceso solar, serían interesantes y pertinentes de revisar en conjunto, una nueva arista de investigación derivada de este estudio, sería sobre las lógicas de mercado y sus incidencias en las restricciones de acceso solar, para con ello, realizar cambios normativos.

El acceso solar incide en la vida cotidiana de las personas, afecta sus condiciones de habitabilidad al interior de la vivienda y además se vincula con la seguridad en los espacios urbanos. La seguridad, desde el punto de vista de los entrevistados, se relaciona con la cantidad de personas que circulan y permanecen en las calles que rodean sus viviendas. Las percepciones sobre el acceso solar, se diferencian entre los residentes antiguos y los de las nuevas edificaciones. Los primeros, residentes de casas, ven afectadas sus condiciones de calefacción e iluminación, además, expresan una preocupación por la reducción de la seguridad y disminución de la vida de barrio, relacionándolo con la falta de iluminación. Por otro lado, los residentes nuevos, perciben diferencias de temperatura al caminar

por calles con mayor cantidad de edificaciones, este efecto es muy claro en los residentes entrevistados en la calle Alcalde Pedro Alarcón.

La hipótesis se comprueba y se precisa con los alcances expuestos a continuación. La relación entre la densificación y la morfología urbana en cuanto al acceso solar es importante, por tanto, los números máximos y mínimos de densificación es necesario complementarlos con criterios de diseño como los singularizados en los párrafos siguientes.

La orientación de la trama incide notoriamente en las horas de sol que reciben los espacios urbanos, edificaciones de igual altura generan condiciones diferentes de asoleo dependiendo de su ubicación. La medición del factor de cielo visible es una prueba de ello, el nivel de obstrucción de vista al cielo producto de las edificaciones, en los ejes con sentido norte – sur, incide en forma menos directa en las horas de sol que recibe la calle. La incidencia en los ejes oriente-poniente, es más clara, esto debido a la obstrucción que producen las edificaciones en las fachadas norte. Desde aquí, una nueva normativa que busque regular el derecho al asoleo de los espacios públicos, debiera distinguir regulaciones de altura, distanciamiento y ocupación de suelo de las fachas norte en las calles con orientación oriente – poniente.

La relación entre la altura de las edificaciones y el ancho de las calles, no tiene una incidencia directa general en el asoleamiento de los espacios urbanos, contrario al planteamiento de estudios como el de Gómez (2017), los casos de estudio demostraron que hay singularidades que modifican la incidencia del cañón urbano. Nuevamente, las edificaciones de mayor altura emplazadas en las fachadas norte de los ejes oriente – poniente, tienen mayor incidencia, sin embargo, edificaciones de importante altura ubicadas en la fachada sur, no inciden en las horas de asoleo. En los ejes de orientación norte – sur, los distanciamientos y la ocupación de suelo, son más relevantes que la altura.

En cuanto a las horas de sol recibidas por las fachadas, se confirma lo expuesto en el reciente estudio de (Chatzipoulka *et al*, 2016), se demuestra en los casos de

estudio que es clara la relación entre la altura y las horas de asoleo: a mayor altura, más horas de sol. Una particularidad, es la correspondencia entre las horas de sol recibidas en el espacio urbano y la energía que dejan de recibir las edificaciones de mayor altura. Las fachadas ubicadas en zonas de menores horas de asoleo dejan de recibir mayor cantidad de energía que las ubicadas en zonas que reciben mayores horas producto de las obstrucciones de las edificaciones del entorno.

La modificación reciente del Plan Regulador de San Miguel restringe la altura de las edificaciones y disminuye las densidades permitidas considerablemente. Sin embargo, se constata que, con dicha modificación no se mejoran las condiciones de asoleamiento de los espacios urbanos ni de las fachadas de las edificaciones. Este hecho, es un claro ejemplo de la disociación entre la morfología urbana y la densidad planteada en la hipótesis de esta investigación. Un factor relevante, es que no se modificó el antejardín mínimo permitido. El antejardín es la única normativa que permite aumentar la proporción de cañón urbano desde el espacio privado.

Se evidencia que la modificación normativa, a pesar de haber sido producto de las presiones de sus residentes, quienes manifiestan incomodidades producto de la disminución del acceso solar, no mejora las condiciones de asoleo. Y contrario a la discusión expuesta en la revisión teórica de esta tesis, en la que se expone el consenso respecto a los beneficios de un aumento de densidad en las zonas centrales de las urbes, se propuso una disminución importante de la densidad permitida.

La tesis demuestra la importancia y urgencia que tiene regular las condiciones morfológicas de las edificaciones en las zonas en las que se busque densificar. Las condiciones actuales han inducido a la pérdida total de horas de sol, el sombreado de la ciudad puede ser una consecuencia dramática de la falta de regulación normativa. De esta manera, se distanciaría el concepto de sostenibilidad asociado a la densificación, la carencia de horas de sol aumentaría significativamente las necesidades de iluminación y calefacción de estas zonas,

trasladando el foco de las preocupaciones ambientales, pero alejándose de la solución del problema.

Una nueva regulación normativa que se proponga asegurar el asoleamiento tanto de los espacios urbanos como de las edificaciones, debe considerar la orientación de la trama urbana, los distanciamientos entre las edificaciones, el porcentaje de ocupación de suelo por manzanas, y el cañón urbano. La lógica del Plan Regulador existente, que generaliza condiciones para grandes zonas normando las características de construcción de sus predios, no es suficiente. Se recomienda trabajar una regulación normativa por manzanas, en la que se relacionen las edificaciones enfrentadas y contiguas con el objetivo de reducir el impacto sobre las horas de asoleo.

Esta normativa se podría trabajar a través de instrumentos existentes actualmente en la legislación chilena: a través del “Plan Comunal de inversiones” de la Ley de aportes al espacio público en conjunto con la facultad de los municipios de declarar “Zona de Remodelación”, y los planos de detalle subordinados al Plan Regulador Comunal.

Las conclusiones expuestas, responden a dos casos de estudio específicos de la comuna de San Miguel, por tanto, es recomendable ampliar la cantidad de casos para llegar a consensos más generales, aunque precisamente, uno de los desafíos de esta investigación, fue estudiar el detalle de la influencia de la forma urbana.

La metodología utilizada tiene el valor de considerar características reales del tejido urbano y, por tanto, ser muy específica en sus alcances, sin embargo, esto limita su campo de estudio y aplicación por lo costoso en tiempo y recursos que implicaría un análisis exhaustivo de zonas mayores.

Finalmente, es importante considerar que los cálculos de asoleamiento y factor de cielo visible se realizaron a través de modelos digitales, por lo que no consideran

otros componentes incidentes como la masa arbórea, el material de las edificaciones y de las calles, etc. Por tanto, se recomienda para futuras investigaciones, agregar mediciones en terreno.

## 7.- BIBLIOGRAFÍA

- Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2006). Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate. *Building and Environment* 41, 94 -108.
- Arrighi, G. (1994). *The Long Twentieth Century*. London: Verso.
- Berghauser, M., & Haupt, P. (2009). *Space, Density and Urban Form*. Netherlands.
- Bresciani, L. E. (27 de Julio de 2016). *Ley de aportes al espacio público*.  
Obtenido de El Mostrador:  
<http://www.elmostrador.cl/noticias/opinion/2016/07/27/ley-de-aportes-al-espacio-publico/>
- Cabrera, N., Hermida, M., Orellana, D., & Osorio, P. (2015). Evaluando la sustentabilidad de la densificación urbana. Indicadores para el caso de Cuenca (Ecuador). *Bitacora* 25, 21-34.
- Campoli, J. (2012). *Made for Walking: Density and Neighborhood Form*. Cambridge, Massachusetts: Lincoln Institute of Land Policy.
- Campoli, J., & MacLean, A. (2009). *Visualizing Density*. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy.
- Caquimbo, S. (2008). La calidad del espacio público en la construcción del paisaje urbano. En busca de un hábitat equitativo. *Revista invi N° 62*, 23, 75-97.
- Cárdenas, L., & Higuera, E. (2015). *El Barrio Solar*. Madrid: Mirea Libros.
- Cárdenas, L., & Uribe, P. (2012). Acceso Solar a las Edificaciones. El eslabón pendiente en la norma urbanística chilena sobre la actividad proyectual. *Revista de Urbanismo n° 26*, 21-42.

- Cárdenas, L., & Vásquez, J. (2015). Potencial solar en fachadas integrando la densidad urbana: una mirada crítica a la norma urbanística Chilena. *REVISTA AUS* 18, 58-63.
- Cárdenas, L., Vásquez, J., Zamorano, J., & Acevedo, C. (2016). Explorando luz solar en modelos de desarrollo inmobiliario. Aplicaciones en cinco ciudades chilenas. *Revista de Urbanismo n°34*, 158-173.
- Chatzipoulka, C., Compagnon, R., & Nikolopoulou, M. (2016). Urban geometry and solar availability on façades and ground of real urban forms: using London as a case study. *Solar Energy* 138, 53–66.
- Cheng, V. (2010). Understanding Density and High Density. En E. Ng, *Designing high-density cities for social and environmental sustainability* (págs. 3-17). London: Earthscan.
- Chicas, J. (2012). *Morfología Urbana y Clima Urbano. Estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto cañón urbano e índices de confort térmico*. (P. U. Chile, Ed.) Santiago: Tesis para optar al grado de Magister en Desarrollo Urbano.
- Contreras, Y. (2011). La recuperación urbana y residencial del centro de Santiago: Nuevos habitantes, cambios socioespaciales significativos. *EURE*, 89-113.
- Contrucci, P. (2011). Vivienda en altura en zonas de renovación urbana: Desafíos para mantener su vigencia. *Revista EURE*, 37(111), 185-189.
- De Mattos, C., Fuentes, L., & Link, F. (2014). Tendencias recientes del crecimiento metropolitano en Santiago de Chile. ¿Hacia una nueva geografía urbana? *INVI*, 29(81), 193-219.
- Fernández Per, A., & Mozas, J. (2004). *Density*. Vitoria-Gasteiz: a+t ediciones.
- García, F. (2012). *Densificación con criterios de soleamiento. Un método gráfico para el cálculo de áreas adecuadas para nueva edificación en entornos*

*construidos en el caso de Zabalgana en Vitoria-gASTEIZ.* Madrid: Trabajo presentado en el Congreso Nacional del Medio Ambiente.

Giannini, H. (1987). *La reflexión cotidiana.* Santiago: Universitaria.

Gómez, J., & Mesa, A. (2017). Determinación de densidades urbanas sostenibles en base a metodología relativa al acceso solar: caso área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *Revista de Urbanismo N°36*, 131-145. Recuperado en mayo de 2018, de <http://revistaurbanismo.uchile.cl>

Gómez, T., & Moris, R. (2017). Ciudades solares: Una mirada desde la planificación urbana. *Planeo*, Artículo ciudades inclusivas n°62.

Greene, M., & Soler, F. (2004). *Santiago: De un proceso acelerado de crecimiento a uno de transformaciones.* Santiago: Ediciones Sur.

Gropius, W. (1965). *The New Architecture and the Bauhaus.* Gran Bretaña: Faber.

Hall, P. (1996). *Ciudadades del mañana. Historia del urbanismo en el siglo XX.* Barcelona: Ediciones del Serbal.

Hermida, M. A., Hermida, C., Cabrera, N., & Calle, C. (2015). La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad. El caso de Cuenca, Ecuador. *EURE.*

Hernández, A. (2013). *Manual de diseño bioclimático urbano. Recomendaciones para la elaboración de normativas urbanísticas.* Bragança , Portugal: Instituto Politécnico de Bragança.

Hernández, M. O. (2014). Aporte obligatorio al Espacio Público. Cambios en la reglamentación y desafíos para el desarrollo inmobiliario. *Tesis para optar al grado de Magíster en Dirección y Administración de Proyectos Inmobiliarios.* Santiago, Chile. Recuperado el 6 de abril de 2018, de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130330/aporte-obligatorio-al-espacio-p%C3%BAblico.pdf?sequence=1>

- Herrmann, G., & Klaveren, F. V. (2013). ¿Cómo densificar? Problemas y desafíos de las tipologías de densificación en Santiago. *Revista 180*, 38-43.
- Higueras, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*. Madrid: DAPP.
- Inzulza, J. (2012). Latino-Gentrification'? Focusing on Physical and Socioeconomic Patterns of Change in Latin American Inner Cities. *Urban Studies*, 2085-2107.
- Inzulza, J., Wolff, C., & Vargas, K. (2017). Acceso solar: Un derecho urbano para la calidad de vida vulnerado desde la gentrificación contemporánea. El caso de la comuna de Estación Central, Chile. *180*.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Vintage Reissue edition.
- Kaiser, N., & Herzog, T. (1996). *Solar energy in architecture and urban planning*. Munich: Prestel.
- Kanai, M., & Ortega, I. (2009). The Prospects for Progressive Culture-Led Urban Regeneration in Latin America: Cases from Mexico City and Buenos Aires. *International Journal of Urban and Regional Research*, 33, 483-501.
- Knowles, R. (1981). *Sun, Rhythm and Form*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- León Balza, S. (marzo de 1998). Conceptos sobre espacio público,. *EURE*, 24(71), 27-36. Recuperado el 19 de Diciembre de 2017, de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0250-71611998007100002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71611998007100002)
- Lopez, E., Gasic, I., & Meza, D. (2012). Urbanismo pro-empresarial en Chile: políticas y planificación de la producción residencial en altura en el pericentro del Gran Santiago. *INVI*, 75-114.

- Lopez-Morales, E. (2011). Gentrification by Ground Rent Dispossession: the Shadows Cast by Large Scale Urban Renewal in Santiago de Chile. *International Journal of Urban and Regional Research*, 35, 1-28.
- Lopez-Morales, E. (2013). Gentrificación en Chile: aportes conceptuales y evidencias para una discusión necesaria. *Revista de geografía Norte Grande*(56), 31-52.
- Lopez-Morales, E., Arriagada-Luco, C., Gasic-Klett, I., & Meza-Corvalan, D. (2015). Efectos de la renovación urbana sobre la calidad de vida y perspectivas de relocalización residencial de habitantes centrales y pericentrales del Área Metropolitana del Gran Santiago. *EURE*, 45-67.
- Lopez-Morales, E., Gasic, I., & Meza, D. (2012). Urbanismo pro-empresarial en Chile: políticas y planificación de la producción residencial en altura en el pericentro del Gran Santiago. *Revista INVI*, 27(76), 75-114.
- Lynch, K. (1960). *La imagen de la ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Lynch, K. (1981). *Good city form*. Cambridge, Massachusetts : Massachusetts institute of technology.
- Melia, S., Parkhurst, G., & Barton, H. (2011). The paradox of intensification. *Transport Policy*, 18(1), 46-52.
- Moliní, F., & Salgado, M. (2010). Superficie artificial y viviendas unifamiliares en España, dentro del debate entre ciudad compacta y dispersa. *Boletín de la asociación de geógrafos españoles*, 54, 125-147.
- Montavon, M. (2010). *Optimisation of Urban Form by the Evaluation of the Solar Potential*. Lausanne: École Polytechnique Federale De Lausanne.
- Orozco, H. (2017). *Agentes económicos e intermediarios de la gentrificación. Estrategias y relaciones en la disputa por la brecha de renta del pericentro de Santiago*. Santiago, Chile: Tesis Magister Urbanismo. Universidad de Chile.

- Rapoport, A. (1975). Toward a redefinition of density. *Environment and Behavior*, 133-158.
- Ratti, C., Raydan, D., & Steemers, K. (2003). Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. *Energy and Buildings*(35), 49–59.
- Rueda, S. (2011). *El Urbanismo Ecológico*. Barcelona: Agencia d'Ecologia urbana de Barcelona.
- Ruiz, A., Correa, É., & Cantón, M. A. (2012). Función ambiental de parques urbanos en zonas áridas: clima y confort térmico. *Entac - XIV Encontro Nacional de Tecnologia*.
- Sanaieian, H., Tenpierik, M., Linden, K. v., Seraj, F. M., & Majid Mofidi Shemrani, S. (2014). Review of the impact of urban block form on thermal performance,. *Elsevier*, 551-560.
- Sandroni, P. (2006). Renovación Urbana y Gentrificación: evaluación de algunos impactos demográficos, sociales y económicos de la operación urbana Faría Lima en la ciudad de San Pablo. *Medio Ambiente y Urbanización*, 65, 109-116.
- Sapatero, M. A. (2017). *La densidad urbana: concepto y metodología. Análisis comparativo de los tejidos de Madrid*. Madrid.
- Serra, R., & Coch, E. (1995). *Arquitectura y energía natural*. Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña.
- Strømman-Andersena, J., & Sattrupb, P. (2011). The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains. *Energy and Buildings*(43), 2011–2020.
- Unwin, R. (1909). *Town planning in practice; an introduction to the art of designing cities and suburbs*. Londres: T. Fisher Unwin.

- Vergara, J. (2017). Verticalización. La edificación en altura en la Región Metropolitana de Santiago (1920-2014). *Revista INVI*, 9-49.
- White, R. (1994). Strategic decisions for sustainable urban development in the Third World. *Third World Planning Review*, 16, 103-116.
- Zeng, L., Wuyan, J., & Yongcai, L. (2018). A fast approach for large-scale Sky View Factor estimation using street view images. *Building and Environment*, 74-84.
- Área de Planificación y Evaluación, S. e. (2013). Resultados Sistema de Instrumentos de Monitoreo y Evaluación (SIME).
- Ilustre Municipalidad de San Miguel. Memoria explicativa PRC (2017). Santiago. Revisado el 5 de junio de 2018. Revisado en <http://web.sanmiguel.cl/agosto/MU2940000151.pdf>
- Ilustre Municipalidad de San Miguel. Plan de Desarrollo Comunal (2016). Santiago. Consultado el 5 de junio de 2018, desde: [http://web.sanmiguel.cl/doctos/ordenanzas/plan\\_regulador/Informe%20diagnostico%20Pladeco.pdf](http://web.sanmiguel.cl/doctos/ordenanzas/plan_regulador/Informe%20diagnostico%20Pladeco.pdf)
- INE. (Mayo de 2018). *Presentación 2da Entrega de Resultados Definitivos Censo 2017*. Obtenido de Censo 2017: <http://www.censo2017.cl/>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2017). *Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones*. Santiago: MINVU.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Ley General de Urbanismo y Construcciones (2018). Decreto 458, DFL 458. Santiago. Consultado el 5 de junio de 2018, desde <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=13560>.

## 8. ANEXOS

### 8.1 Pauta entrevista

A continuación, se presenta la pauta de entrevista utilizada para la ejecución del segundo objetivo de la investigación, referente a la percepción de los residentes respecto a temáticas medio ambientales descritas en la encuesta realizada para la modificación del Plan Regulador de San Miguel el año 2016.

<p>Nº ENTREVISTA</p> <p><b>01</b></p>	<p><b>ENTREVISTA AGENTES RESIDENTES ANTIGUOS Y NUEVOS – Barrios Barros Luco y El Llano Subercaseux, San Miguel.</b></p> <p>Santiago 2018</p>	
---------------------------------------	--	--

#### I. PRESENTACIÓN.

"Buenos días/tardes, mi nombre es María José Sarquis. Soy estudiante del Magíster en Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile y me encuentro realizando un proyecto de investigación para mi tesis final del programa.

El objetivo general de la investigación es conocer el impacto del desarrollo inmobiliario en altura y el barrio y las externalidades ambientales producidas en el entorno urbano y percibidas por la comunidad residente, razón por la cual, los testimonios de diferentes residentes son claves en el estudio de este fenómeno.

La información recopilada tendrá un carácter totalmente confidencial, y que su uso será sólo para fines académicos.

#### II. DATOS PERSONALES OPCIONALES

Nombre entrevistado opcional

Tiempo residencia en la vivienda      Tipo casa antigua \*      Tipo departamento nuevo\*\*

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

Dirección (calle, número, departamento o casa)      Comuna

<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------

Teléfono móvil      Teléfono fijo      Correo electrónico

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------

Observaciones, orientación de la fachada principal.

\*Para residencia en casa antigua dirigir a pregunta ítem 1; \*\*para residencia en departamento nuevo

## I. PREGUNTAS

### 1. Percepción general del barrio de residente que habita en casa antigua

- 1.1. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?
- 1.2. ¿Cree que la calidad de vida en el barrio ha mejorado o empeorado desde la llegada de los edificios en altura? ¿en qué aspectos? (Ejemplo: asoleamiento, colapso de algunas calles, autos estacionados, seguridad, etc.)

### 2. Percepción general del barrio de residente que habita en edificio nuevo

- 2.1. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?
- 2.2. ¿Qué aspectos del entorno de su vivienda valora más? (Ejemplo: tranquilidad, calidad de vida, seguridad, áreas verdes, etc.)

### 3. Percepción de externalidades ambientales en el barrio.

#### 3.1 Respecto a la condición acústica:

- 3.1.1 ¿Se despierta en las noches a causa de ruidos molestos del exterior? ¿de qué tipo?
- 3.1.2 ¿Durante el día, puede dormir una siesta o leer con tranquilidad?
- 3.1.3 Si abre la ventana, ¿puede mantener la tranquilidad al interior de su casa?
- 3.1.4 ¿Considera agradable caminar por el barrio? ¿en qué horario? ¿por qué?

#### 3.2 Respecto a la condición térmica:

- 3.2.1 ¿Cuando camina por su barrio, siente mucho calor o hay zonas con sombra donde puede descansar?
- 3.2.2 ¿Cree que hay suficientes árboles en su entorno?
- 3.2.3 ¿Durante qué periodo utiliza calefacción en su vivienda? ¿considera que es mucho?
- 3.2.4 ¿Considera que las plazas y espacios abiertos de su barrio están ventilados en verano y protegidos en los meses más fríos?

#### 3.3 Respecto a la condición lumínica:

- 3.3.1 ¿A qué hora enciende la luz en su vivienda?
- 3.3.2 ¿Hasta qué hora se siente seguro caminando por su barrio en invierno y verano?
- 3.3.3 ¿Siente que las calles de su barrio son sombrías? ¿por qué?
- 3.3.4 ¿Considera que las calles, plazas y espacios abiertos de su barrio son seguros para transitar a cualquier hora? ¿Son espacios confortables y seguros para mujeres, niños y adultos mayores?

### 8.1.1 Transcripción de entrevistas representativas

<b>N° ENTREVISTA</b>  01	<b>ENTREVISTA AGENTES RESIDENTES ANTIGUOS Y NUEVOS – Barrio Barros Lucos, San Miguel. Santiago 2018</b>	 <b>fau</b> UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO
------------------------------------	---	---

**Nombre entrevistado (opcional)**

Susana Medina
---------------

**Tiempo residencia en la vivienda      Tipo casa antigua \*      Tipo departamento nuevo\*\***

2 meses		Depto 2018
---------	--	------------

**Dirección (calle, número, departamento o casa)      Comuna**

Ramón Subercaseaux #1269 depto C 1107	San Miguel
---------------------------------------	------------

**Teléfono móvil      Teléfono fijo      Correo electrónico**

		susanamed.b@gmail.com
--	--	-----------------------

**Observaciones.**

2 habitantes, madre e hijo. Departamento de dos dormitorios. Edificio de 19 pisos. Ubicación piso 11. Orientación poniente.
---

*\*Para residencia en casa antigua dirigir a pregunta ítem 1; \*\*para residencia en departamento nuevo dirigir a pregunta ítem 2*

**Preguntas**

1. Percepción general del barrio de residente que habita en casa antigua
  - 1.1. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?
  - 1.2. ¿Cree que la calidad de vida en el barrio ha mejorado o empeorado desde la llegada de los edificios en altura? ¿en qué aspectos? (Ejemplo: asoleamiento, colapso de algunas calles, autos estacionados, seguridad, etc.)
2. Percepción general del barrio de residente que habita en edificio nuevo
  - 2.1. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?  
Que haya seguridad. Es muy oscuro el sector. Hay luces, pero son...el problema que hay acá es de las luminarias, son bajas, está el parque que tiene luminarias oscuras. Yo vivo por el costado del parque, casi al frente.
  - 2.2. ¿Qué aspectos del entorno de su vivienda valora más? (Ejemplo: tranquilidad, calidad de vida, seguridad, áreas verdes, etc.)  
La cercanía a todo, la cercanía al metro, a la locomoción, supermercado, colegio de mi hijo, trabajo. El principal factor que evalué fue el colegio de mi hijo, que está al frente.  
¿Se evaluaron otros temas?  
La verdad es que no. Trabajo acá, mi hijo estudia acá.

¿Dónde vivías antes?

-Acá mismo en San Miguel, más cerca de Departamental.

### **3. Percepción de externalidades ambientales en el barrio.**

#### **3.1 Respecto a la condición acústica:**

3.1.1 ¿Se despierta en las noches a causa de ruidos molestos del exterior? ¿de qué tipo?

No.

3.1.2 ¿Durante el día, puede dormir una siesta o leer con tranquilidad?

Si puedo, es tranquilo acá.

3.1.3 Si abre la ventana, ¿puede mantener la tranquilidad al interior de su casa?

Si abro la ventana se mantiene, o sea, se siente un poco de ruido pero se puede estar. No se siente que moleste.

¿Hay terraza en el departamento y puedes estar en la terraza en la tarde?

Mmm Sí, tranquilamente. Ahora, no da para Gran avenida, da hacia atrás. No se los que están acá frente a la Avenida como sentirán el ruido.

3.1.4 ¿Considera agradable caminar por el barrio? ¿en qué horario? ¿por qué?

Depende de la hora. Si es de día sí, si es de noche igual me da miedo porque es muy oscuro, anda poca gente, andan estos gallos que duermen en las plazas.

¿Es básicamente por temas de seguridad?

Sí.

¿Tienes auto?

Ahora no. Porque me queda todo al lado. Y si salgo me movilizo en metro o en Uber.

¿Con qué frecuencia sales a caminar por el barrio o con tu hijo a hacer actividades?

No, una vez a la semana. En la semana igual nos movemos por aquí. Pero de paseo, más el fin de semana y vamos a otros lados.

¿Fuera de la comuna?

Sí, o mi hijo sale un rato a jugar al parque. Pero la mayor parte del tiempo o nos quedamos en el edificio o salimos pa' afuera.

¿El edificio tiene equipamientos como piscina, gimnasio? ¿Lo ocupa?

Sí.

#### **3.2 Respecto a la condición térmica:**

3.2.1 ¿Cuándo camina por su barrio, siente mucho calor o hay zonas con sombra donde puede descansar?

La verdad es que no me ha dado cuenta de eso. Pero generalmente hay harto calor.

3.2.2 ¿Cree que hay suficientes árboles en su entorno, o áreas verdes?

No. Tengo el parque acá pero para adentro hay poco. En las calles hacia adentro hay pocas áreas verdes y pocos árboles.

3.2.3 ¿Durante qué periodo utiliza calefacción en su vivienda? ¿considera que es mucho?

En el invierno. Llegamos hace poco, pero junio a agosto. Es lo mismo que donde vivía antes. Sentimos el mismo frío que antes, es igual.

3.2.4 ¿Considera que las plazas y espacios abiertos de su barrio son agradables, frescos en verano y protegidos en los meses más fríos?

Sí, son agradables. No, no hay espacios protegidos en invierno.

#### **3.3 Respecto a la condición lumínica:**

3.3.1 ¿A qué hora enciende la luz en su vivienda?

Como a las 7, cuando llego.

¿Y el fin de semana?

A la hora que empieza ya a bajar la luz, también tipo 7.

¿Necesitan en el día prender la luz?

No.

3.3.2 ¿Hasta qué hora se siente seguro caminando por su barrio en invierno y verano?

No hasta que empieza a oscurecer. Entre las 6 y las 7.

¿Y en verano salían más?

Claro, pero es cómo lo mismo. Una vez que se va el sol, ya no salimos.

3.3.3 ¿Siente que las calles de su barrio son sombrías? ¿por qué?

No.

3.3.4 ¿Considera que las calles, plazas y espacios abiertos de su barrio son seguros para transitar a cualquier hora? ¿Son espacios confortables y seguros para mujeres, niños y adultos mayores?

Mmm no, no son confortables. A ver, para las calles hacia adentro por ejemplo, no es seguro andar en silla de ruedas.

¿Qué le gustaría mejorar en su barrio?

Mejorar las veredas, la iluminación, el parque, que tenga más parque, más manutención.

<b>N° ENTREVISTA</b> A  01	<b>ENTREVISTA AGENTES RESIDENTES ANTIGUOS Y NUEVOS – Barrio Barros Lucos, San Miguel. Santiago 2018</b>	
-------------------------------------	---	---

### I. PRESENTACIÓN.

“Buenos días/tardes, nuestros nombres son María José Sarquis y Daniela Villouta. Somos estudiantes del Magíster en Urbanismo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile y nos encontramos realizando un proyecto de investigación correspondiente al curso Evaluación de proyectos urbano-ambientales.

El objetivo general de la investigación es conocer el impacto del desarrollo inmobiliario en altura y el barrio y las externalidades ambientales producidas en el entorno urbano y percibidas por la comunidad residente, razón por la cual, los testimonios de diferentes residentes son claves en el estudio de este fenómeno.

La información recopilada tendrá un carácter totalmente confidencial, y que su uso será sólo para fines académicos.

### II. DATOS PERSONALES OPCIONALES

**Nombre entrevistado opcional**

Silvia Sckmauck

**Tiempo residencia en la vivienda**

**Tipo casa antigua \***

**Tipo departamento nuevo\*\***

40 años	x	
---------	---	--

**Dirección (calle, número, departamento o casa)**

**Comuna**

Pedro Alarcon con Actor Bagena	San Miguel
--------------------------------	------------

**Teléfono móvil**

**Edad**

**Correo electrónico**

	70	
--	----	--

**Observaciones.**

Composición 3 habitantes, madre, padre 1 hijo

*\*Para residencia en casa antigua dirigir a pregunta ítem 1; \*\*para residencia en departamento nuevo dirigir a pregunta ítem 2*

## I. PREGUNTAS

1. **Percepción general del barrio de residente que habita en casa antigua**
  - 1.1. **¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?**

Los edificios me preocupan, son demasiados edificios, no existían ninguno de los que tu ves parados, desde los años 80, antes esto era todo casas, ha sido todo muy rápido. Me afecta la tierra, el polvo, el ruido de los camiones pesados que pasan, los camiones de mezcla del mismo cemento que está suelto. La congestión ha aumentado, de todas maneras. La seguridad no ha cambiado, a pesar que este barrio está cerca de la Legua, está a cuatro o cinco cuadras de acá...
  - 1.2. **¿Cómo considera la calidad de vida en el barrio desde la llegada de los edificios en altura? ¿en qué aspectos?**

La verdad es que a mí no me ha afectado en nada, pero espero que sea lo mejor.
2. **Percepción general del barrio de residente que habita en edificio nuevo**
  - 2.1. **¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?**
  - 2.2. **¿Qué aspectos del entorno de su vivienda valora más? (Ejemplo: tranquilidad, calidad de vida, seguridad, áreas verdes, etc.)**
3. **Percepción de externalidades ambientales en el barrio.**
  - 3.1 **Respecto a la condición acústica:**
    - 3.1.1 **¿Se despierta en las noches a causa de ruidos molestos del exterior? ¿de qué tipo?**

No, para nada
    - 3.1.2 **¿Durante el día, puede dormir una siesta o leer con tranquilidad?**

Si, puedo salir al patio, si lo único que molesta es el ruido de las máquinas y los camiones con mezclas que son los más pesados, en la noche no están.
    - 3.1.3 **Si abre la ventana, ¿puede mantener la tranquilidad al interior de su casa?**

Eso sí, claro porque uno no puede escuchar música en una forma decente, suave, porque no se escucha, el internet es malo por la altura de las torres, hay pésima señal. Hasta el minuto yo no he tenido problemas de agua pero se está viendo, dicen que por ejemplo el primer edificio de Gran Avenida hacia adentro en época de verano hubieron muchas personas que dejaron sus departamentos por el mismo tema del agua, porque no les llegaba agua del quinto piso hacia arriba.
    - 3.1.4 **¿Considera agradable caminar por el barrio? ¿en qué horario? ¿por qué?**

Si, es agradable, obviamente que ahora está mucho más solo, ahora el sábado y el domingo tu no ves un alma, ahora está mucho más solo, porque hay puras construcciones que están en teoría habitados, es gente que trabaja y llega en la noche. Antes uno se conocía con los vecinos, había más movimiento si eran puras casas habitadas. De todas maneras es mejor salir a caminar temprano, pero sólo para ir a comprar.
  - 3.2 **Respecto a la condición térmica:**
    - 3.2.1 **¿Cuando camina por su barrio, siente mucho calor o hay zonas con sombra donde puede descansar?**

Si, hay mucho calor, y no hay bancas para sentarse. Me gusta la tranquilidad cuando salgo a comprar pero me desagradan la soledad, es muy solo. Por ejemplo yo no salgo después de las 7 de la tarde, no, sola no. Netamente por temor a que me pase algo, a que me asalten. Si hubiera más iluminación me sentiría más segura, la iluminación es pésima, la gente de la Legua tiene mejor iluminación que la calle de la municipalidad, imagínese, estas mismas dos cuadras, hay dos postes de luz en dos cuadras y todas las noches se sienta un tipo ahí y esas cosas dan miedo. Nosotros cerramos a las

7 de la tarde y no anda ningún alma, y cerrar sola ya es un problema, esas cosas dan miedo. Antes eso no era así, estabas rodeada de casas, de gente.

### **3.2.2 ¿Cómo considera las áreas verdes y los árboles en su barrio?**

No, me gustaría que hubieran más, para protegerse uno del calor, para tener sombra, para cuidarlas. A mi me encanta la vegetación como paisaje para cuidar.

### **3.2.3 ¿Durante qué periodo utiliza calefacción en su vivienda? ¿considera que es mucho?**

Uso calefacción desde marzo hasta agosto, antes eso no era igual, antes yo no necesitaba prender la estufa tanto tiempo.

### **3.2.4 ¿Considera que las plazas y espacios abiertos de su barrio están ventilados en verano y protegidos en los meses más fríos?**

En verano no es agradable el barrio, no hay donde resguardarse. En invierno es lo mismo no tienes donde protegerte. Los edificios al menos en esta cuadra no afectaron la vegetación porque los parques siempre han sido los mismos, han hecho más edificios pero los parques siempre han sido los mismos.

## **3.3 Respecto a la condición lumínica:**

### **3.3.1 ¿A qué hora enciende la luz en su vivienda?**

Enciendo la luz desde la mañana, a la hora que me levanto está oscuro, mi cocina es oscura. Resulta que los edificios te tapan la luz, mi casa es bajita y eso hace que no te llegue luz.

### **3.3.2 ¿Hasta qué hora se siente seguro caminando por su barrio en invierno y en verano? ¿Por qué?**

No más allá de las 7, si esta oscuro yo no salgo, al menos en invierno en verano es más. No es agradable caminar por el barrio por que anda mucha gente de la calle que no sabes a que te expones, y sola, a qué vas a salir? No vale la pena.

### **3.3.3 ¿Cómo observa la iluminación de las calles de su barrio? ¿por qué?**

Si, falta iluminación, los edificios te tapan la luz y además hay dos postes en esta cuadra.

### **3.3.4 ¿Cómo considera las calles, plazas y espacios abiertos de su barrio respecto a la seguridad? ¿Son espacios confortables y seguros para mujeres, niños y adultos mayores?**

Son peligroso, el barrio es solitario, no anda gente y a mi eso me da miedo.

### **¿Cómo observa la congestión vehicular en su barrio con respecto a la llegada de edificios nuevos?**

Si ha habido cambios, de lunes a viernes no hay donde estacionar, todo esto en la calle son autos, si hasta arriba de la vereda, por ambos lados, si la misma gente que viene a trabajar en los edificios viene en auto. No hay donde estacionar, ni dios lo quiera una desgracia la ambulancia no sabe por dónde entrar.

## **II. DATOS PERSONALES OPCIONALES**

### **Nombre entrevistado opcional**

Diego

Tiempo residencia en la vivienda

Tipo casa antigua \*

Tipo departamento nuevo\*\*

25 años		x
---------	--	---

<b>Dirección (calle, número, departamento o casa)</b>	<b>Comuna</b>
Barrio El Llano Subercaseux	San Miguel

<b>Teléfono móvil</b>	<b>Edad</b>	<b>Correo electrónico</b>
	30	

**Observaciones.**

Composición 2 habitantes, madre e hijo.

*\*Para residencia en casa antigua dirigir a pregunta ítem 1; \*\*para residencia en departamento nuevo dirigir a pregunta ítem 2*

## I. PREGUNTAS

1. Percepción general del barrio de residente que habita en casa antigua
  - 1.1. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?
  - 1.2. ¿Cómo considera la calidad de vida en el barrio desde la llegada de los edificios en altura? ¿en qué aspectos?  
Colapso en tema vial y en luminosidad. Ha aumentado mucho en tráfico, hay más congestión.
  
2. **Percepción general del barrio de residente que habita en edificio nuevo**
  - 2.1. **¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?**  
Áreas verdes. -¿Consideras que es una variable que esta satisfecha? – Dentro de la comuna no, hay pocas áreas verdes.
  - 2.2. **¿Qué aspectos del entorno de su vivienda valora más? (Ejemplo: tranquilidad, calidad de vida, seguridad, áreas verdes, etc.)**  
Seguridad.
  
3. **Percepción de externalidades ambientales en el barrio.**
  - 3.1 **Respecto a la condición acústica:**
    - 3.1.1 **¿Se despierta en las noches a causa de ruidos molestos del exterior? ¿de qué tipo?**  
A veces, sí. Son de gente carreteando en la plaza. Ha aumentado en los últimos cinco años. Son residentes de la comuna.
    - 3.1.2 **¿Durante el día, puede dormir una siesta o leer con tranquilidad?**  
Día domingo no, pero los otros sí. El domingo se ponen un grupo de evangélicos afuera.
    - 3.1.3 **Si abre la ventana, ¿puede mantener la tranquilidad al interior de su casa?**  
No, no hay problema, duermo con las ventanas abiertas.
    - 3.1.4 **¿Considera agradable caminar por el barrio? ¿en qué horario? ¿por qué?**  
Sí, es agradable, camino al líder regularmente. Por paseo no, pero tengo el super al lado. Camino en cualquier horario. Para recreación voy afuera de la comuna.
  
  - 3.2 **Respecto a la condición térmica:**
    - 3.2.1 **¿Cuándo camina por su barrio, siente mucho calor o hay zonas con sombra donde puede descansar?**  
En verano hace mucho calor, dentro del calentamiento global normal, hace mucho calor. Y en invierno mucho frío. Pero como en cualquier lugar.
    - 3.2.2 **¿Cómo considera las áreas verdes y los árboles en su barrio?**  
No hay muchos, faltan muchos árboles y eso que vivo al frente de una plaza. En la comuna hay pocas áreas verdes. Mi ideal de comuna sería que el parque el Llano llegue hasta lo Ovalle, un gran parque en toda la comuna.

Es necesario estudiar que tipo de árbol se planta, pensando en la sombra.

**3.2.3 ¿Durante qué periodo utiliza calefacción en su vivienda? ¿considera que es mucho?**

Junio y julio. No me gusta mucho la calefacción. Yo duermo suponte con las ventanas abiertas, me carga el encierro. Tiene que hacer mucho frío para que prenda la calefacción, generalmente cuando me visto en la mañana la prendo un rato.

**3.2.4 ¿Considera que las plazas y espacios abiertos de su barrio están ventilados en verano y protegidos en los meses más fríos?**

Las que hay sí. No hay para resguardarse, hay árboles nomás.

**3.3 Respecto a la condición lumínica:**

**3.3.1 ¿A qué hora enciende la luz en su vivienda?**

¿En horario de invierno, contando la mañana? – Dinos en la mañana y en la tarde. Mmm en la mañana como a las 7 de la mañana y después en la tarde, mm como a las 6 de la tarde. Durante el día no estoy. -¿y el fin de semana? . En la mañana duermo hasta tarde, y en la tarde la prendo, mm depende a veces tipo 4 de la tarde o más tarde, según lo que tenga que hacer.

**3.3.2 ¿Hasta qué hora se siente seguro caminando por su barrio en invierno y en verano? ¿Por qué?**

24 horas. Es seguro. Para una mujer es más complicado pero dentro de todo es seguro.

**3.3.3 ¿Cómo observa la iluminación de las calles de su barrio? ¿por qué?**

Yo me siento seguro, pero no se si para todos.

**3.3.4 ¿Cómo considera las calles, plazas y espacios abiertos de su barrio respecto a la seguridad? ¿Son espacios confortables y seguros para mujeres, niños y adultos mayores?**

En general sí. -¿Te gustaría mejorar algo en tu barrio? - Además de plazas que siempre voy a querer más, luminarias peatonales, no hay y me encantaría que hubieran. Sería bueno agrandar las veredas, poner más pasto más vegetación, tierra y árbol. Un hermooseamiento pero sin ladrillo molido jajaja.

El paisaje y los edificios no tienen ninguna armonía, están puestos en el lugar que quisieron con la orientación que quisieron, los pisos que quisieron. En el Llano algunos están mejor pero en general hay un desorden, cero armonía. A mí me gusta vivir en edificio porque es fácil, no tengo que regar áreas verdes. Pero creo que se han hecho mal, yo como profesional, creo que hay que hacer departamentos pero no como se han hecho, hay que hacer normativa mejor. No puede ser que sean de 45 m2.

**II. DATOS PERSONALES OPCIONALES**

**Nombre entrevistado opcional**

Cristian
----------

**Tiempo residencia en la vivienda**

**Tipo casa antigua \***

**Tipo departamento nuevo\*\***

25 años		x
---------	--	---

**Dirección (calle, número, departamento o casa)**

**Comuna**

Barrio El Llano Subercaseux	San Miguel
-----------------------------	------------

**Teléfono móvil**

**Edad**

**Correo electrónico**

	50	cristianr.castillo@gmail.com
--	----	------------------------------

**Observaciones.**

Vive solo. 80m2. Orientación norte piso 15. Antes vivía en el centro.

*\*Para residencia en casa antigua dirigir a pregunta ítem 1; \*\*para residencia en departamento nuevo dirigir a pregunta ítem 2*

## I. PREGUNTAS

1. Percepción general del barrio de residente que habita en casa antigua
  - 1.1. ¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?
  - 1.2. ¿Cómo considera la calidad de vida en el barrio desde la llegada de los edificios en altura? ¿en qué aspectos?

Colapso en tema vial y en luminosidad. Ha aumentado mucho en tráfico, hay más congestión.
2. **Percepción general del barrio de residente que habita en edificio nuevo**
  - 2.1. **¿Cuáles son sus principales preocupaciones en relación al entorno de su vivienda?**

La seguridad.
  - 2.2. **¿Qué aspectos del entorno de su vivienda valora más? (Ejemplo: tranquilidad, calidad de vida, seguridad, áreas verdes, etc.)**

La orientación, nor.oriente. Piso 15. La relación precio, tamaño ubicación para mi es perfecto. Me fije para comprar que estaba cercano a un supermercado, áreas verdes. Mire hacia la Gran Avenida. Supermercado y metro cerca.
3. **Percepción de externalidades ambientales en el barrio.**
  - 3.1 **Respecto a la condición acústica:**
    - 3.1.1 **¿Se despierta en las noches a causa de ruidos molestos del exterior? ¿de qué tipo?**

De las amuelacias y gritos de la urgencia cuando muere alguien.
    - 3.1.2 **¿Durante el día, puede dormir una siesta o leer con tranquilidad?**

Sí. No tengo problema.
    - 3.1.3 **Si abre la ventana, ¿puede mantener la tranquilidad al interior de su casa?**

Sí. Salgo a la terraza, me tomo mis copetes me fumo mis pitos. No me hago problema. No hay tanto ruido.
    - 3.1.4 **¿Considera agradable caminar por el barrio? ¿en qué horario? ¿por qué?**

Sí, pero hacia Gran Avenida. Hacia los interiores no, no hay brillo, no hay para que ir. Puros edificios, algunas casas con un solo frente. No hay nada que hacer. Voy solo hacia Gran Avenida. Camino hacia el metro, sino no. No salgo a caminar por otra cosa. A San Miguel le falta mucho, cierra el supermercado y no hay donde ir.
  - 3.2 **Respecto a la condición térmica:**
    - 3.2.1 **¿Cuándo camina por su barrio, siente mucho calor o hay zonas con sombra donde puede descansar?**

En verano el único sitio de descanso es la Gran Avenida. Es desagradable caminar por otros lugares. En invierno lo mismo.
    - 3.2.2 **¿Cómo considera las áreas verdes y los árboles en su barrio?**

Hay árboles y espacios públicos pero solo en Gran Avenida. Todo enfocado ahí. Hacia las calles interiores nada. La Municipalidad debiera pedirle a las inmobiliarias que considere espacios verdes entre los edificios.
    - 3.2.3 **¿Durante qué periodo utiliza calefacción en su vivienda? ¿considera que es mucho?**

Junio y julio. No me gusta mucho la calefacción. Yo duermo suponte con las ventanas abiertas, me carga el encierro. Tiene que hacer mucho frío para que prenda la calefacción, generalmente cuando me visto en la mañana la prendo un rato.

Acá en la calle se arma una corriente de viento es distinto que en Gran Avenida.
  - 3.3 **Respecto a la condición lumínica:**
    - 3.3.1 **¿A qué hora enciende la luz en su vivienda?**

A las 6 o 7 de la tarde. En las noches y en la mañana temprano. Baño y cocina son luz obligada, no tengo ventanas.
    - 3.3.2 **¿Hasta qué hora se siente seguro caminando por su barrio en invierno y en verano? ¿Por qué?**

Aaah buena pregunta. Yo diría como hasta las 10 de la noche, después se torna.... Yo diría que porque no hay mucha iluminación acá y camina poca gente, gente extraña al sector. Y el sector aledaño para allá es peluo.

**3.3.4 ¿Cómo considera las calles, plazas y espacios abiertos de su barrio respecto a la seguridad? ¿Son espacios confortables y seguros para mujeres, niños y adultos mayores? ¿Lo espacios, que espacios?.** Acá en mi entorno inmediato es super brutal, super brutal. No hay asientos, no hay plazas, acá en los alrededores no hay plazas. No hay árboles, corre viento. En esta cuadra es más frío, ahora a mí me agrada que se poble esta cosa pero por un tema de rentabilidad de plusvalía pero nada más, es brutal. Para un adulto mayor es difícil. No son nada confortables.

## 8.1.2 Consentimientos informados de entrevistas presentadas

**Consentimiento Informado**

A través de la presente, expongo estar informado(a) que e/lla estudiante de Magister en Urbanismo de la Universidad de Chile Srta. SR. A. JESUSILVA con Rut 15.800.170 de profesión ARQUITETA, se encuentra realizando una investigación para la asignatura Evaluación Urbano Ambiental de Proyecto, y declaro ser mayor de edad. El objetivo de la entrevista es CONOCER EL IMPACTO DE ESTOS EN EL ESPACIO PÚBLICO.

Para ello acepto ser entrevistado(a), durante alrededor de 30 minutos aproximadamente, para conversar sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre dicho caso. En el presente documento manifiesto que e/lla investigadora/a a cargo de la entrevista me ha informado que lo que yo exprese será expuesto y materia de análisis dentro de la investigación que lleva, resguardando la privacidad y el anonimato.

También ella/ él entrevistador se compromete a hacer una entrega de los resultados de la investigación al finalizar el proceso, si fuera requerido.

Sé que lo que yo diga en esta entrevista será tratado con responsabilidad y sin que se entregue ningún dato que yo no haya emitido. Además, estoy informado que tengo el derecho de negarme a contestar algunas preguntas y que puedo retirar mi participación en cualquier momento que lo desee. Si tengo alguna duda o preocupación luego de realizada la entrevista, el entrevistador está en la obligación de aclararla y en el caso que lo estime pertinente, podrá contactarme con ella a su teléfono personal que me facilitará para plantear cualquier pregunta o queja sobre la entrevista.

**En total conocimiento, otorgo mi autorización para: 1. Ser entrevistado(a) sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre IMPACTO DE EDIFICIOS NUEVOS**

Organización/Institución/Rol: PROPIETARIO EDIFICIO NUEVO.

Firma Entrevistado/a: [Firma] Fecha: \_\_\_\_\_

Entrevistador: M. P. SARRIS GANIERA VINOYA. Firma: [Firma]

Teléfono Entrevistador: +569- \_\_\_\_\_

**Consentimiento Informado**

A través de la presente, expongo estar informado(a) que el/la estudiante de Magister en Urbanismo de la Universidad de Chile Srta. /Sr. M. JOSE SARRIENS con Rut 14.101.111-7 de profesión ARQUITETA, se encuentra realizando una investigación para la asignatura Evaluación Urbano Ambiental de Proyecto, y declaro ser mayor de edad. El objetivo de la entrevista es ESTUDIAR EL IMPACTO DE EDIFICIOS EN EL ESPACIO PÚBLICO.

Para ello acepto ser entrevistado(a), durante alrededor de 30 minutos aproximadamente, para conversar sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre dicho caso. En el presente documento manifiesto que el/la investigador/a a cargo de la entrevista me ha informado que lo que yo exprese será expuesto y materia de análisis dentro de la investigación que lleva, resguardando la privacidad y el anonimato.

También ella/ él entrevistador se compromete a hacer una entrega de los resultados de la investigación al finalizar el proceso, si fuera requerido.

Sé que lo que yo diga en esta entrevista será tratado con responsabilidad y sin que se entregue ningún dato que yo no haya emitido. Además, estoy informado que tengo el derecho de negarme a contestar algunas preguntas y que puedo retirar mi participación en cualquier momento que lo desee. Si tengo alguna duda o preocupación luego de realizada la entrevista, el entrevistador está en la obligación de aclararla y en el caso que lo estime pertinente, podré contactarme con ella a su teléfono personal que me facilitará para plantear cualquier pregunta o queja sobre la entrevista.

En total conocimiento, otorgo mi autorización para: 1. Ser entrevistado(a) sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre IMPACTO DE EDIFICIOS NUEVOS

Organización/Institución/Rol: MUNICIPALIDAD SAN ANTONO  
PROPIETARIO VIVIENDA ANTILLA

Firma Entrevistado/a: [Firma] Fecha: 28.06.2018

Entrevistador: M. JOSE SARRIENS Firma: [Firma]  
DANIELA VILLOVA

Teléfono Entrevistador: +569-

**Consentimiento Informado**

A través de la presente, expongo estar informado(a) que el/la estudiante de Magister en Urbanismo de la Universidad de Chile Srta. /Sr. \_\_\_\_\_ con Rut \_\_\_\_\_ de profesión \_\_\_\_\_, se encuentra realizando una investigación para la asignatura Evaluación Urbano Ambiental de Proyecto, y declaro ser mayor de edad. El objetivo de la entrevista es \_\_\_\_\_.

Para ello acepto ser entrevistado(a), durante alrededor de 30 minutos aproximadamente, para conversar sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre dicho caso. En el presente documento manifiesto que el/la investigador/a a cargo de la entrevista me ha informado que lo que yo exprese será expuesto y materia de análisis dentro de la investigación que lleva, resguardando la privacidad y el anonimato.

También ella/ él entrevistador se compromete a hacer una entrega de los resultados de la investigación al finalizar el proceso, si fuera requerido.

Sé que lo que yo diga en esta entrevista será tratado con responsabilidad y sin que se entregue ningún dato que yo no haya emitido. Además, estoy informado que tengo el derecho de negarme a contestar algunas preguntas y que puedo retirar mi participación en cualquier momento que lo desee. Si tengo alguna duda o preocupación luego de realizada la entrevista, el entrevistador está en la obligación de aclararla y en el caso que lo estime pertinente, podré contactarme con ella a su teléfono personal que me facilitará para plantear cualquier pregunta o queja sobre la entrevista.

En total conocimiento, otorgo mi autorización para: 1. Ser entrevistado(a) sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre \_\_\_\_\_.

Organización/Institución/Rol: PROPIETARIO VIVIENDA NAHUEYOANES

Firma Entrevistado/a: [Firma] Fecha: \_\_\_\_\_

Entrevistador: DANIELA VILLOVA Firma: [Firma]

Teléfono Entrevistador: +569-

**Consentimiento Informado**

A través de la presente, expongo estar informado(a) que el/la estudiante de Magister en Urbanismo de la Universidad de Chile Srta. /Sr. DANIELA VILLOTA con Rut. 14.447.237-5 de profesión ARQUITETA, se encuentra realizando una investigación para la asignatura Evaluación Urbano Ambiental de Proyecto, y declaro ser mayor de edad. El objetivo de la entrevista es CONOCER EL IMPACTO DE LOS ESPACIOS PÚBLICOS.

Para ello acepto ser entrevistado(a), durante alrededor de 30 minutos aproximadamente, para conversar sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre dicho caso. En el presente documento manifiesto que el/la investigador/a a cargo de la entrevista me ha informado que lo que yo exprese será expuesto y materia de análisis dentro de la investigación que lleva, resguardando la privacidad y el anonimato.

También ella/ él entrevistador se compromete a hacer una entrega de los resultados de la investigación al finalizar el proceso, si fuera requerido.

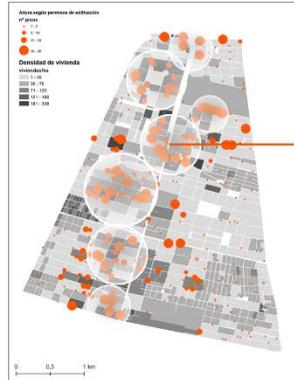
Sé que lo que yo diga en esta entrevista será tratado con responsabilidad y sin que se entregue ningún dato que yo no haya emitido. Además, estoy informado que tengo el derecho de negarme a contestar algunas preguntas y que puedo retirar mi participación en cualquier momento que lo desee. Si tengo alguna duda o preocupación luego de realizada la entrevista, el entrevistador está en la obligación de aclararla y en el caso que lo estime pertinente, podré contactarme con ella a su teléfono personal que me facilitará para plantear cualquier pregunta o queja sobre la entrevista.

En total conocimiento, otorgo mi autorización para: 1. Ser entrevistado(a) sobre diversos tópicos relativos a mi opinión sobre IMPACTO DE MITES

Organización/Institución/Rol <u>PROPIETARIO EDIFICIO NUBLO</u>	
Firma Entrevistado/a: <u>[Firma]</u>	Fecha: _____
Entrevistador: <u>DANIELA VILLOTA</u>	Firma: <u>[Firma]</u>
Teléfono Entrevistador: +569-	

**8.2 Selección áreas de estudio**

Para seleccionar los casos de estudio se realizó un estudio previo de diferentes zonas que cumplieran con la condición de densificación con permisos de edificación en altura otorgados durante los años 2010 y 2017. Para ello, se realizaron cartografías comparativas y levantamientos de las edificaciones de las zonas respectivas. Con esa información, se seleccionaron casos de estudio que cumplieran con edificaciones enfrentadas tanto en los ejes de orientación oriente-poniente como norte-sur, buscando que las características morfológicas fueran comparables. A continuación, se presentan las áreas que fueron descartadas para esta investigación, pero se podrían trabajar en otras futuras.



**M1**

Superficie: 1,36 há  
 Total de Viviendas: 20  
 Densidad Vivienda: 14,68  
 Densida Población: 38,16

**M2**

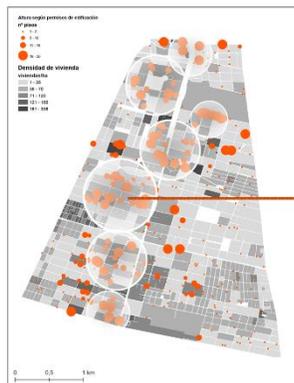
Superficie: 1,50 há  
 Total de Viviendas: 90  
 Densidad Vivienda: 59,91  
 Densida Población: 154,44

**M3**

Superficie: 2,32 há  
 Total de Viviendas: 262  
 Densidad Vivienda: 112,98  
 Densida Población: 275,12

**M4**

Superficie: 1,34 há  
 Total de Viviendas: 134  
 Densidad Vivienda: 99,9  
 Densida Población: 200,55



**M1**

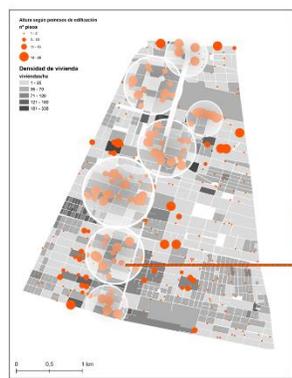
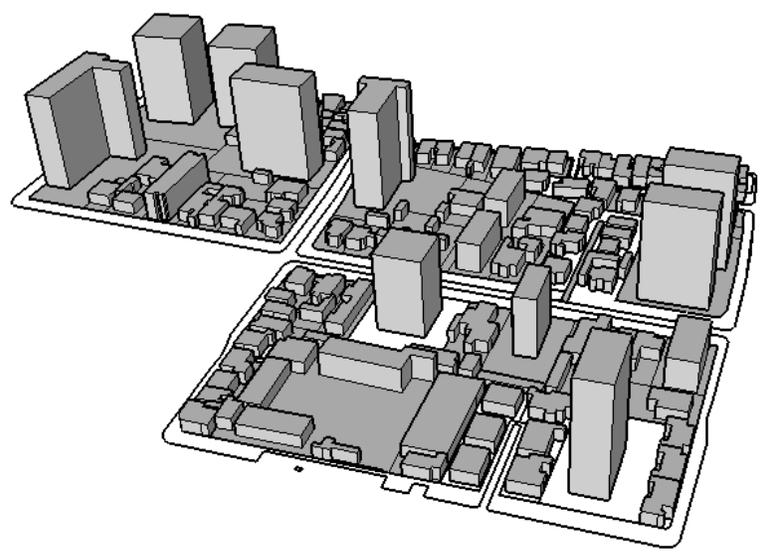
Superficie: 2,16 há  
 Total de Viviendas: 184  
 Densidad Vivienda: 85,38  
 Densida Población: 203,24

**M2**

Superficie: 2,59 há  
 Total de Viviendas: 233  
 Densidad Vivienda: 89,83  
 Densida Población: 232,08

**M3**

Superficie: 2,60 há  
 Total de Viviendas: 233  
 Densidad Vivienda: 89,56  
 Densida Población: 227,56



**M1**

Superficie: 1,97 há  
 Total de Viviendas: 322  
 Densidad Vivienda: 163, 60  
 Densida Población: 220

**M2**

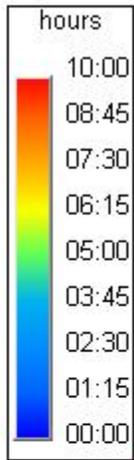
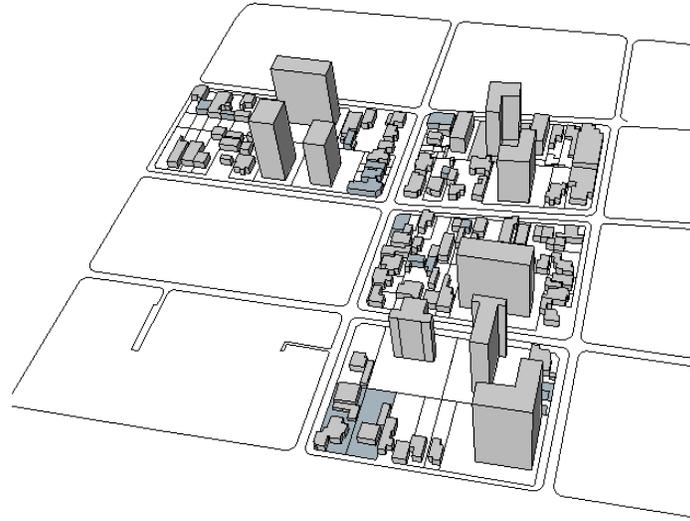
Superficie: 1,62 há  
 Total de Viviendas: 323  
 Densidad Vivienda: 199,81  
 Densida Población: 423, 93

**M3**

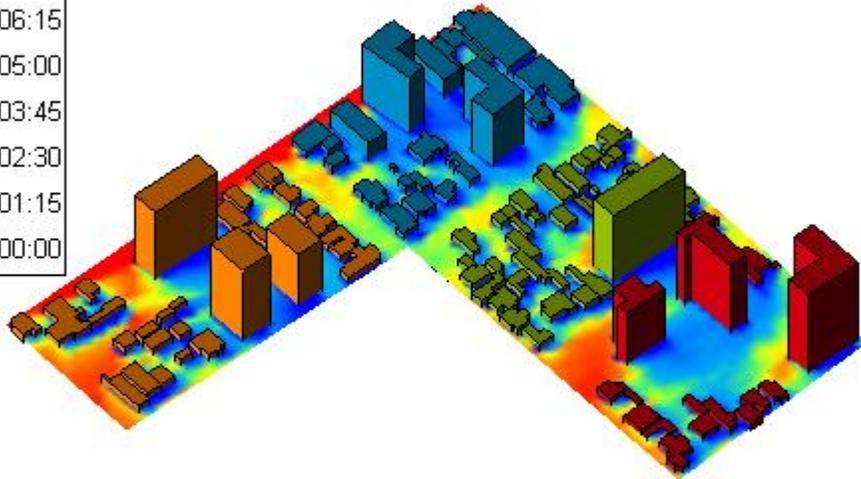
Superficie: 1,54 há  
 Total de Viviendas: 294  
 Densidad Vivienda: 190, 31  
 Densida Población: 368, 32

**M4**

Superficie: 1, 55 há  
 Total de Viviendas: 351  
 Densidad Vivienda: 226, 02  
 Densida Población: 345, 14

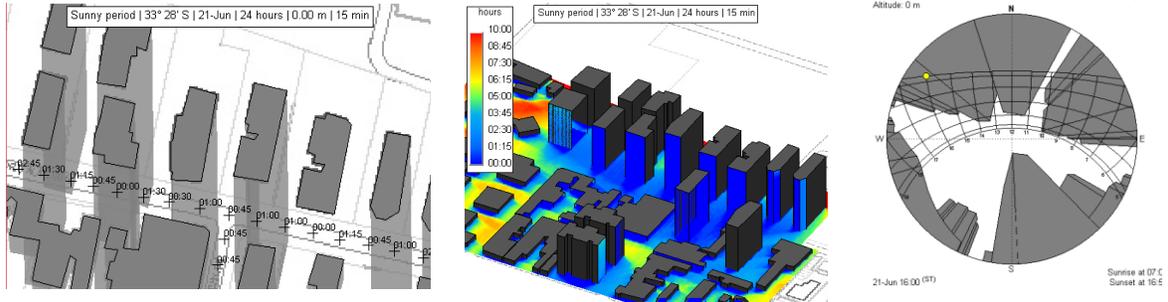


Sunny period | 33° 28' S | 21-Jun | 24 hours | 15 min

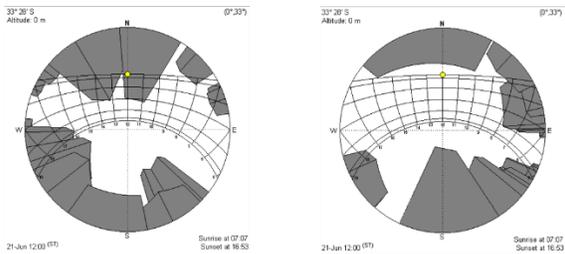


### 8.3 Cálculos complementarios de acceso solar

#### Eje Alcalde Pedro Alarcón

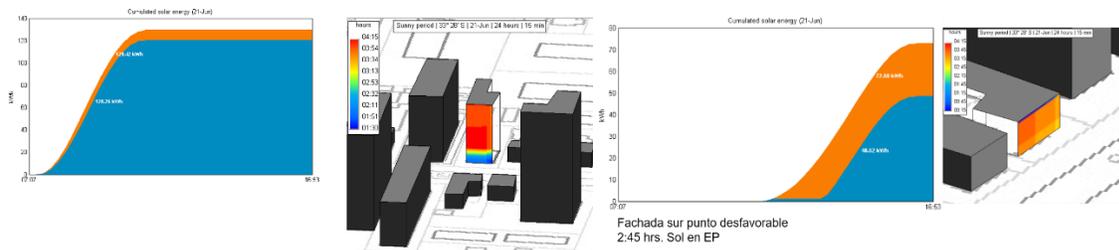


#### Eje José Joaquín Vallejos

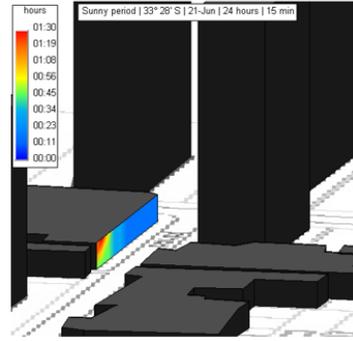
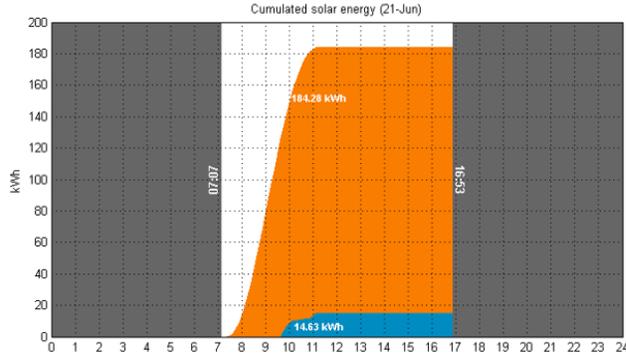


Carta solar punto desfavorable

Carta solar punto favorable



#### Eje Chiloé



## Eje Ricardo Morales

