



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA DE POSTGRADO  
MAGÍSTER DE URBANISMO

# **Externalidades energéticas producidas por nuevos proyectos inmobiliarios en altura**

## **Bloqueo al acceso solar en la ciudad**

Casos de estudio:  
Cuadrantes de Santiago y Ñuñoa

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN URBANISMO

Tesista: Constructor Civil. Francisco Miranda Iñiguez

Profesor Guía: Dra. Arq. Luz Alicia Cárdenas Jirón

Santiago de Chile, 14 de Diciembre del 2016

	N° Pagina
<b>Resumen.....</b>	6
<b>1. Planteamiento del estudio.....</b>	8
1.1. Elección y fundamentación del tema.....	8
1.2. Planteamiento del problema, hipótesis y objetivos.....	8
1.2.1. Pregunta de investigación.....	9
1.2.2. Hipótesis.....	9
1.2.3. Objetivo general.....	9
1.2.4. Objetivos específicos.....	9
1.3. Resultados esperados.....	10
<b>2. Metodología.....</b>	10
2.1. Pasos metodológicos.....	10
Paso A.- .....	10
Paso B.- .....	13
Paso C.- .....	13
2.2. Definición de técnicas y procedimientos de recolección de información.....	14
<b>3. Marco teórico.....</b>	15
3.1. Problemáticas energéticas mundiales.....	15
3.2. Antecedentes asociados a la importancia de la energía solar.....	16
3.2.1. Tipos de radiación.....	17
3.2.2. Concepto de acceso solar.....	17
3.3. Variables, factores influyentes, estudios respecto al acceso solar y proyecciones de obstrucción (sombra).....	18
3.4. Leyes, normativas y regulaciones asociadas a la energía solar.....	19
3.4.1. Primer Trámite Constitucional: Senado ley Net Billing.....	21
3.5. Externalidades entre la densificación en altura y el acceso solar (medioambiente urbano).....	21
3.5.1. Externalidad y calidad medio ambiental asociada al acceso solar....	21
3.6. Factores y condicionantes de los sistemas de captación solar y generación de energía:.....	22
3.6.1. Cálculos y compensaciones relativas a la radiación solar.....	23

3.6.2. Principales métodos de captación solar y situación geográfica.....	23
3.6.2.1. Generaciones de células fotovoltaicas.....	24
3.6.2.2. Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica y sistemas de transformación térmicos.....	24
3.6.3. Diseño urbano y arquitectónico con eficiencia energética.....	26
3.7. Antecedentes respecto a usos y transferencias de energía solar generada.....	27
<b>4. Análisis urbano, inmobiliario y geográfico para determinar los óptimos cuadrantes de estudio.....</b>	<b>29</b>
4.1. Caso de estudio.....	29
4.2. Variables geográficas y urbanas que condicionan la accesibilidad solar.....	30
4.2.1. Descripción climatológica.....	30
4.2.2. Características geográficas de la ciudad de Santiago.....	30
4.2.3. Análisis del desarrollo inmobiliario en altura (2002 -2015) en la región metropolitana.....	30
4.3. Análisis inmobiliario.....	38
4.3.1. Comuna de Santiago.....	38
4.3.2. Comuna de Ñuñoa.....	39
4.4. Determinación de los cuadrantes de estudio.....	40
4.4.1. Comuna de Santiago.....	41
4.4.2. Comuna de Ñuñoa.....	44
<b>5. Calculo en modelo 3D de radiación solar para propiedades con y sin bloqueo solar inmobiliario.....</b>	<b>48</b>
5.1. Modelamiento de cuadrantes en estudio, para cálculo, análisis y comparación de radiación y exposición solar en propiedades sin y con bloqueo solar.....	48
5.1.1. Análisis comuna de <u>Santiago</u> .....	48
5.1.1.1. Análisis de radiación solar horizontal y vertical Cuadrante Santiago.....	51
5.1.1.1.1. Resultado anual.....	52
5.1.1.1.2. Resultado estación de verano.....	55
5.1.1.1.3. Resultados estación de otoño.....	58
5.1.1.1.4. Resultado estación de invierno.....	61
5.1.1.1.5. Resultado estación de primavera.....	64
5.1.1.1.6. Análisis comparativo de captación solar.....	67
5.1.1.2. Análisis de exposición solar horizontal y vertical cuadrante	71

Santiago.....	
5.1.1.2.1. Resultado anual.....	71
5.1.1.2.2. Análisis gráfico de exposición solar horizontal y vertical....	74
5.1.2. Análisis comuna de <u>Ñuñoa</u> .....	78
5.1.2.1. Análisis de radiación solar horizontal y vertical cuadrante Ñuñoa.....	81
5.1.2.1.1. Resultado anual.....	82
5.1.2.1.2. Resultado estación verano.....	85
5.1.2.1.3. Resultados estación de otoño.....	88
5.1.2.1.4. Resultado estación de invierno.....	91
5.1.2.1.5. Resultado estación de primavera.....	94
5.1.2.1.6. Análisis de gráfico captación solar.....	97
5.1.2.2. Exposición solar horizontal y vertical cuadrante Ñuñoa.....	101
5.1.2.2.1. Resultado anual.....	101
5.1.2.2.2. Análisis gráfico de exposición solar por estación.....	103
5.2. Evaluación final de casos.....	106
5.3. Calculo de energía producida a través de paneles fotovoltaicos evaluados en escenario con y sin bloqueo solar.....	108
5.3.1. Funcionamiento, tipología y rendimiento de los paneles solares.....	108
5.3.2. Diferencia en la generación eléctrica entre exposición normal y exposición con bloqueo inmobiliario.....	110
5.3.3. Calculo para 1 m <sup>2</sup> de captación de energía solar por insolación (radiación); escenario con y sin bloqueo, para superficies horizontales y verticales.....	111
5.3.4. Cálculo de energía producida con KIT solar medio instalado.....	113
5.3.5. Calculo de generación de energía KIT solar, con datos..... obtenidos de simulaciones para superficies horizontales y verticales en casos de estudio Ñuñoa y Santiago.....	113
5.3.6. Proyección grafica de las perdidas.....	116
5.3.7. Proyección de costo mercado fotovoltaico.....	118
<b>6. Impacto en confort y percepción de las familias afectadas por obstrucción solar en los cuadrantes en estudio.....</b>	<b>121</b>
6.1. Análisis cualitativo y fundamentos del método de valoración contingente.....	121
6.1.1. Ventajas del método de valoración contingente.....	122
6.1.2. Desventajas del método de valoración contingente.....	122

6.1.3. Cuestionario.....	123
6.2. Análisis de resultados de Cuestionario.....	123
6.2.1. <u>Análisis caso Santiago</u> .....	123
Pregunta 1: Evaluación de atributos.....	124
Pregunta 2(a)-2(b)-3: Evaluación de posibles beneficios y perjuicios.....	125
Pregunta 4-5-6: Inclusión y aplicación de energías renovables.....	126
Pregunta 7-8-9(a)-9(b): Evaluación perceptual proyecto en altura.....	127
Pregunta 10-11-12-13: Inversión teórica para absorber externalidad.....	128
Pregunta 14-15: Perdida de valor funcional de vivienda.....	129
Pregunta 16-18-19: Percepción general y de normativa.....	129
Pregunta 17-20-21-22: Compensación.....	130
Pregunta 23: Valor de propiedad, terreno y construcción.....	131
6.2.2. <u>Análisis caso Ñuñoa</u> .....	132
Pregunta 1: Evaluación de atributos.....	132
Pregunta 2(a)-2(b)-3: Evaluación de posibles beneficios y perjuicios.....	133
Pregunta 4-5-6: Inclusión y aplicación de energías renovables.....	134
Pregunta 7-8-9(a)-9(b): Evaluación perceptual proyecto en altura.....	135
Pregunta 10-11-12-13: Inversión teórica para absorber externalidad.....	136
Pregunta 14-15: Perdida de valor funcional de vivienda.....	137
Pregunta 16-18-19: Percepción general y de normativa.....	137
Pregunta 17-20-21-22: Compensación.....	138
Pregunta 23: Valor de propiedad, terreno y construcción.....	139
<b>7. Conclusiones</b> .....	140
7.1. Conclusiones teóricas y en bases a modelamiento.....	140
7.2. Conclusiones en base a generación energética e investigaciones afín.....	141
7.3. Conclusiones en base a percepción de vecinos del barrio afectado....	143
<b>8. Referencias bibliográficas</b> .....	147
<b>9. Anexos</b> .....	150

# Listado de figuras, tablas, gráficos, mapas

## Figuras

- Figura 1: Temáticas relacionadas a la energía solar en la ciudad. (Fuente: Esquema Elaboración propia 2015).
- Figura 2: Fuentes de energía primaria, (Fuente: (Cárdenas & Higuera, 2015). (Otras: Geotérmica, eólica, solar, etc.))
- Figura 3: Radiación solar en el mundo (Fuente: Fondear, 2007)
- Figura 4: Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica, (Fuente: "Pereda, Isidro, 2005 "Celdas fotovoltaicas en Generación Distribuida", Pontificia universidad Católica).
- Figura 5: Sistema solar termico, Fuente: Manual Sistemas solares térmicos, MINVU 2014)
- Figura 6: Usos de la energía, (Fuente: "Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial". CDT / MINENERGIA, 2010.)
- Figura 7: Relación geométrica en Acoma, la cual dio origen al concepto de: Envolvente solar, Fuente: (Knowles, 2003)
- Figura 8: Perfil Solar y Demanda horaria en Norte Grande Chile (Fuente: CDEC-SING, Systep Ingeniería y Diseños, reporte eléctrico volumen 5, número 12, 2012)
- Figura 9: Perfil Solar y Demanda máxima mensual en Norte Grande Chile (Fuente: CDEC-SING, Systep Ingeniería y Diseños, reporte eléctrico volumen 5, número 12, 2012)
- Figura 10: Vista satelital oscurecimiento de viviendas Ñuñoa Google Earth 06/2014 (Fuente: Vista satelital oscurecimiento de viviendas Ñuñoa Google Earth 06/2014)
- Figura 11: Vista satelital oscurecimiento de viviendas Stgo (Fuente Vista satelital oscurecimiento de viviendas Santiago Google Earth 06/2014)
- Figura 12, Cantidad de Proyectos nuevos en venta diciembre 2015 (azul: 1-10, amarillo 10-100: rojo: 100 o mayor). (Fuente portal inmobiliario diciembre 2015).
- Figura 13, Cantidad de Proyectos nuevos en venta diciembre 2015 (azul: 1-10, amarillo 10-100: rojo: 100 o mayor) (Fuente portal inmobiliario diciembre 2015).
- Figura 14, Imagen satelital de la construcción de las edificaciones y crecimiento de sombras. (Fuente Google maps, diciembre 2015.)
- Figura 15, Modelamiento satelital 3D de la construcción del primer edificio. (Fuente Google Earth diciembre 2015)
- Figura 16. Zonificación de desarrollo urbano, Zona E, (Fuente: <http://www.observatoriosantiago.cl>)
- Figura 17, Zonificación comunal del cuadrante: inmueble de conservación y zona de conservación. (Fuente: <http://www.observatoriosantiago.cl>)
- Figura 18, Lotes del cuadrante, (Fuente: <http://www.observatoriosantiago.cl>.)
- Figura 19, Condiciones principales de edificación en plan regulador (2016), Fuente Plan Regulador Santiago.
- Figura 20, Imagen satelital de la construcción y sombras constituidas. (Fuente Google maps diciembre 2015)
- Figura 21, Modelamiento satelital 3D de edificios. (Fuente: Google Earth diciembre 2015.)
- Figura 22, Plano cuadrante Ñuñoa de archivo municipal
- Figura 23. Grilla cuadrante en estudio (Fuente Plano cuadrante Santiago observatorio Urbano 2016.)
- Figura 24: Imagen 3D, vista referencial cuadrante en estudio. (Fuente: GoogleEarth 2016) (No se visualizan edificios por fecha de actualización, solo uno en construcción).
- Figura 25. Levantamiento de cuadrante en software ECOTEC para modelo de cálculo (Fuente: Elaboración propia 2016)
- Figura 26. Modelo con proyección solar (ejemplo de proyección de sombra para el día 01 de junio a las 14:00 horas. y recorrido de sol anual) (Fuente: Elaboración propia en ECOTEC 2016)
- Figura 27. Ejemplo de cálculo de radiación en modelo simplificado para techumbres en mes de julio (Fuente: Elaboración propia 2016 Cuadrante Santiago)
- Figura 28: Grilla Cuadrante en estudio, (Fuente Plano Cad observatorio Urbano 2016)
- Figura 29: Imagen 3D, vista referencial modelación. (Fuente: GoogleEarth 2016)
- Figura 30: Modelo con proyección solar (ejemplo de proyección de sombra para el día 01 de junio a las 14:00 horas. y recorrido de sol anual) (Fuente: Elaboración propia 2016 con ECOTEC)
- Figura 31: Ejemplo de cálculo de radiación en modelo simplificado para techumbres en mes de julio, Fuente: Elaboración propia 2016 con ECOTEC
- Figura 32: Ejemplo de cálculo de radiación en modelo simplificado para techumbres en mes de julio, Fuente: Elaboración propia 2016, Cuadrante Ñuñoa
- Figura 33: Tipos de paneles comercializados, Fuente: [www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos](http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos)
- Figura 34: Cuenta Chilectra tipo 2016, vecino Santiago centro (Fuente: vecino Santiago centro)
- Figura 35: Proyección de usos de energía por radiación solar en el tiempo para propiedades sin bloqueo solar (Fuente: Elaboración propia)
- Figura 36: Proyección de usos de energía por radiación solar en el tiempo para propiedades con bloque solar y proyecto en altura (Fuente: Elaboración propia)
- Figura 37: Evolución de precios de paneles fotovoltaicos 1976-2010, (Fuente: NREL (*National Renewable Energy Laboratory*))
- Figura 38: Eficiencias alcanzadas por distintos laboratorios en la generación de electricidad (Fuente: NREL (*National Renewable Energy Laboratory*))

Figura 39: Evolución de los precios en Europa, Japón y los EE.UU. (Fuente: NREL (*National Renewable Energy Laboratory*))

Figura 40: Guía del análisis costes-beneficios (Fuente: Fondos de los proyectos de inversión Estructurales - FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA, 2003).

## Tablas

Tabla 1: Datos de planos (Fuente: observatorio urbano MINVU 2015, Google maps, Trivelli P.)

Tabla 2: Resultado Anual; Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Con obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 3: Resultado Anual; Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 4: Resultado Anual; Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar. Sin obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 5: Resultado Anual; Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 6: Resultados estación de Verano; Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Con obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 7: Resultados estación de Verano; Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Con obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 8: Resultados estación de verano; Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 9: Resultados estación de verano; Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 10: Resultados estación de otoño; Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 11: Resultados estación de otoño; Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 12: Resultados estación de otoño; Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 13: Resultados estación de otoño; Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 14: Resultados estación de invierno; Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 15: Resultados estación de invierno; Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 16: Resultados estación de invierno; Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción Solar. (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 17: Resultados estación de invierno; Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 18: Resultados estación de primavera; Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 19: Resultados estación de primavera; Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 20: Resultados estación de primavera; Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar. Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 21: Resultados estación de primavera; Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar. Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 22: (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 23: Resultados en muros (orientación norte) de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario. Con obstrucción solar. (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 24: Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar. Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)

Tabla 25: Resultado en muros (orientación norte) de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar. Sin obstrucción Solar (Fuente: Elaboración propia a partir de resultados ECOTEC)



## Gráficos

Gráfico 1: Crecimiento cantidad de departamentos por comuna año 2002-2014 (Fuente: observatorio urbano MINVU 2015)

Gráfico 2, Gráfico comparativo (anual) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura. (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 3, Gráfico comparativo (anual) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura. (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 4, Gráfico comparativo (verano) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.(Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 5, Gráfico comparativo (verano) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 6, Gráfico comparativo (otoño) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 7, Gráfico comparativo (otoño) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura. (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 8, Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 9: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura. (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 10: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 11: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 12: Capacitación promedio de Energía Directa por estación anual Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 13: Capacitación promedio de energía Directa por estación y anual Valores en Wh/m<sup>2</sup> (Fuentes: Elaboración propia)

Gráfico 14: Captación promedio de Energía Difusa por estación y anual Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 15: Capacitación promedio de energía Difusa por estación y anual Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 16: Exposición solar promedio por estación y anual Valores en Porcentaje (%), (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 17: Exposición n solar promedio por estación y anual Valores en porcentaje (%), (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 18: Sombreamiento por estación y anual Valores en Porcentaje (%), (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 19: Sombreamiento por estación y anual Valores en porcentaje (%), (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 20: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 21: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 22: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 23, Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 24: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 25, Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 26: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 27: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 28: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 29: Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura (Fuente: Elaboración propia) (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 30: Captación promedio de energía Directa por estación n y anual. Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 31: Captación promedio de energía Directa por estación y anual. Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 32: Captación promedio de energía Difusa por estación y anual. Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 33: Captación promedio de energía Difusa por estación y anual. Valores en Wh/m<sup>2</sup>, (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 34: Exposición solar promedio por estación anual Valores en porcentaje (%) (Fuente: Elaboración propia)

Gráfico 35: Exposición solar promedio por estación y anual. Valores en Porcentaje (%), (Fuente: Elaboración propia)  
Gráfico 36: Sombreamiento por estación anual. Valores en porcentaje (%), elaboración propia.  
Gráfico 37: Sombreamiento por estación anual. Valores en Porcentaje (%), elaboración propia.  
Gráfico 38: Pregunta 1 Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 39: Preguntas 2(a), 2(a), 3 Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 40: Preguntas 7, 8, 9 (a), 9(b) Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 41: Preguntas 10, 11, 12 y 13 Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 42: Preguntas 14 y 15 Santiago (Fuentes. De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 43: Preguntas 16, 18 y 19 Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 44: Preguntas 17, 20, 21 y 22 Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 45: Pregunta 23 Santiago (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 46: Pregunta 1 Ñuñoa (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 47: Preguntas 2(a), 2(a), 3 Ñuñoa (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 48: Preguntas 7, 8, 9 (a), 9(b) Ñuñoa (Fuentes: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 49: Preguntas 10, 11, 12 y 13 Ñuñoa (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 50: Preguntas 14 y 15 Ñuñoa (Fuentes: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 51: Preguntas 16, 18 y 19 Ñuñoa (Fuentes: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 52: Preguntas 17, 20, 21 y 22 Ñuñoa (Fuentes: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)  
Gráfico 53: Pregunta 23 Ñuñoa (Fuente: De análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta)

## Mapas

Mapa 1: Comportamiento edificación en alturas Cantidad de departamentos existentes por comuna (Fuente: Elaboración propia)  
Mapa 2: Comportamiento edificación en altura Permisos de edificación en altura aprobados últimos 10 años por comuna (Fuente: Elaboración propia (2015))  
Mapa 3: Comportamiento UF/m2 Suelo en las comunas de la región Metropolitana (Fuente: Elaboración propia (2015))  
Mapa 4: Comportamiento UF/m2 Construcción De. En las comunas de la región Metropolitana (Fuente: Elaboración propia (2015))

## **Agradecimientos**

*La presente tesis es resultante del proyecto:*

*FONDECYT 1130-139 Regular dirigido por la Investigadora Responsable Luz Alicia Cárdenas Jirón.*

*Se agradece el financiamiento y metodología otorgada por el proyecto para realizar la tesis.*

*Se agradece las facilidades de trabajo y disponibilidad de tiempo y recursos de la profesora Luz para realizar los variados análisis y levantamientos de terreno requeridos para el desarrollo de la investigación.*

*Agradezco a mi familia que tuvo la paciencia y comprensión en circunstancias de escaso tiempo y muchas responsabilidades, apoyando siempre y entregando los espacios necesarios para desarrollar un trabajo que requiere mucha dedicación.*

## Resumen

Existe en la actualidad una problemática mundial a raíz de la generación y el consumo energético y sus consecuencias, debido a esto, la utilización de energías renovables se ha posicionado como una alternativa muy adecuada. Bajo este concepto, es importante conocer los parámetros que influyen en las formas de aprovechamiento de esta energía, y para este caso de estudio, enfocado en la energía solar.

Se realiza inicialmente una contextualización de las temáticas asociadas, con el fin de dar a conocer estudios, teorías y normativas relacionadas con este tipo de energía, y así entender de mejor manera el fenómeno en estudio.

Una de las principales variables que determina la utilización de la energía solar es el nivel de captación y exposición de una superficie. Por lo tanto; considerando este concepto, se realiza la evaluación de cómo puede influir la renovación urbana en su entorno inmediato, analizando la concentración en ciertos barrios de nuevos proyectos inmobiliarios en altura. Todo esto enfocado hacia el análisis energético, pero también considerando los levantamientos de otras variables relevantes.

Se estima que esta concentración inmobiliaria, con diversidad abrupta de tipología, provoca grandes perjuicios urbanos al entorno inmediato.

Para determinar si es correcta esta hipótesis, se analizará cuantitativamente y cualitativamente el desarrollo inmobiliario de las comunas y específicamente sus ejes principales, con el fin de determinar dos casos de estudios tipo que concentren el fenómeno.

Definidos los casos, se realizará un levantamiento y modelamiento de la trama urbana, con el fin de realizar cálculos de simulación, para estimar las pérdidas energéticas y de exposición que se producen a raíz de la construcción de los nuevos proyectos en altura.

Determinadas las cantidades de energía pérdida, se calculará la diferencia que se produce en la captación de paneles fotovoltaicos, para posteriormente hacer la comparación económica con la energía eléctrica tradicional en un plazo de uno y diez años, en base a un kit fotovoltaico tipo de 8m<sup>2</sup>.

Finalmente, para revisar y verificar los datos obtenidos con las simulaciones, se realiza un levantamiento en terreno para cada caso de estudio, obteniendo la apreciación de los vecinos respecto a las externalidades producidas con la construcción de los proyectos inmobiliarios en altura.

Esta información es analizada agrupando conceptos, y se verifica el nivel de congruencia que existe entre ambos métodos de análisis (cuantitativo/cualitativo), para establecer la veracidad de la hipótesis y adicionalmente responder la pregunta de investigación.

# 1. Planteamiento del estudio

## 1.1. Elección y fundamentación del tema

Las acciones y reacciones de varios países en el medio ambiente demuestran que las consecuencias de la generación, consumo y degradación de los diferentes tipos de energía, son materia de preocupación de la sociedad. Las energías fósiles no son renovables, por lo que producen grandes efectos negativos al medio ambiente (Protocolo de Kioto, 1997).

La conformación de las ciudades y sus tramas urbanas están directamente relacionadas con estos problemas energéticos. Adicionalmente, se establece que existe una relación directa entre el consumo energético y el crecimiento económico de un país. Chile se prevé tendrá una tasa de crecimiento económico del 24% al 2030 (Ministerio de Energía, 2012).

En relación a esto un diagnóstico entregado por la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2008) respecto a la distribución del consumo en Chile, indica que el transporte en su totalidad consume un 32% de la energía, el sector minero un 40% y el comercio, servicios público y residencial un 28%, lo cual denota que cerca de un tercio del total del consumo energético del país está asociado a la infraestructura inmobiliaria de la ciudad.

Por lo tanto, el acceso a las energías renovables se presenta como una preciada alternativa y puede ser considerado una necesidad el acceso a ellas (Knowles, 2003). Debido a lo anterior, las energías renovables no convencionales actualmente son muy importantes de considerar. Y por lo tanto la energía solar ha tomado un rol importante como alternativa a disminuir los consumos de las fuentes de energías tradicionales.

Los estudios relacionados con la accesibilidad a la luz solar o radiación solar comenzaron en la academia de E.E.U.U. en los años 70', posteriormente derivaron en mecanismos legales para proteger el acceso solar de las edificaciones existentes, con el fin de regular los derechos de propiedad sobre estas. (McCann, 2008).

Posterior a la década de los 70', las ciudades desarrolladas han tenido que normar el acceso solar a través de regulaciones y leyes, para obtener un desarrollo eficiente.

El acceso solar de un edificio está determinado por factores geográficos y propios de su forma como la latitud, la pendiente del terreno (donde está asentado), forma y la orientación. Adicionalmente, en la ciudad se suman factores del entorno como la altura de otras edificaciones, la proporción de las calles, y la orientación de las mismas.

Estas temáticas consolidan la teoría de la necesidad de incorporación equilibrada de la energía solar, en las tramas y tejidos urbanos, con el fin de asegurar el bienestar social y diseño urbano equilibrado y equitativo, condición que se ve afectada por el desarrollo inmobiliario de las ciudades, modificación y renovación de sectores, zonas y barrios.

## **1.2. Planteamiento del problema, Hipótesis y objetivos**

Se observa que la ciudad de Santiago se encuentra dentro de las ciudades con acotada regulación de acceso solar equitativo.

Se estima que el desarrollo inmobiliario en altura sin asociación de una regulación energética, tiene consecuencias en el acceso solar de otras propiedades vecinas, y por ende las truncadas posibilidades de desarrollar energía solar por parte de las viviendas aledañas.

En consecuencia, no se considera su disponibilidad de acceso solar antes del proyecto, tampoco se observan regulaciones suficientes o compensaciones post desarrollo inmobiliario en altura, provocándose una energía solar pérdida.

Se estima en consecuencia una generación de externalidades negativas, como por ejemplo:

- Pérdidas de Radiación Difusa, afectando las cualidades arquitectónicas originales del bien (habitabilidad).
- Disminución de captación para sistemas activos de energía solar, provocando además imposibilidades de desarrollo e inversión de sistemas activos en las propiedades afectas.

Incluso, se estiman externalidades de afección a los estilos de vida y aprovechamiento del entorno visual, producto de las pérdidas de vista de la propiedad, debido al encasillamiento.

Finalmente, se observa un impacto urbano-social y un perjuicio para inversión de los ciudadanos en energía solar. Como consecuencia de ser cubiertos por una obstrucción de luz solar (sombra). Además de otras externalidades negativas producidas por esta imposición de densificación urbana en altura, derivada del negocio inmobiliario.

### **1.2.1. Pregunta de investigación**

¿Cuál es el impacto de las nuevas edificaciones en altura sobre vivienda unifamiliares aledañas, respecto al acceso solar y pérdidas energéticas? ¿Y cómo son y se relacionan las externalidades producidas sobre las personas? (caso de estudio análisis cuadrantes Ñuñoa y Santiago).

### **1.2.2. Hipótesis**

Existen perjuicios de acceso solar y energético sobre viviendas unifamiliares contiguas y preexistentes a nuevos proyectos inmobiliarios. Perjuicios producidos por obstrucciones solares derivadas de la concentración y maximización del negocio inmobiliario en altura.

### **1.2.3. Objetivo General**

Comprobar en dos casos de estudio (cuadrantes) las externalidades producidas por el desarrollo inmobiliario en altura, sobre otras edificaciones, respecto al acceso solar, pérdidas energéticas proyectadas y perjuicios en el entorno urbano.

### **1.2.4. Objetivos Específicos**

1. Establecer como la transformación urbana espacial asociada a la concentración inmobiliaria, en conjunto con las características geográficas y normativas de Santiago, generan condiciones de bloqueo solar entre las diferentes tipologías de edificación.
2. Determinar la diferencia de energía solar captada con y sin bloqueo solar (cuadrante estudio), para posteriormente realizar comparativa energética con otras fuentes, ejemplificando la pérdida provocada por la obstrucción.
3. Identificar, a través de un análisis cualitativo con fundamentos del método de valoración contingente, la percepción de las familias afectadas por obstrucción solar y cuál ha sido el impacto en su confort y formas de vida.

### **1.3. Resultados esperados**

Con este estudio se pretende identificar las externalidades que produce el desarrollo de un nuevo proyecto inmobiliario en altura, a las viviendas de baja altura aledañas.

Se pretende establecer el impacto urbano social sobre la habitabilidad y la generación de energía solar, que pierden los ciudadanos al ser cubiertos por un exceso de sombra, producto de un acceso solar bloqueado por los nuevos proyectos inmobiliarios.

Realizando lo anterior, se identificará como la insuficiencia de regulación permite construcciones que generan un efecto mayoritariamente perjudicial en las viviendas contiguas y por lo tanto en sus residentes.

Para lo anterior, se analiza la pérdida de Radiación Directa, Difusa y exposición solar en superficies verticales, horizontales. Además de la percepción de los vecinos respecto a estas externalidades.

## **2. Metodología**

### **2.1. Pasos metodológicos**

**Paso A.-** En primera instancia, se establece, a través del conocimiento teórico y práctico, cómo las variables geográficas y urbanas influyen en la proyección de las sombras y por lo tanto en la accesibilidad solar. Ya establecidas las variables constructivas, urbanas, espaciales, posicionales y geográficas, se observa la normativa asociada al cuadrante, observando su planteamiento ante nuevos proyectos de desarrollo inmobiliario.

Determinadas las condicionantes asociadas al bloqueo solar, se determina la cantidad de permisos de edificación en altura otorgados por cada comuna y la cantidad de unidades vendidas en altura durante un periodo de tiempo (un año), identificando si el supuesto inicial de comunas se confirma con los datos. En esta etapa se establece si las comunas seleccionadas son adecuadas para determinar un cuadrante de estudio, y en consecuencia ejemplificar correctamente el fenómeno urbano investigado.

Establecidas las comunas, se identifica sus principales ejes Oriente/Poniente y la diversidad de tipología constructivas (torre, bloque, vivienda, etc.) con el fin de estimar una condición de pérdida de acceso solar.

Posteriormente, se realiza un levantamiento con medidas generales del cuadrante en estudio y se introducen al software (ECOTEC), para determinar a través del modelamiento, la capacidad energética capturada por los paramentos verticales y horizontales.

En la simulación de datos se mide dentro del mismo modelo la captación y exposición de las nuevas edificaciones y las antiguas, con el fin de comparar resultados.

Para la selección del software, se revisó las características de los principales software que permiten realizar cálculos de asoleamiento y calculo energético, donde ECOTEC es el que mejor se ajusta a lo requerido en términos de funciones, objetivos de cálculo, modelamiento, facilidad de uso y disponibilidad para trabajar, ya que la Facultad de Arquitectura y Urbanismo cuenta con licencia de este software.

A continuación se presenta una lista con los softwares asociados al tema, sus funcionalidades, atributos positivos y negativos destacando con subrayado los atributos más requeridos para la investigación.

### **Posibles Programas asociados a la investigación**

#### **ECOTECT:**

- Programa con entrada gráfica del edificio en 3D (usando OpenGL).
- Analiza la insolación del edificio.
- Crea sistemas de sombras óptimos de forma automática.
- Una vez analizado el sombreado, puede guardar dicha información para aumentar la rapidez del cálculo cuando, en estudios paramétricos, las condiciones de sombra no cambian.
- Permite la creación de “scripts” guiones. Programación externa de ciertos cálculos.
- Escribe en otros formatos su modelo-D; ESP-r, EnergyPlus, Radiance, etc.
- Puede importar información de CAD.
- Comprueba normativa energética de UK, USA y Australia.

#### **Energy Express:**

- Tiene una herramienta de fácil entrada CAD en 2D.
- Puede importan información geométrica en formato DXF.
- Contiene librerías con:
  - Soluciones constructivas.
  - Comportamiento de equipos a carga parcial.
  - Horarios de uso.
  - Datos climáticos.
  - Etc.

### **EnergyPlus (design builder)**

- Permite la conexión con otro programa para simular sistemas dinámicos en general llamado SPARK. La intención de los desarrolladores es poder simular instalaciones complejas.
- Tiene versiones compiladas para Windows y para Linux, ya que el esquema de proceso es:
  - Entrada (generar Modelo-D -formato texto idf-).
  - Cálculo (modelo-S, interno). No gráfico.
  - Salida (texto, DXF).

### **ESP-r:**

- Programa de una universidad inglesa. ([www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/Programs/ESP-r.htm)).
- Definición en formato fijo y libre del modelo-D.
- Bases de datos.
- Importa y exporta a programas de CAD.
- Software Libre. Hecho en fortran. Código fuente abierto.
- Análisis detallado de los sistemas y redes eléctricas.
- Los sistemas de climatización se analizan a otra frecuencia respecto de los sistemas
- Herramientas informáticas de simulación

### **IDA ICE:**

- Soporte comercial en: inglés, alemán, finlandés, y sueco.
- Soporte de formación.
- Debido a su origen “muy matemático”, resuelve el problema analizando los tiempos de respuesta de cada parte o componente.
- Dispone de un lenguaje propio de programación.
- Proporciona información de diagnóstico sobre la simulación.
- Representación gráfica de los sistemas de aire (circuitos de aire) y de agua.

### **IES <VE>:**

- Programa con orientación profesional. El objetivo último de la compañía es que su modelo-D sea capaz de albergar toda la información en todas las etapas de diseño de un edificio (entorno IES). Enfocado a reutilizar la información.
- Permite:
  - Simulación térmica dinámica.
  - Cálculo de iluminación: natural y artificial.
  - Cálculo de cargas térmicas.
  - Simulación de sistemas basada en componentes.
  - Diseño de conductos.
  - Diseño de tuberías.
  - Cálculo de sombra.
  - CFD. Cálculo detallado de ciertas partes.

- Exporta e importa de DXF y gbxml.
- Está formado por submódulos:

#### **TRNSYS:**

- Creado por la Universidad de Wisconsin-Madison.
- La creación del modelo-D se hace a través de un subprograma llamado TRNBuild o a través de SimCAD.
- Los componentes se pueden programar en cualquier lenguaje compilándolos como DLL y respetando ciertas interfaces. (ATECYR, 2008).

Considerando las variables a modelar y las características de los softwares, se fueron destacando las más requeridas para los objetivos a desarrollar. Se puede observar que el programa que presenta mejores prestaciones en este sentido es ECOTEC.

**Paso B.-** Con la trama urbana modelada en el software, se realizan cálculos de incidencia de las proyecciones de sombra por estación del año, calculando la Radiación Directa percibida por lo elementos verticales y horizontales con y sin bloqueo.

Con esto se puede estimar diferenciales de energía captada. Y a través de cálculos equivalencia energética de otros combustibles y sus valores, se realiza una evaluación comparativa del bien perdido en relación a valores de energía eléctrica. Adicionalmente a lo anterior, se realiza una comparativa de evolución de los costos de los sistemas de captación solar.

Para poder realizar una estimación del cálculo económico de pérdida de energía, se tomara el supuesto del diferencial de energía requerida para generar bienes a través de otras modalidades energéticas.

**Paso C.-** Se diseña y aplica una encuesta a partir de los parámetros establecidos por el método de valoración contingente con el fin de detectar la apreciación de condiciones o beneficios perdidos posteriores a la construcción de proyectos en altura y como los vecinos perciben estas pérdidas. Se cuantifica el valor de pérdida promedio asignado por los propietarios. La encuesta se aplica y se procesan los datos cuantitativos y cualitativos respectivamente según sea el caso.

## **2.2. Definición de técnicas y procedimientos de recolección de información**

Para la obtención de datos se revisó las siguientes fuentes:

- Informes observatorio habitacional MINVU: Para obtener datos del crecimiento de edificación en altura de las comunas centrales y peri centrales.
- Planos planta de cuadrantes: para levantar edificaciones.
- Ministerio de energía, revisión de legislaciones asociadas.
- Levantamiento en terreno de medidas generales
- Información modelada de radiación solar.
- Entrevista/encuesta.
- Revisiones en terreno

Para las fuentes de información cualitativas, las variables fueron establecidas numéricamente a través de procesos de abstracción y codificación, con el fin de que el número represente de la mejor forma posible una simplificación de la realidad.

Las técnicas de recolección de fuentes primarias se realizan a través de aplicación de una encuesta/entrevista, con preguntas principalmente cerradas con opción de comentarios, con el fin de identificar en una primera instancia la percepción de las personas y en una segunda instancia, permitir comentar otros posibles perjuicios energéticos.

Posteriormente, luego de aplicados los instrumentos de recolección de datos, se codificaron los resultados, agrupando las respuestas indicadoras de un mismo concepto.

Las variables secundarias como cantidad de edificaciones, permisos de edificación, se utilizaron para fundamentar la selección de comunas y ejes.

Las variables primarias como estimación de energía con modelación por software, levantamientos fotográficos, levantamiento de medidas. Tienen como objetivo, combinar dos conceptos generales: comportamiento de sombra y capacidades de la radiación solar vertical y horizontal, lo cual en conjunto entregaran magnitudes de pérdida.

Las variables primarias obtenidas del cuestionario, permitirán encontrar la percepción de los habitantes en relación a la problemática en estudio.

Los volúmenes del levantamiento realizado son:

Entrevista/encuesta: de un total de 43 viviendas aproximadamente se levantó un 60% aproximado del total de afectados en cada caso (26 encuesta/entrevistas), 30 min en cada cuestionario/entrevista.

### 3. Marco teórico

Para el desarrollo del marco teórico, se estructuran en un cuadro general todas las temáticas de investigación relacionadas a la energía solar en la ciudad. Posteriormente se realiza una referencia general de ellas indicando enfoques y su relación con el presente estudio.

Finalmente, se profundiza en las áreas necesarias para complementar la investigación. Las áreas que se encuentran agrupadas en un marco, son las que se consideran fundamentos importantes para la investigación.

Las temáticas que se encuentran fuera de este marco, no son profundizadas debido a que se enfocan en otros objetivos.

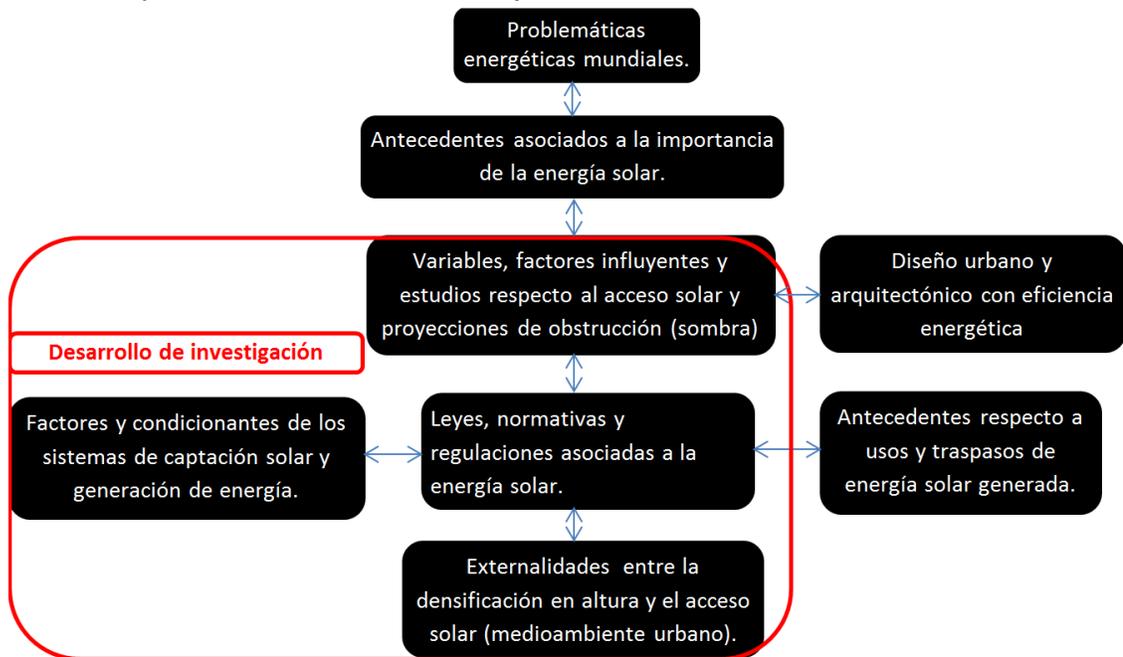


Figura 1: temáticas relacionadas a la energía solar en la ciudad. (Esquema Elaboración propia 2015).

#### 3.1. Problemáticas energéticas mundiales

Estas temáticas se relacionan indirectamente al estudio, debido a ser un campo mucho más amplio.

La problemática ambiental y energética mundial se señaló anteriormente en el resumen del tema y presentación del problema. Esta realidad actual investigada ampliamente, ha derivado en un desarrollo de energías renovables.

Producto del deterioro del medioambiente, la energía solar se establece como un bien preciado dentro de la calidad de vida de los habitantes de las ciudades, el acceso a este bien se constituye como concepto de acceso solar (Cárdenas & Uribe, 2012).

### 3.2. Antecedentes asociados a la importancia de la energía solar.

Para representar la capacidad energética del sol, se especifica que el sol es una fuente de energía, que para nuestro concepto temporal es inagotable. El sol es como un reactor nuclear gigante que produce cincuenta mil millones de kw por segundo. (Bethe, 1939).

Las temáticas asociadas a la importancia de la energía solar se relacionan indirectamente al estudio, debido a ser un campo de análisis más general. Esta importancia se puede comprender numéricamente al observar que el 75% de la demanda total de energía es consumida en centros urbanos. Adicionalmente, en las ciudades se produce entre el 75 - 80% del total de emisiones de CO2 (Edwards, 2008), Por lo tanto la búsqueda de fuentes de energía no contaminaste es fundamental para el futuro desarrollo de las ciudades.

La energía vertida por el sol en un día es diez mil veces mayor que la consumida en el planeta en el mismo día, por ellos el aprovechamiento de esta energía se ve como una oportunidad de usar una energía no contaminante, más aun considerando los consumos actuales de fuentes de energía

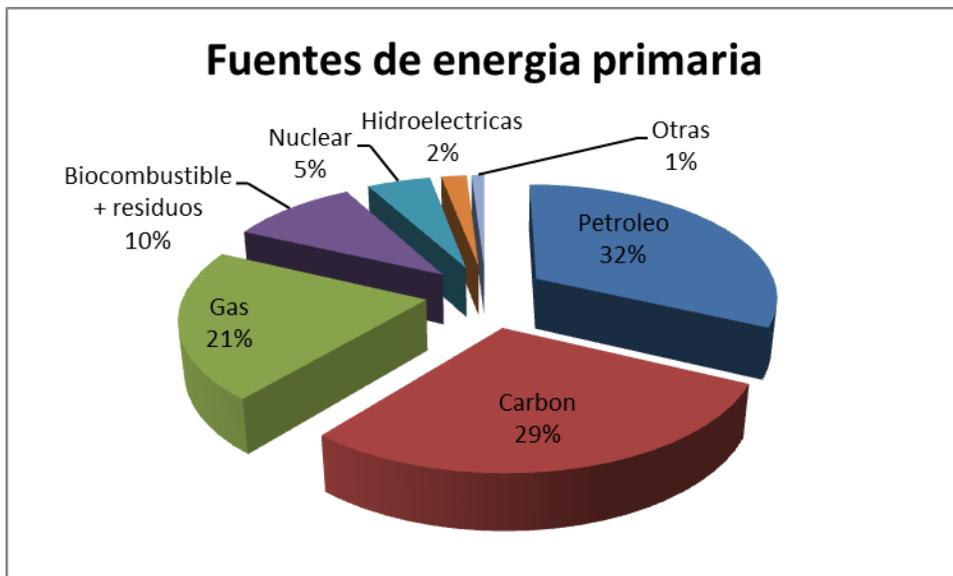


Figura 2, Fuente: (Cárdenas & Higuera, 2015). (Otras: Geotérmica, eólica, solar, etc.).

### 3.2.1. Tipos de Radiación

Es importante identificar los tipos de radiación solar para establecer la influencia urbana de cada tipo:

**Radiación Directa:** es la radiación que llega directamente del Sol sin cambios de dirección, esta radiación genera sombra cuando es bloqueada por objetos opacos que intervienen su dirección.

**Radiación Difusa:** Parte de la radiación que atraviesa la atmosfera es reflejada o absorbida por la nubes, partículas de polvo atmosférico, montañas, arboles, edificios, el propio suelo, etc. Esta radiación se denomina Difusa, va en todas direcciones, como consecuencia de las reflexiones y absorciones.

Este tipo de radiación no produce sombra. Las superficies horizontales son las que más Radiación Difusa reciben, debido a que confrontan el cielo, las superficies verticales reciben menor cantidad.

**Radiación Global:** es la radiación total. Es la suma de todas las radiaciones. En un día despejado, con cielo limpio, la radiación Directa es preponderante sobre la Radiación Difusa. Por el contrario, en un día nublado no existe Radiación Directa y la totalidad de la radiación que incide es Difusa (Inzunza, 2008).

**Radiación Directa, Radiación Difusa, Radiación Global:**

Día despejado = 90% R. Directa + 10% R. Difusa

Día nublado = 100% R. Difusa, Radiación Global ( $R_g$ ) = R. Directa + R. Difusa

A = Albedo (Cantidad de energía o radiación que se refleja, depende del calor del cuerpo, por ello los cuerpos tienen distintos albedos), (Iqbal, 1983).

Con estos conceptos se entenderá la diferencia entre los tipos de radiación y existirá claridad posterior en la realización de los análisis y cálculos estimados.

### 3.2.2. Concepto de acceso solar

El acceso solar se relaciona directamente con el estudio, debido a que es parte fundamental de la energía solar.

Se puede definir el acceso solar como: la continua disponibilidad de luz solar directa que posee una edificación, sin obstrucción de otro cuerpo opaco (edificios, vegetación u otro impedimento) (McCann, 2008). Este acceso solar se puede calcular con el diagrama de trayectoria solar para cada edificación.

Este concepto estudiado inicialmente en Estados Unidos, ha llevado a este país a un desarrollo particular en este ámbito. Actualmente, en los Estados Unidos, 34 de los 50 estados que lo conforman poseen reglamentaciones sobre servidumbres y derechos solares. Los otros 16 estados tienen políticas

energéticas favorables a la captación y aprovechamiento de la energía solar, como por ejemplo, Illinois, Texas, Vermont, Pennsylvania y Connecticut (Franco, 2014).

Con estas definiciones se puede comprender el concepto de acceso solar y cuál finalmente es la importancia de este acceso.

### **3.3. Variables, factores influyentes, estudios respecto al acceso solar y proyecciones de obstrucción (sombra).**

Variables y factores del acceso solar se relaciona directamente con el estudio, debido a que es parte fundamental en la operación de energía solar.

El acceso a la radiación solar está ligado directamente a la conformación y ordenamiento del volumen, más aún con una ubicación geográfica como la de Santiago, con latitud 33° Sur aproximadamente, lo cual genera diferencias importantes en la relación de un volumen construido respecto a la posición solar. Si bien existe una relación directa entre características del volumen y posición solar, es atingente además a los estudios urbanos la relación de todos los volúmenes en su conjunto y cómo influyen unos a los otros. (Cárdenas & Uribe, 2012).

Los sistemas de transformación de energía; son determinados como activos. En un principio, el acceso solar se consideró como el acceso natural de una edificación para el confort del espacio, pero con el tiempo se concientizó la importancia energética del acceso y captación de esta energía natural.

Las condicionantes que afecten a las tramas urbanas estarán directamente relacionadas con la ubicación geográfica de la ciudad, por lo cual en zonas más cercanas a los hemisferios, las necesidades de acceso solar y posicionamiento serán más influyentes que en zonas más cercanas a la línea del Ecuador.

Las investigaciones y teorías presentadas indican cómo el desarrollo urbano ha considerado la temática energética y el generar mejoras más sustentables y equitativas, sobretodo en ciudades en que se incrementan estas problemáticas.

En la ciudad de Tel Aviv, Israel se realiza una investigación donde se modela anticipadamente y evalúa como un nuevo barrio de negocios con edificaciones en altura, afectara un barrio existente de baja altura, se diseñan a través de software varios volúmenes hasta minimizar el efecto sobre los derechos de acceso solar y viento del barrio pre establecido.

En este estudio se indica que en la mayoría de las ciudades no son considerados estas variables en las normas y planificación. Generalmente se definen alturas máximas, ángulos de pendientes desde deslindes como normas prescriptivas y descriptivas. Existen otros casos que incorporan normas de funcionamiento, donde no se permiten aumentos de sombras entre ciertos

horarios. La minoría de los casos incorpora un estudio de optimación de forma y orientación de los volúmenes para minimizar los impactos (Capeluto et al, 2002).

El estudio desarrollado en Tel Aviv, Israel, parte como base de los efectos que producirán los nuevos proyectos inmobiliarios sobre los barrios vecinos: *“Un nuevo distrito de negocios se está planificando en el corazón de Tel Aviv en una zona de la imagen a tamaño completo (<1 K). La densidad urbana se cambió de 200% a 450%. Como resultado, los desarrolladores desean construir en la zona muchos edificios de gran altura y 40 pisos por encima. Existente de baja altura los edificios residenciales que rodean este nuevo distrito de negocios se verá afectado por los edificios de gran altura (Capeluto. et al, 2002).*

El caso de Tel Aviv da un ejemplo de cómo pueden realizar renovaciones urbanas planificadas, con densidades muy similares a las máximas iniciales, pero provocando un perjuicio mucho más controlado a los barrios vecinos. En este caso, el proyecto dio lineamientos de planificación para mantener la calidad ambiental de los barrios vecinos, permitiendo el desarrollo la ciudad.

Un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad de Chile a través una metodología estadística, evaluó los efectos del desarrollo en altura sobre barrios residenciales existentes, obtuvo resultados asociados al desplazamiento social y evaluación de externalidades negativas percibidas por los barrios afectados, donde el bloqueo solar, bloqueo de vista, iluminación, son puntos principales con evaluación negativa provocada por estas edificaciones en altura. Este estudio se desarrolló bajo una mirada más asociada a la renovación urbana y la gentrificación, (Lopez et al, 2015).

### **3.4. Leyes, normativas y regulaciones asociadas a la energía solar**

Es fundamental como parte del estudio establecer las normas que se relacionan con las temáticas y cómo influyen estas.

La accesibilidad solar es un tema considerado hace aproximadamente tres décadas en países como Estados Unidos, Israel, Austria. Este comienza vinculado a áreas académicas, para posteriormente evolucionar hacia normativas legales (Cárdenas & Uribe, 2012). De esta forma se garantiza el acceso a radiación solar en el presente y futuro.

En Chile, la política energética (Ministerio de energía, política energética 2050) promueve el uso de energía solar pero las regulaciones existentes en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) y en los Planes Reguladores comunales no se condicen con esta indicación. Solo se observan normativas, asociadas a rasante.

La rasante con su proyección de 70° para la zona central, no es suficiente para asegurar el acceso solar, la rasante regula de forma deficiente y no diferencia orientación; adicionalmente, sus últimas modificaciones se enfocan en resolver temas de diseño arquitectónico y promover el desarrollo inmobiliario, (OGUC 2.6.2 y 2.6.11, DDU-ESPECIFICA N°80), más que asegurar o regular el acceso solar.

La norma no considera la situación más desfavorable de solsticio de invierno; se considera solo la proyección ortogonal al volumen y no la continuidad de la sombra; adicionalmente no se consideran las sombras sobre espacios públicos. (Cárdenas & Uribe, 2012).

Asociado a esto, se considera el efecto puntual de un proyecto, pero no la acción en conjunto de varios proyectos, lo cual puede posicionar una sombra continua sobre una propiedad. Finalmente, tampoco incluye una evaluación de pérdida de radiación o de habitabilidad de las propiedades colindantes a los proyectos.

Asociado a las posibilidades de producción de energía de estos diferentes sistemas, se creó la ley Net Metering, posteriormente actualizada a Net Billing, la cual entro en vigencia el 22 de octubre de 2014, esta regula el pago de tarifa eléctrica de las generadoras residenciales (ley 20.571).

El principio de esta ley es incentivar el uso de energías renovables no convencionales (aprobación de reglamento el 2014), con el fin de reducir el consumo de los usuarios de las redes eléctricas y promoviendo la cogeneración, inyectando a la red eléctrica el excedente no utilizado (Arroyo, 2015).

Si bien esta ley presenta enormes posibilidades, deja de manifiesto una aplicación difícil de generalizar, debido en una primera instancia a la falta de información, apoyo financiero y subsidios para incentivar la instalación de paneles fotovoltaicos. Y en segundo lugar, a que el valor compensado de generación de un kilowatts producido con radiación solar, aun no es lo suficientemente atractivo para promover una masificación de instalaciones fotovoltaicas.

Un factor influyente que limita la conveniencia, es que el actual valor pagado por las compañías eléctricas por Kilowatt es menor al cobrado, ya que el valor pagado no incluye costos de conducción. En Chile las compañías pagan el valor de la energía neta producida el cual equivale aproximadamente al 60% del valor cobrado por las mismas compañías eléctricas, lo cual provoca retornos de inversión en la instalación de paneles a más largo plazo (González, 2014).

Por lo tanto considerando i) los montos pagados por las compañías durante los periodos del día que se suministra electricidad al y ii) los costos de instalaciones y compra de los panel. No se ha masificado su instalación en la ciudad.

### **3.4.1. Primer Trámite Constitucional: Senado ley Net Billing**

Establece descuento y pago de tarifas eléctricas a las generadoras residenciales Considerando que:

a.- Chile tiene una alta diversidad y potencial para la generación de energía. Micro centrales hidroeléctricas. Potencial energético de Chile tipo de energía potencial:

- Pequeñas y medianas centrales (teórico) 33.000 MW
- Solar (teórico) 937.000 MW
- Eólica 5.000 MW

b.- existe suficiente experiencia en otros países que muestran que la generación a nivel residencial baja las tasas de consumo, genera ingresos a las familias que invierten en este tipo de generación, Medición Neta en los Estados Unidos al 2008.

- 1) Investigación de experiencias en otros países, especialmente en Alemania. (Horn, 2006)
- 2) sobre el uso de medición neta que permite la generación de energía por parte del consumidor en el contexto internacional, (Couso, 2008).

c.- la generación eléctrica en base a combustibles fósiles será cada día de mayor precio y el que en más del 90% son importados por el país.

d.- las energías renovables no convencionales (ERNC) y en particular las de generación residencial reducen la contaminación y mejoran la calidad de vida y también los diseños arquitectónicos de las viviendas, lo que debiera ser contemplado en subsidios especiales, que son iniciativa exclusiva del Ejecutivo.

### **3.5. Externalidades entre la densificación en altura y el acceso solar (medioambiente urbano).**

#### **3.5.1. Externalidad y calidad medio ambiental asociada al acceso solar**

En el desarrollo de las ciudades, los habitantes y entidades se relacionan en cierto grado de equilibrio, bajo el cual los efectos de uno sobre el otro son de alguna forma compensados, cuando estos efectos positivos o negativos no son compensados, se está generando una externalidad<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Según RAE, Perjuicio o beneficio experimentado por un individuo o una empresa a causa de acciones ejecutadas por otras personas o entidades.

Ante una oportunidad espacial en la ciudad, surge el deseo de aprovecharla o viceversa (implantación o distanciamiento), mientras mayores sean las externalidades, mayor tensión de cambio territorial, cuando existen compensaciones económicas se logra el equilibrio espacial, mientras las externalidades se internalicen vía precios se actúa en contra del cambio espacial forzado, (Moreno, 1995), cuando los efectos perjudiciales se extremen se puede producir una movilidad social desde estos puntos, cambiando el uso de las propiedades o siendo compradas por inmobiliarias para nuevos proyectos, provocándose una expulsión forzada.

El concepto de calidad medio ambiental relacionado con la accesibilidad solar está vinculado a costos y beneficios, los cuales se intensifican en la ciudad por densidad y proximidad de los agentes. Lo cual indica que mientras más cercano se encuentre al agente que provoca los perjuicios, mayor será este. Es por ello que los más afectados, son los vecinos inmediatos.

Como en los casos de estudio probablemente no se genera un traspaso económico compensatorio asociado a las obstrucciones solares e impactos negativos, se puede indicar que las externalidades, están siendo absorbidas por los habitantes y no por las inmobiliarias o el Estado. Finalmente los habitantes ven disminuida su calidad de vida y sus potencial desarrollo energético sustentable (Moreno, 1995).

Las externalidades no internalizadas de bloqueo solar, podrían generar impacto sobre el medio ambiente de los vecinos mermando la calidad de vida, incluso forzando el desplazamiento o transformación espacial.

Lo anteriormente expuesto como teoría se evidencia con los resultados del modelamiento y la posterior codificación del cuestionario bajo fundamentos de evaluación contingente.

### **3.6. Factores y condicionantes de los sistemas de captación solar y generación de energía:**

Bases teóricas de radiación solar: La cantidad de radiación solar que llega a la tierra depende de la distancia, por lo tanto influye directamente, el ángulo de excentricidad, el ángulo respecto a la ubicación del sol, por lo tanto se deben hacer cálculos de compensación por día y por hora. (Iqbal, 1983).

Adicionalmente, es directamente influyente el ángulo respecto de la superficie: Posición del sol en relación a superficies (Iqbal, 1983).

### 3.6.1. Cálculos y compensaciones relativas a la radiación solar

- a- Radiación extraterrestre: formulaciones detalladas que tratan cantidades instantáneas, cada hora, y según día de radiación incidente sobre planos inclinados.
- b- Estimaciones de atmósfera sin nubes, cielo y su óptica la concentración de las distintas moléculas.
- c- La distribución vertical del ozono y su variación estacional.
- d- Cálculo de masas ópticas para aire, ozono y vapor de agua.
- e- Radiación espectral solar bajo cielos despejados.
- f- Cálculo de irradiación espectral directa.
- g- Aproximación empírica sencilla para calcular la irradiación espectral difusa.
- h- La Radiación Difusa se considera que tiene tres componentes:
  - (1) la radiación Dispersa-Rayleigh difusa,
  - (2) la Radiación Difusa aerosol dispersada, y
  - (3) reflejada se multiplican de Radiación Difusa.Total (banda ancha) de radiación bajo cielos despejados (Iqbal, 1983).

Se considera como supuesto que el motor de cálculo del software ECOTEC, tiene integrado varias de estas variables, ya que el algoritmo no es detallado en sus especificaciones.

### 3.6.2. Principales métodos de captación solar y situación geográfica

Los principales sistemas de energía solar son solar térmicos o solar fotovoltaicos. Los primeros están orientados a calentar fluidos, mientras los segundos a generar electricidad. Los dispositivos tecnológicos para realizar esto son: captadores solares, acumuladores de agua, placas fotovoltaicas. Las variables influyentes para evaluar estos equipos son el espacio, la geometría, localización geográfica, la orientación solar, entre otros. (Cárdenas & Uribe, 2012) Se puede observar en la figura como cambia el nivel de radiación solar geográficamente según la latitud de cada zona. Y por lo tanto se puede entender la variación y su influencia en las ciudades, las necesidades y las posibilidades en cada ubicación del planeta, figura 3.

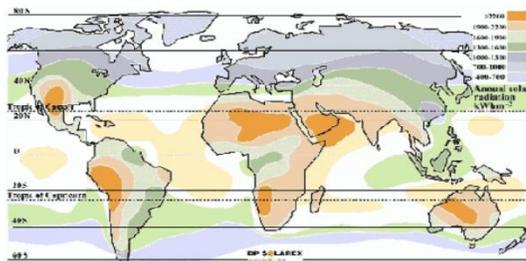


Figura 3: Radiación solar en el mundo (Fondear, 2007)

### 3.6.2.1. Generaciones de células fotovoltaicas

La celda solar es un dispositivo que convierte la radiación solar en energía eléctrica de manera directa, es decir, no requiere de piezas móviles o procesos de combustión.

Las primeras células fotovoltaicas consistían en una gran superficie de cristal simple con bajo rendimiento. Posteriormente las celdas fotovoltaicas tenían eficiencias más altas (28-30%), pero con un costo por vatio más alto. En la actualidad, las células fotovoltaicas que se están comercializando son más eficientes que las generaciones anteriores y con menor costo por vatio.

### 3.6.2.2. Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica y sistemas de transformación térmicos

Se presenta un ejemplo de instalación común de un sistema Fotovoltaico clásico normalmente usado, para entender de forma gráfica y general su instalación y funcionamiento, figura 4.

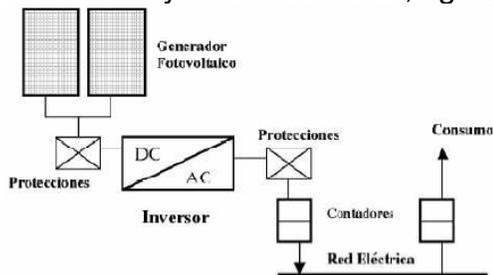


Figura 4: Sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica

Fuente: "(Pereda, Isidro, 2005 "Celdas fotovoltaicas en Generación Distribuida", Pontificia universidad Católica,).

Se Presenta un ejemplo de un sistema térmico y su importancia: Un SST (sistema solar térmico) corresponde a un conjunto de equipos y componentes que conforman una instalación solar térmica, que permite el aprovechamiento de la energía solar para la producción de ACS (agua caliente sanitaria) para el consumo doméstico, figura 5.

El estudio de la figura 6 muestra que existe una mayoría de utilización de energía eléctrica en calefacción, lo cual justifica plenamente la conveniencia de transformar directamente la energía solar en calórica.

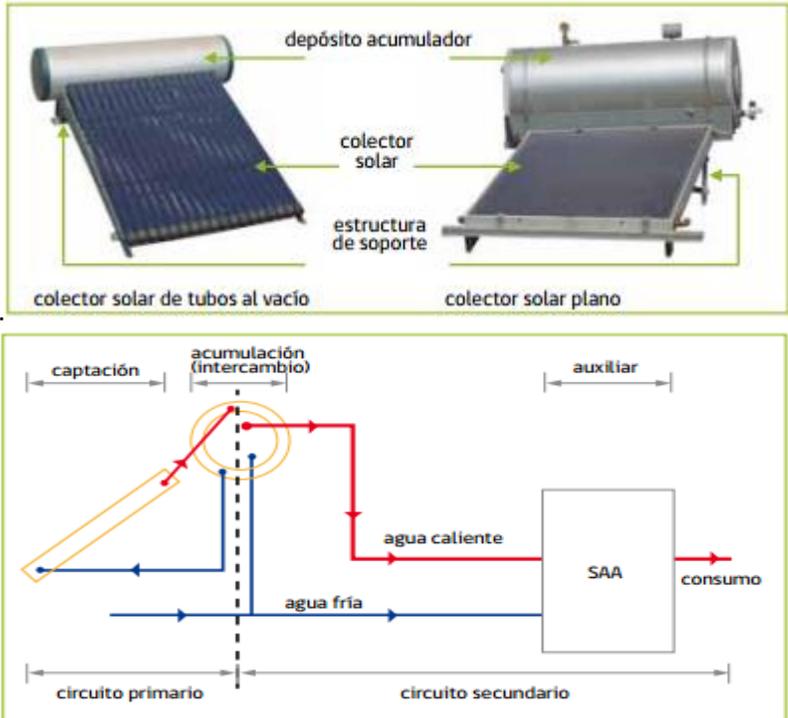


Figura 5: Fuente: Manual Sistemas solares térmicos, MINVU 2014

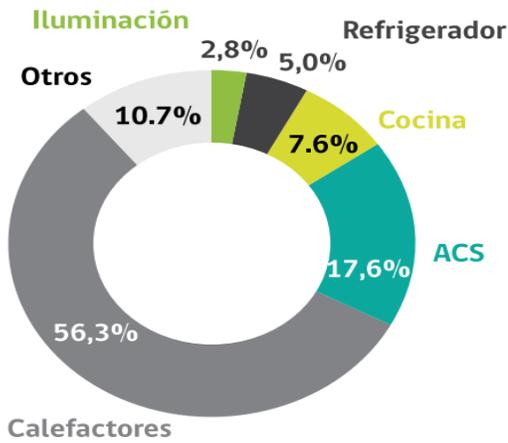


Figura 6: Fuente: "Estudio de usos finales y curva de oferta de la conservación de la energía en el sector residencial". CDT / MINENERGIA, 2010.

### 3.6.3. Diseño urbano y arquitectónico con eficiencia energética

Considerando los conceptos expuestos anteriormente, se considera muy relevante el diseño urbano en el aprovechamiento de este bien. Estudios realizados por *Lawrence Berkeley National Laboratory*, estiman una reducción de entre un 25% a 50 % en consumo de energía para enfriamiento derivado de un buen diseño urbano. (Sullivan, 1998)



Figura 7: Relación geométrica en Acoma, la cual dio origen al concepto de: Envoltura solar

En 1999 se investiga el concepto de envoltura solar, generando diseños en los cuales se optimiza el aprovechamiento de la luz solar en todas las edificaciones, estos diseños aseguran un porcentaje de acceso solar para todos los volúmenes optimizando el espacio, según se indica se lograron densidades a mayores que en varios centros urbanos. (Knowles, 2003), figura 7.

Esta investigación puede ser complementaria a los resultados del actual estudio, pero no directamente debido a que el estudio se basa en tramas urbanas ya construidas.

Las ciudades no se pensaron de forma eficiente, por ello con la modernización e industrialización comenzaron a producirse problemas ambientales. Lo cual hace necesario aplicar planificaciones correctivas (Cárdenas & Higuera, 2015). Algunas tramas urbanas ya consolidadas han incorporado un equilibrio energético autogenerado y reducción de contaminación producida, incluso incorporando energía al sistema, a estos tramas se les denomina barrios solares.

Barrio solar: Además de utilizar las energías renovables existentes en la ciudad ayuda a controlar y limitar la expansión del suelo urbano, aprovechando armónicamente la energía acumulada en las tramas urbanas.

Adicionalmente el barrio solar utiliza las energías renovables de forma pasiva y activa.

### 3.7. Antecedentes respecto a usos y transferencias de energía solar generada

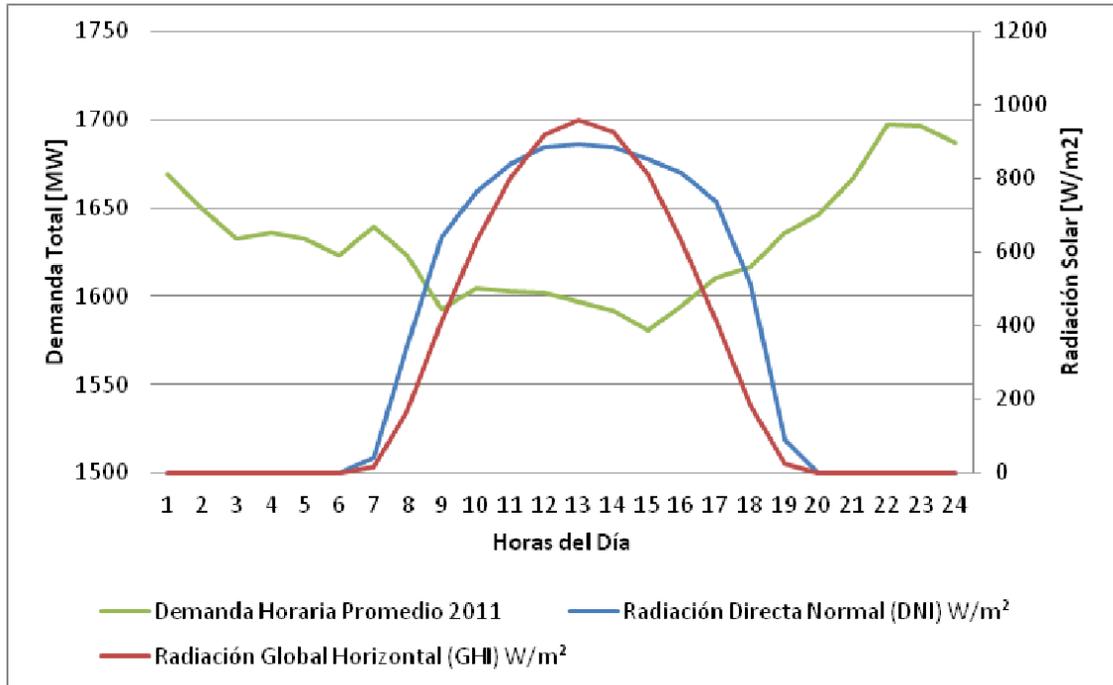


Figura 8: Perfil Solar y Demanda horaria en Norte Grande Chile (Fuente: CDEC-SING, Systepeg Ingeniería y Diseños, reporte eléctrico volumen 5, número 12, 2012).

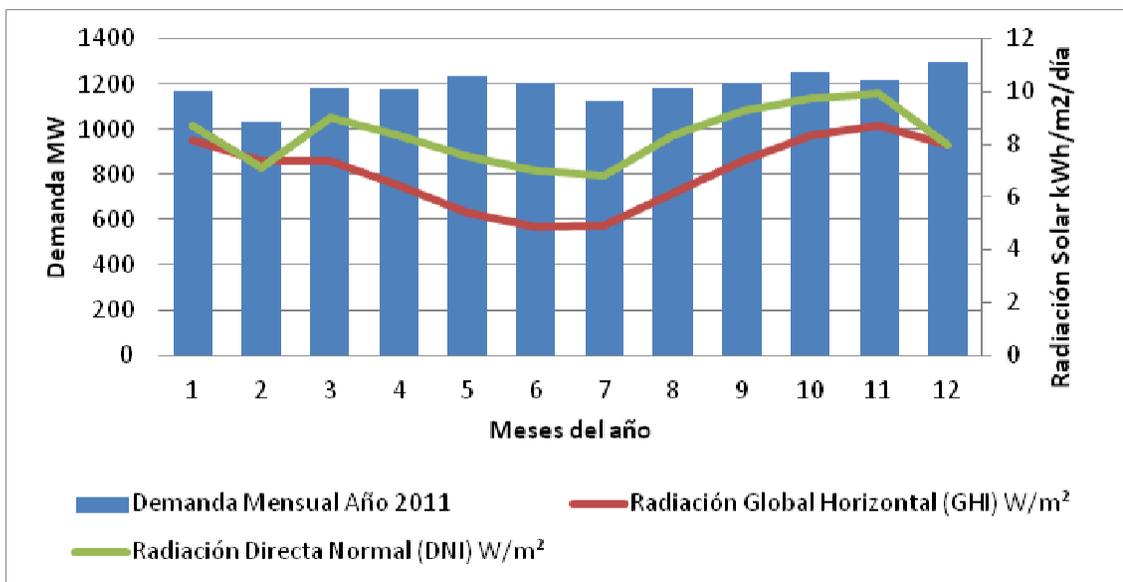


Figura 9: Perfil Solar y Demanda máxima mensual en Norte Grande Chile ((Fuente: CDEC-SING, Systepeg Ingeniería y Diseños, reporte eléctrico volumen 5, número 12, 2012).

La figura 8 muestra el comportamiento tipo de consumo y generación (eléctrico) con paneles Fotovoltaicos para el norte grande de Chile, lo cual da una referencia de cómo entre las 7 y las 19 hr. se produce mayor cantidad de energía eléctrica que la consumida, y entre las 19 hr. y las 7 hr del día siguiente se consume mayor energía que la generada. Obviamente esta grafica se modifica según el mes del año de la medición como muestra la figura 9. Pero lo importante es comprender que durante el horario de mayor generación se produce generalmente la mayor disponibilidad de electricidad entregada al sistema (comprada por compañía).

Lo anterior demuestra que la generación fotovoltaica no solo tiene potencialidades en el consumo, sino también de proveer energía a la matriz energética de la ciudad.

Algunos países como España, estado de California, Alemania, Canadá, Italia presentan esquemas regulatorios que promueven más el desarrollo de estas energías, pagando un valor más alto por kilowatt entregado a la red eléctrica.

## 4. Análisis urbano, inmobiliario y geográfico para determinar los óptimos cuadrantes de estudio.

### 4.1. Caso de estudio

Se determina como caso de estudio dos tejidos urbanos, más específicamente dos cuadrantes, cada uno ubicado en una de las comunas con los mayores indicadores de desarrollo inmobiliario en altura. Tentativamente por observación se estima inicialmente que estas serían las comunas de Santiago, Ñuñoa y Las Condes. Se verifica por lo tanto, si en estas comunas, es donde efectivamente está ocurriendo más aceleradamente la pérdida de acceso solar.

La Investigación se focaliza en comunas donde se presenta diversidad inmediata de baja y gran altura de edificación, lo que genera encuentros abruptos entre edificaciones.

Posteriormente se seleccionan ejes principales oriente-poniente (ej.: Av. Matta, Santa Isabel, Irarrázaval, Diagonal Oriente, Doble Almeyda, Apoquindo) donde se observó un desarrollo inmobiliario con características combinadas de alta y baja altura (observación en terreno).

Se buscan las edificaciones más altas, considerando el número de pisos y se contrasta con la contigüidad de edificaciones habitacionales de baja altura.

El estudio de caso seleccionado tiene como objeto profundizar un análisis en una zona que potencie las consecuencias producidas por la problemática del bloqueo solar, para así evidenciar y predecir las externalidades e implicancias que se están expandiendo y afectando a viviendas principalmente centrales y peri centrales, figura 10, figura 11.



Fuente Figura 10: Vista satelital oscurecimiento de viviendas Ñuñoa Google Earth 06/2014



Figura 11: Fuente Vista satelital oscurecimiento de viviendas Santiago Google Earth 06/2014

## **4.2. Variables geográficas y urbanas que condicionan la accesibilidad solar.**

### **4.2.1. Descripción climatológica**

En la Región Metropolitana se presenta un clima templado cálido con lluvias invernales, pudiéndose distinguir dos subtipos que se diferencian entre sí por la duración de la estación seca. En la Región predomina una estación seca prolongada de 7 a 8 meses, encontrándose una zona con estación seca más corta, de 4 a 5 meses sólo en el sector cordillerano, sobre los 2.000 m de elevación.

A. Clima templado cálido con lluvias invernales y una estación seca prolongada (7 a 8 meses). (Clima correspondiente a la ciudad de Santiago).

B. Clima templado cálido con estación seca de 4 a 5 meses (no correspondiente a la ciudad de Santiago)

### **4.2.2. Características Geográficas de la ciudad de Santiago**

Coordenadas geográficas de Santiago de Chile, Chile:

Latitud: 33°27'24" S

Longitud: 70°38'53" O

Altitud sobre el nivel del mar: 556 m

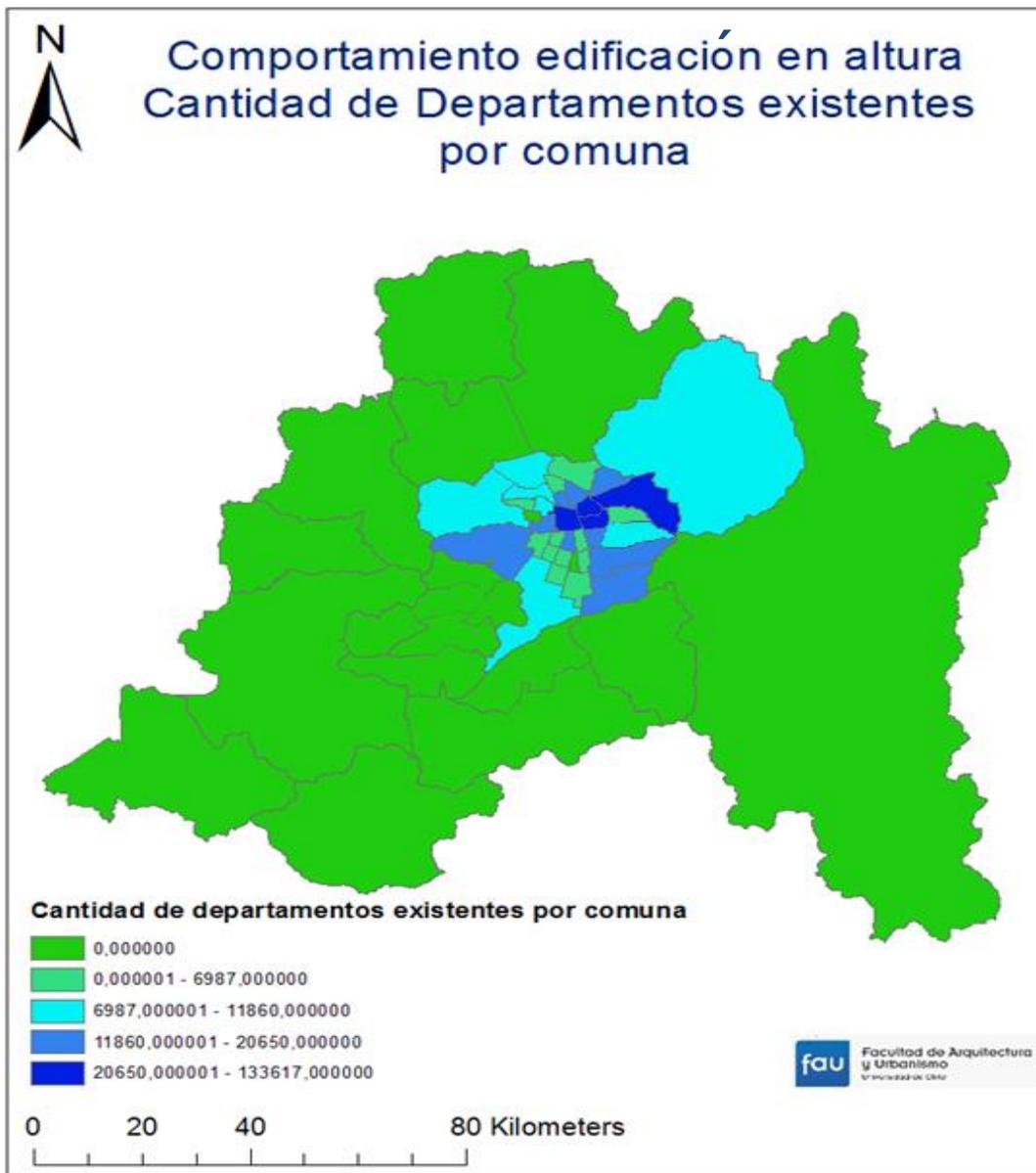
### **4.2.3. Análisis del desarrollo inmobiliario en altura (2002 -2015) en la región metropolitana.**

Para desarrollar el estudio, es fundamental la definición y justificación del caso de estudio, los cuales serán cuadrantes de la ciudad de Santiago que deben cumplir, ciertas características. Las primeras características deben ser cuantitativas, respecto al desarrollo inmobiliario en altura. Las segundas características definidas son de carácter cualitativo y serán definidas por el investigador y profesor guía en base a este tipo de análisis. Como por ejemplo; eje principal de desarrollo Oriente/Poniente, emplazamiento contiguo de edificaciones en altura a casas unifamiliares, inmuebles de conservación histórica, focalización inmobiliaria del sector, forma de tejidos urbanos, etc.

La confección de planos de información geográfica en este caso, tienen como objetivo; mostrar gráficamente que comunas son más atractivas para establecer el cuadrante de estudio y proyectar hacia donde podría replicarse en el futuro la hipotética problemática .

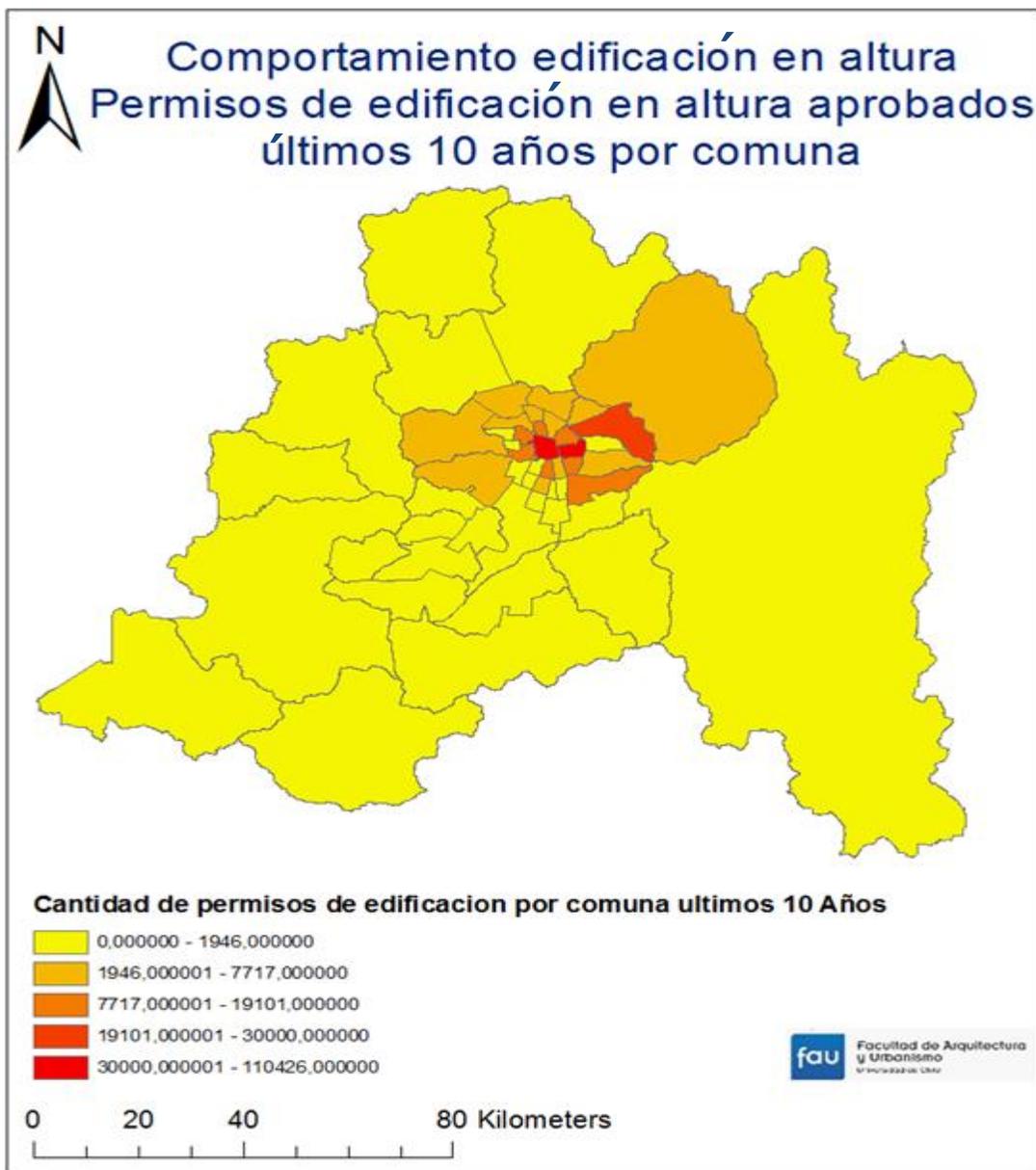
Para explicar el comportamiento y justificar una decisión, se consideró analizar la cantidad de departamentos existentes por comuna en la región metropolitana.

Para ello se procesó información en base a reportes publicados por la unidad Observatorio Urbano del Ministerio de vivienda y urbanismo (MINVU). En mapa 1 se observa que las comunas de Santiago, Ñuñoa, Providencia y Las Condes, son las que actualmente poseen mayor cantidad de departamentos, destacado con un azul intenso.



Mapa 1: elaboración propia en base a estadísticas recopiladas y procesadas.

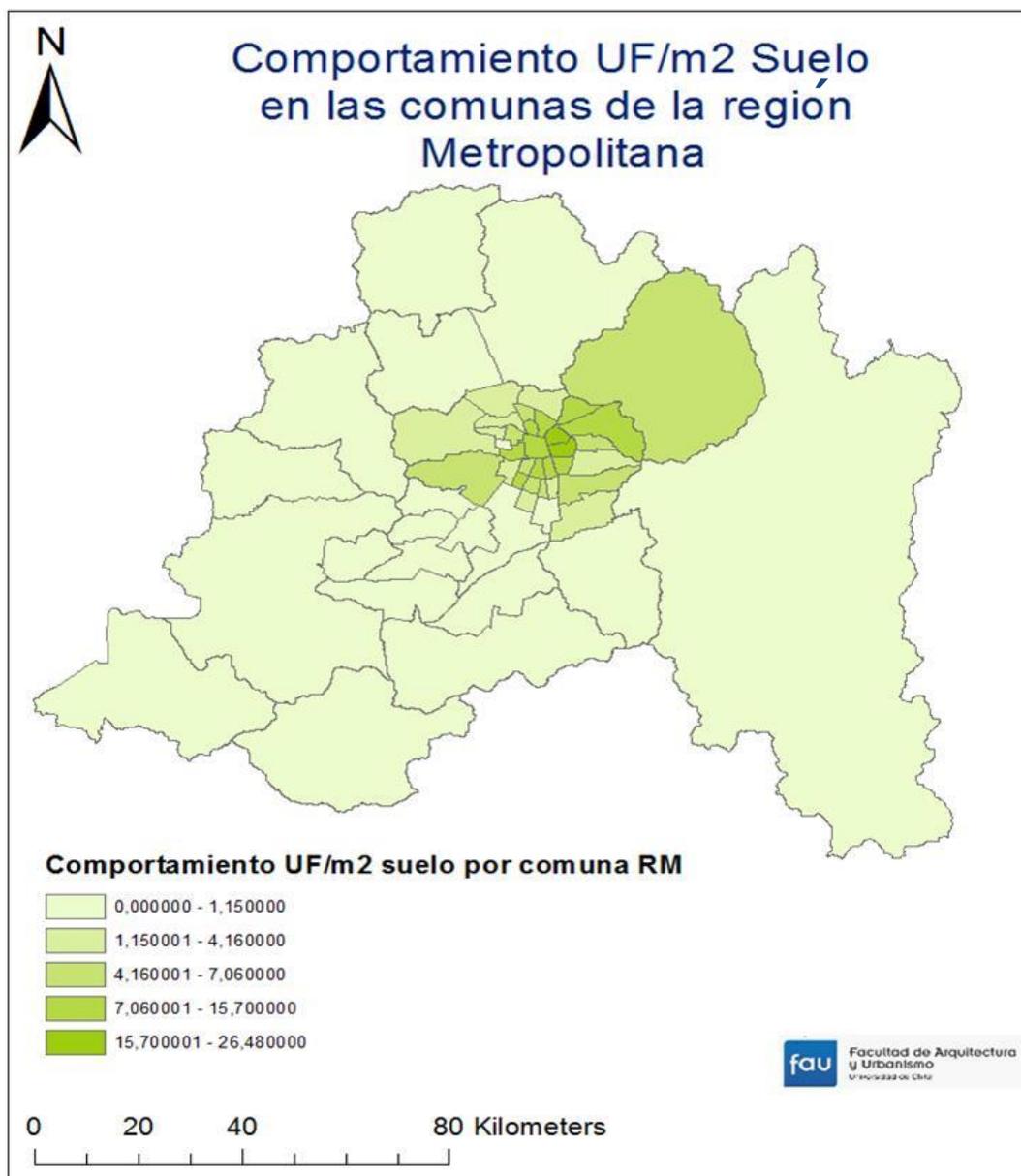
Como este dato podría estar deformado por la cantidad de departamentos antiguos de 4 o 5 pisos y departamentos sociales construidos hace más de 20 años, es que se analizará en el mapa 2 las comunas con mayor cantidad de permisos de edificación de departamentos durante los años (2002-2012) período de predominante construcción en altura. Donde se observa nuevamente a Santiago, Ñuñoa y Las Condes con las tres primeras mayorías en permisos de edificación. Representados por un rojo intenso, pero más fuertemente en Santiago y Ñuñoa, siendo aún mayor la diferencia, en proporción a su área total.



Mapa 2: elaboración propia (2015) elaboración propia en base a estadísticas recopiladas y procesadas.

Posteriormente en mapa 3, se analiza el comportamiento de valor de suelo, lo cual podría predecir o referenciar hacia donde podría replicarse el fenómeno en el futuro.

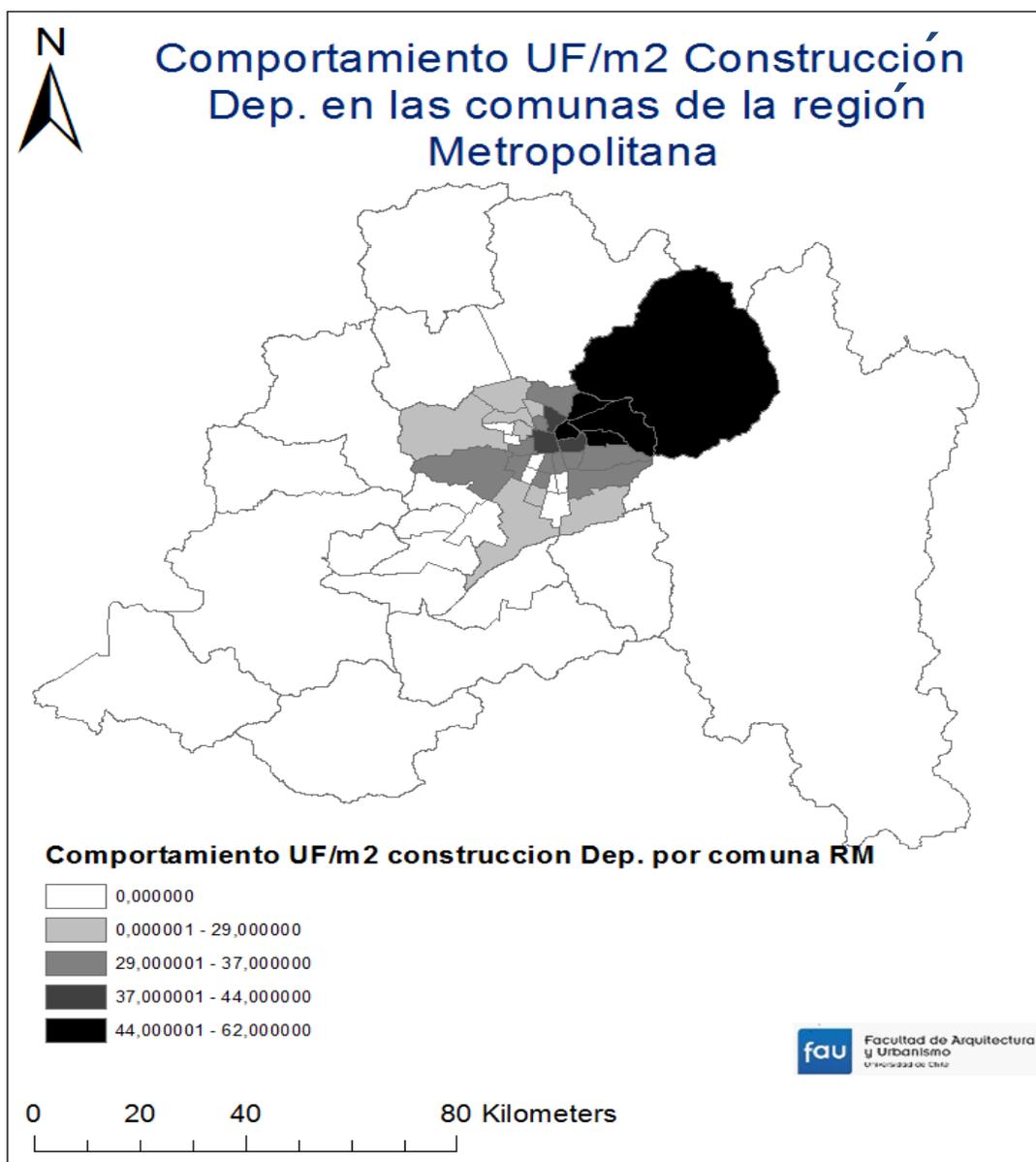
Se puede observar que las comunas con mayor valor promedio de suelo son: Ñuñoa y Providencia, adicionalmente es conocido que para evidenciar un acelerado desarrollo de la edificación en altura, debe existir complementariamente planes reguladores comunales que lo permitan o promuevan.



Mapa 3: elaboración propia (2015) elaboración propia en base a estadísticas recopiladas y procesadas.

En mapa 4, se observan los valores promedio de construcción departamentos, observándose que destacan con mayor valor promedio las comunas de Providencia, Vitacura, las Condes, la Reina, lo Barnechea. Donde podría a futuro extenderse el fenómeno investigado.

Considerando el análisis anterior, se estima más adecuado utilizar los indicadores de los planos 1 al 3 para definir los cuadrantes de estudio, debido a que representarán el comportamiento presente del hipotético fenómeno.



Mapa 4: elaboración propia (2015) elaboración propia en base a estadísticas recopiladas y procesadas.

Finalmente, procesando la información expuesta y complementando con observaciones realizadas en terreno y planimetría de oferta inmobiliaria, se seleccionan las comunas de Santiago y Ñuñoa debido a la concentración del desarrollo inmobiliario y a la confrontación inmediata entre baja y gran altura de construcción, lo cual intensifica la hipotética problemática. Adicionalmente cada una de ellas representa tramas urbanas de corrientes distintas; como la fachada continua (con bienes de conservación histórica) y la tipología de ciudad jardín (Howard, 1902).

La existencia de zonas e inmuebles de conservación histórica, destacan propio de la aparición de edificaciones en altura en estos cuadrantes. Los nuevos edificios se observan, sobre propiedades designadas como conservación histórica (en planos de regulación urbana de la Municipalidad de Santiago), lo anterior se debe a permisos de edificación existentes con anterioridad a las modificaciones realizadas al plan regulador.

Los inmuebles de conservación histórica presentan las mismas afecciones energéticas y urbanísticas que propiedades de que no poseen esta condición, por lo cual no se considerara como variable relevante para el estudio.

Datos de planos

Comuna	Departamentos existentes al 2012	Permisos de edificación edificios últimos 10 años	Valor UF/m2 suelo 2012	Valor UF/m2 construcción (venta) promedio 2002-2012
Alhué	0	0	-	
Buín	0	84		
Calera de Tango	0	0		
Cerrillos	4.702	1.493	3,56	32
Cerro Navia	2.628	600	3	
Colina	0	132		
Conchalí	5.117	2.853	4,78	25
Curacaví	0	0		
El Bosque	5.728	1.432	3,03	23
El Monte	0	0		
Estación Central	15.712	19.101	13,95	36
Huechuraba	4.103	2.829	3,82	36
Independencia	13.101	15.125	9,34	34
Isla de Maipo	0	0		
La Cisterna	6.987	5.856	5,55	30
La Florida	20.650	10.919	6,91	35
La Granja	4.591	680	4,16	
La Pintana	5.932	660	1,12	
La Reina	3.940	740	6,21	57
Lampa	0	108		
Las Condes	69.317	29.397	14,13	59
Lo Barnechea	7.551	4.774	5,8	59
Lo Espejo	3.640	0	11,6	
Lo Prado	0	440		
Macul	15.463	10.212	13,42	35
Maipú	17.080	4.949	5,09	32
María Pinto	0	0		
Melipilla	0	496		
Ñuñoa	56.201	32.285	20,53	44
Padre Hurtado	0	181		
Paine	0	0		
Pedro Aguirre Cerda	3.872	525	5,39	
Peñaflor	0	120		
Peñalolén	8.994	3.381	3,15	37
Pirque	0	0		
Providencia	52.482	17.504	26,48	57
Pudahuel	10.611	5.455	1,77	27
Puente Alto	16.807	1.946	2,88	23
Quilicura	11.044	4.172	1,75	22
Quinta Normal	9.463	9.970	7,06	29
Recoleta	13.210	7.010	13,76	39
Renca	7.328	3.143	2,35	23
San Bernardo	11.860	1.093	1,15	23
San Joaquín	5.158	2.716	11,29	36
San José de Maipo	0	0	0	0
San Miguel	19.373	17.620	11,01	37
San Pedro	0	0	0	0
San Ramón	0	284	4,74	0
Santiago	133.617	110.426	15,7	42
Talagante	0	254	0	0
Tiltil	0	0	0	0
Vitacura	14.349	7717	10,84	62

Tabla 1, Fuente: observatorio urbano MINVU 2015, Google maps, Trivelli P.

A continuación se presenta un gráfico que en 3D, en el cual se representan tres variables en análisis: crecimiento del número de departamentos, años desde el 2002 hasta el 2012, y comuna de crecimiento.

Se considera 2002 como año de inicio del conteo de departamentos construidos como base igual para todas las comunas, para identificar claramente cuáles son las comunas con mayor crecimiento.

Posteriormente los datos se ordenan de mayor a menor para visualizar en primera instancia las comunas con mayor desarrollo en altura.

Se puede observar en el Gráfico claramente que las comunas de Santiago, Ñuñoa, Las Condes, Providencia, San Miguel son las que presentan mayor desarrollo inmobiliario correlativamente y por lo tanto las de mayor interés para realizar la investigación.

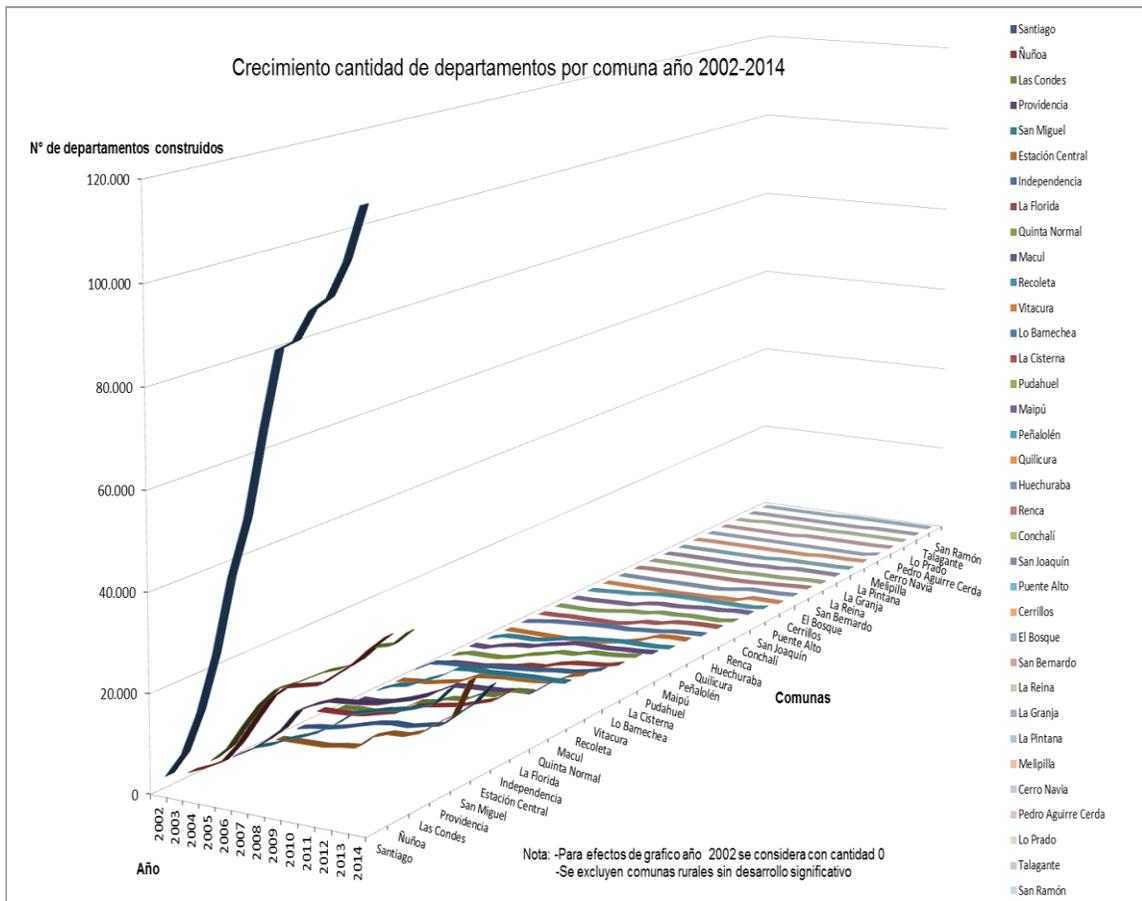


Gráfico 1, Fuente: observatorio urbano MINVU 2015



### 4.3.2. Comuna de Ñuñoa

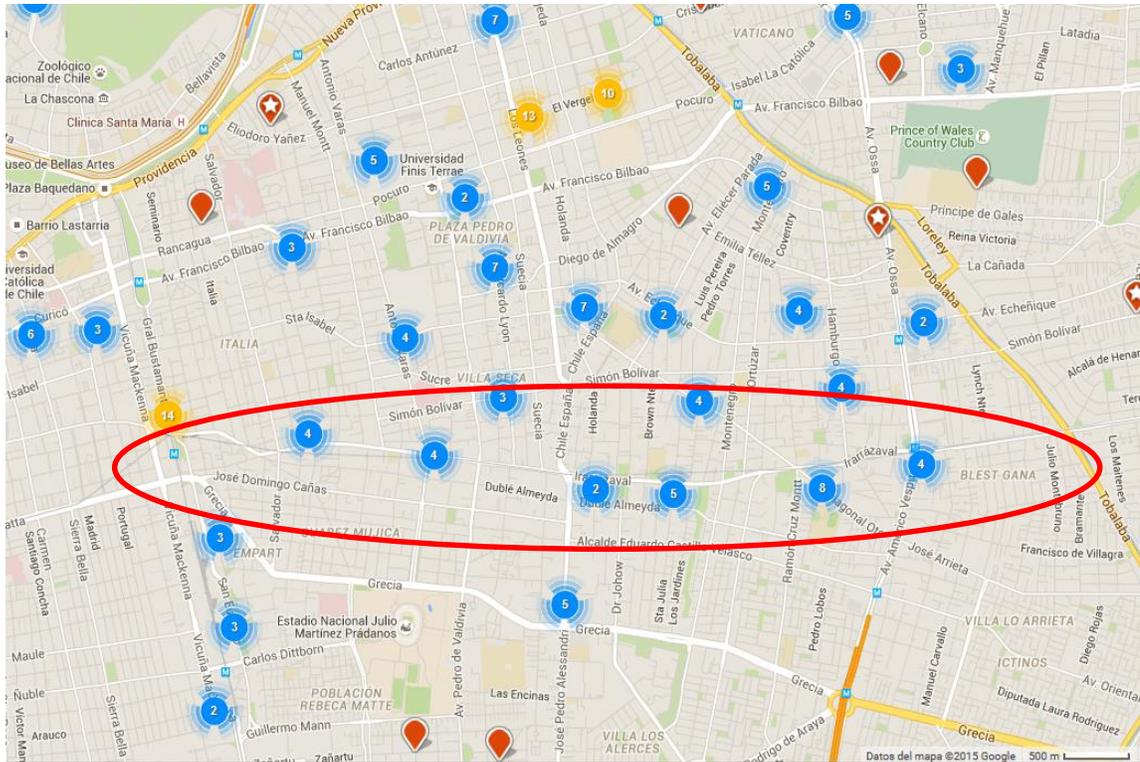


Figura 13, Cantidad de Proyectos nuevos en venta diciembre 2015 (azul: 1-10, amarillo 10-100; rojo: 100 o mayor) (Fuente portal inmobiliario diciembre 2015).

Se puede observar que la mayoría de los proyectos se concentran alrededor del eje Irarrázaval. Si bien también se aprecia un desarrollo por calles Echenique y Dublé Almeyda, la concentración de mayor desarrollo es en el eje Irarrázaval, por lo tanto se selecciona este eje. Adicionalmente cumple con la condición de recorrido de Este a Oeste, lo cual es adecuado para observar obstrucciones desde el Norte, figura 13.

Ya determinados dos ejes principales de las comunas de Ñuñoa y Santiago, se determinará los cuadrantes en estudio. Para esto se realiza una revisión de planimetría y trabajo de campo en terreno, con el fin de determinar por observación, situaciones de desarrollo inmobiliario en altura confrontado a edificaciones de baja altura, donde se aprecie un bloqueo de acceso solar “abusivo” producto del desarrollo inmobiliario.

#### 4.4. Determinación de los cuadrantes de estudio

##### 4.4.1. Comuna de Santiago

Para la comuna de Santiago en el eje Av Matta se selecciona el cuadrante compuesto por las calles: Av Matta, Carmen, Ventura Lavalle y Santiago Concha. En este cuadrante, se observa el desarrollo de un proyecto inmobiliario, el cual se conforma de varias etapas.

El proyecto en desarrollo se destaca debido a la altura de sus edificaciones, sombreando todo el cuadrante urbano inmediato y más allá de éste, el cual se compone principalmente por fachada continua, condicionada como zona de conservación histórica. Las edificaciones construidas al revisar el plan regulador comunal, no cumplen con las características constructivas establecidas para esta zona. Por lo cual se realizó la consulta en la Dirección de Obra Municipal (DOM) donde indicaron que el plan regulador se había modificado, pero existían varios proyectos ya aprobados, con la normativa anterior, figura 14, figura 15, figura 16, figura 17, figura 18, figura 19.

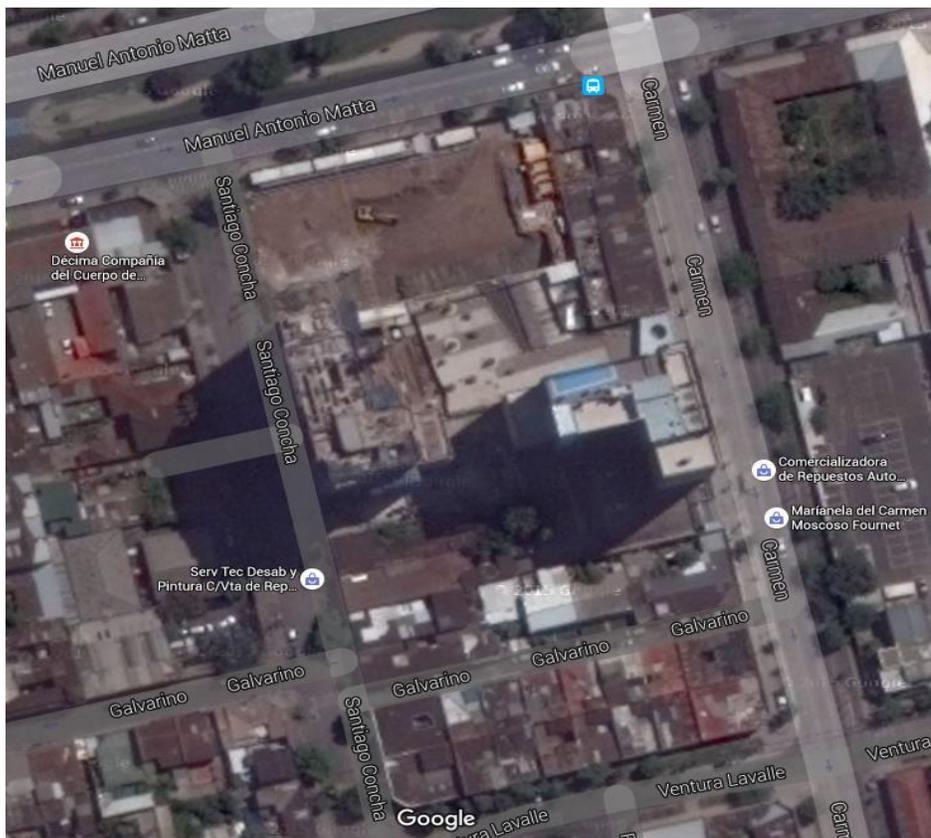


Figura 14, Imagen satelital de la construcción de las edificaciones y crecimiento de sombras. Fuente Google maps, diciembre 2015.



Figura 15, Modelamiento satelital 3D de la construcción del primer edificio. Fuente Google Earth diciembre 2015.

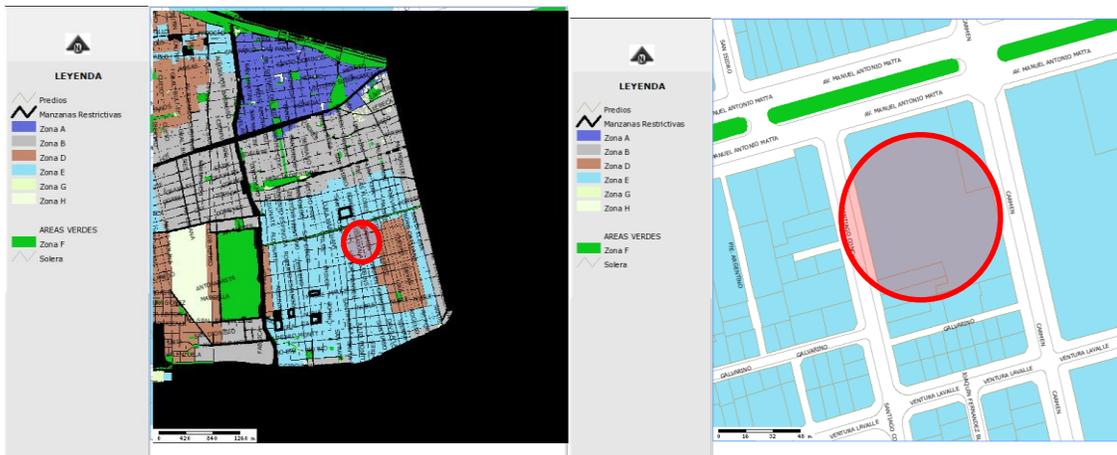


Figura 16. Zonificación de desarrollo urbano, Zona E, fuente: <http://www.observatoriosantiago.cl>.



Figura 17, Zonificación comunal del cuadrante: inmueble de conservación y zona de conservación. Fuente: <http://www.observatoriosantiago.cl>.

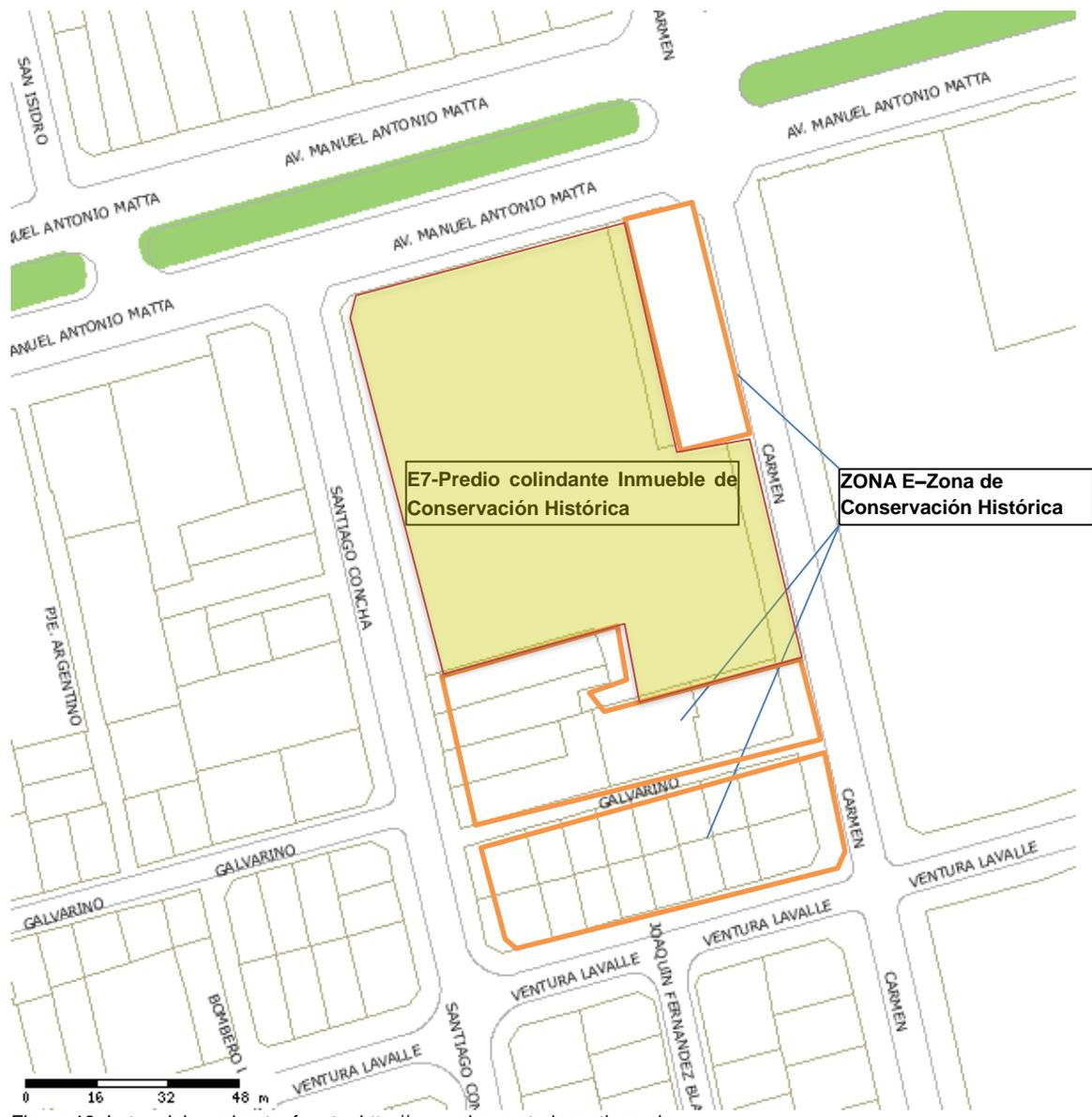


Figura 18, Lotes del cuadrante, fuente: <http://www.observatoriosantiago.cl>.

## Extracto del Artículo 30 de la Ordenanza Local (ver artículo completo)

### 4) Condicionantes de subdivisión y edificación:

1	Superficie subdivisión predial mínima (m2)		300	
2	Coeficiente de ocupación del suelo	Vivienda y/o educación superior	0,7	
		Otros usos	1,0	
3	Coeficiente de ocupación pisos superiores	Vivienda y/o educación superior	0,7	
		Otros usos	Hasta 7m	1,0
			Sobre 7m	0,7
4	Coeficiente máximo de constructibilidad	Vivienda	2,8	
		Otros usos	4,3	
5	Densidad máxima (Hab/Há)		1.600	
6	Sistema de agrupamiento		Continuo	
7	Altura máxima (m)		18	
8	Edificación aislada sobre la continua		No contempla	

Figura 19, condiciones principales de edificación en plan regulador (2016)

Se estima aproximadamente según planimetría, que el predio perteneciente al proyecto inmobiliario, podría corresponder a 5000 m<sup>2</sup>, considerando el coeficiente máximo de constructibilidad de 2,8, se podría construir un máximo de 14.000 m<sup>2</sup>, contemplando plantas de 400 m<sup>2</sup> por edificio, daría un máximo de 18 pisos por departamento.

Por lo tanto, con la zonificación publicada para la manzana, no se podría construir proyecto existente, lo cual demuestra que el proyecto fue aprobado con una normativa anterior, como se comunicó en la municipalidad.

#### 4.4.2. Comuna de Ñuñoa

Para la comuna de Ñuñoa en el eje Irarrázaval se selecciona el cuadrante compuesto por las calles: Irarrázaval, Alcalde Jorge Monckeberg, Ottawa y Juan Molla Morales. En este cuadrante, se observa el desarrollo de varios proyectos inmobiliarios alineados frente a la acera Sur de la calle Irarrázaval, produciendo un muro de obstrucción solar a las viviendas unifamiliares aisladas contiguas con tipología de ciudad Jardín (Howard, 1902).

El proyecto en desarrollo se destaca debido a la altura de sus edificaciones sombreando todo el cuadrante urbano inmediato, el cual es amplio en superficie y con mayores distanciamientos que en la comuna de Santiago, debido a una normativa comunal más restrictiva. Este cuadrante destaca por el bloqueo solar a edificaciones de baja altura con una tipología diferente al caso de Santiago y con un valor considerablemente mayor de las propiedades, figura 20, figura 21, figura 22.

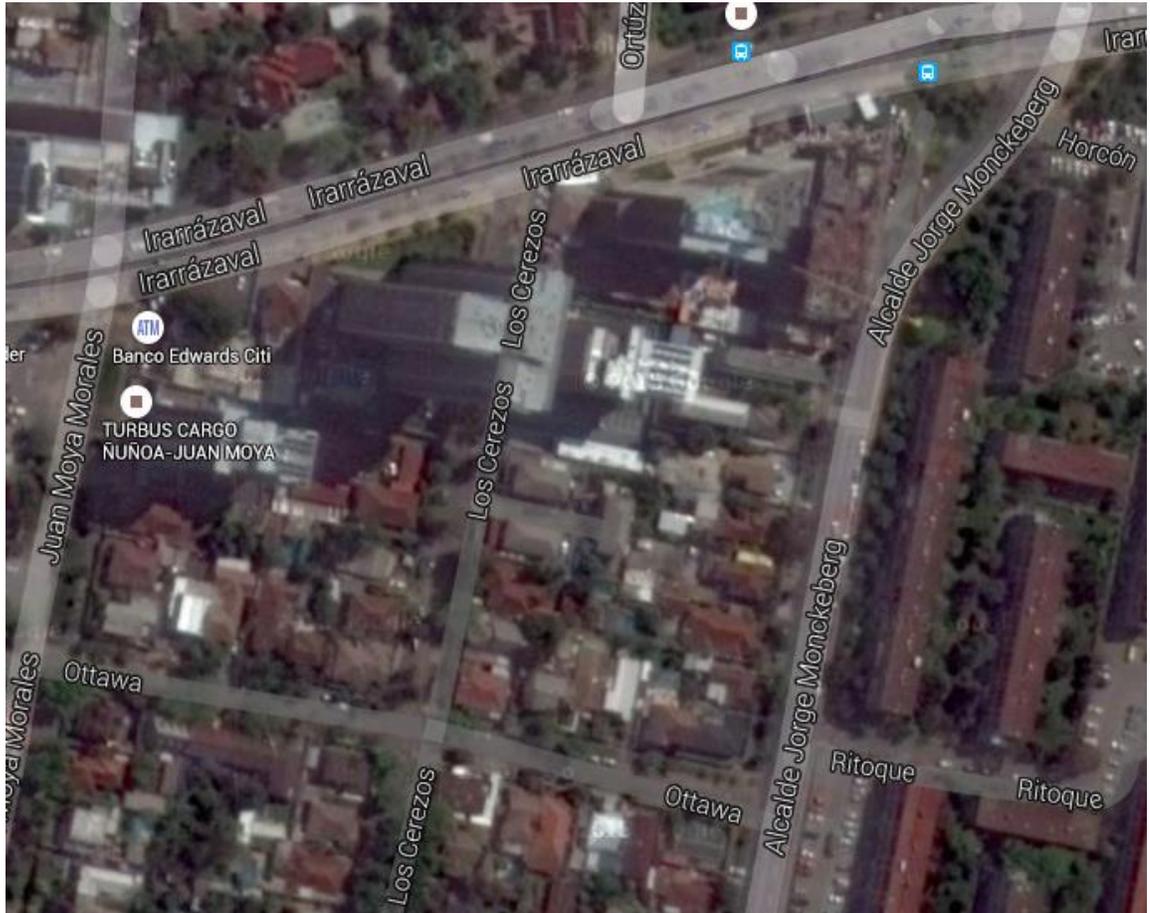


Figura 20, Imagen satelital de la construcción y sombras constituidas. Fuente Google maps diciembre 2015.

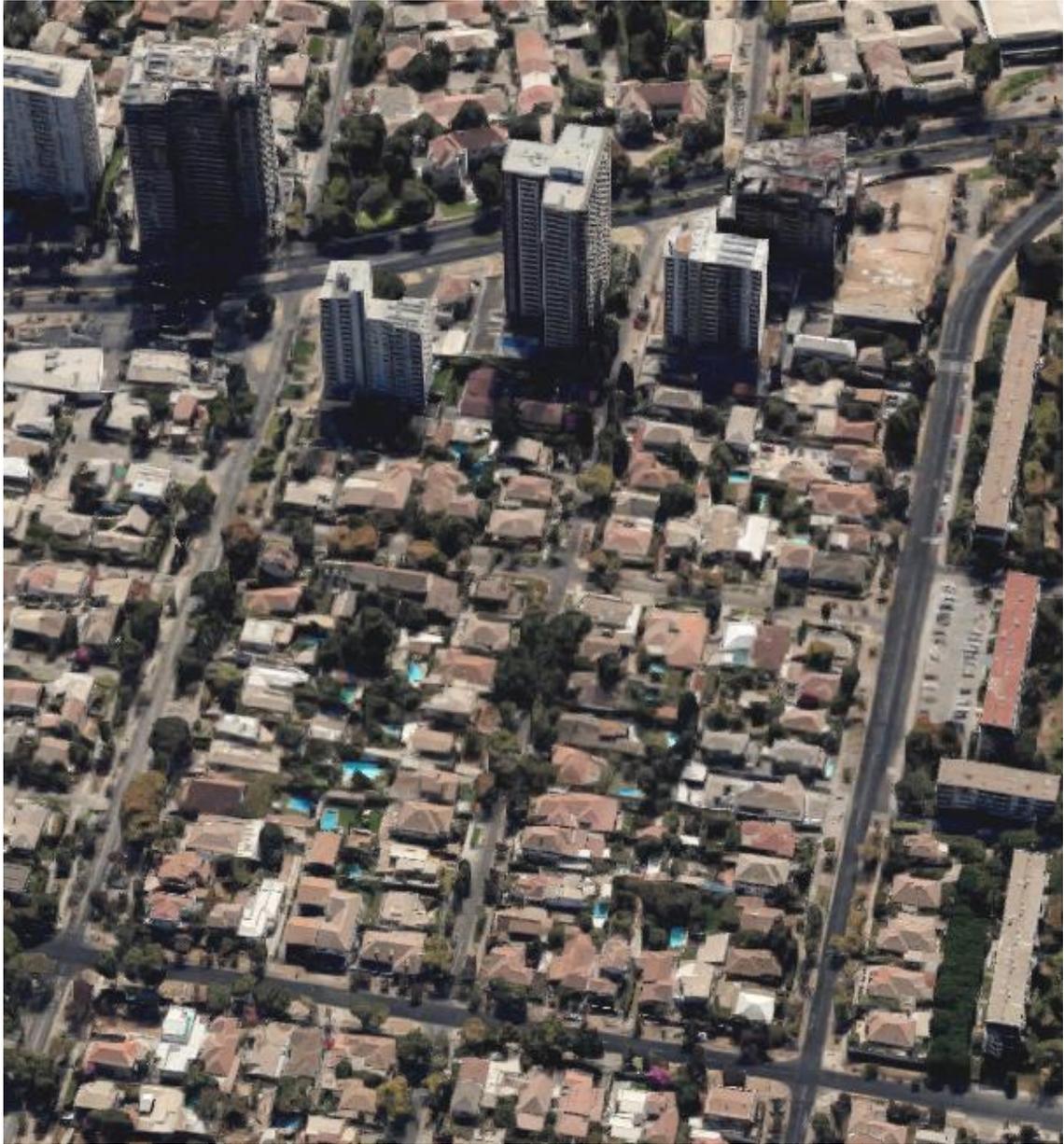


Figura 21, Modelamiento satelital 3D de edificios. Fuente Google Earth diciembre 2015.



Figura 22, plano cuadrante Nuñoa de archivo municipal

En Nuñoa se realiza una modificación considerable al plano regulador comunal en el año 2007, el cual plantea una protección a barrios residenciales consolidados y ya renovados, pero existe opinión divergente entre expertos. Zona de cuadrante de estudio pasa de Z1 a Z1-B con antejardín.

Residencial: Coeficiente de ocupación de suelo 0,6, sistema de agrupamiento hasta 17,5 m aislado y continuo, constructibilidad libre según rasante. Antejardín 5m.

## 5. Calculo en modelo 3D de radiación solar para propiedades con y sin bloqueo solar inmobiliario.

5.1. Modelamiento de cuadrantes en estudio, para cálculo, análisis y comparación de radiación y exposición solar en propiedades sin y con bloqueo solar.

### 5.1.1. Análisis comuna de Santiago

Grilla cuadrante en estudio



Figura 23. Fuente Plano cuadrante Santiago observatorio Urbano 2016.



Levantamiento de cuadrante en software ECOTEC para modelo de cálculo

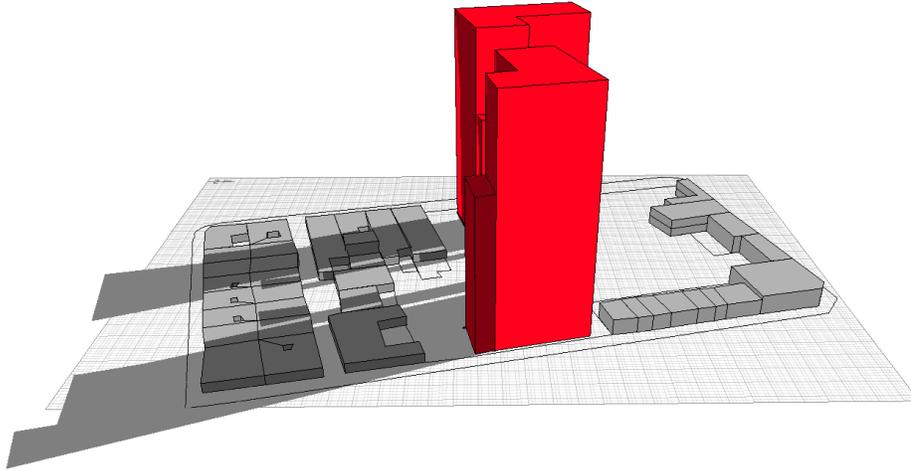


Figura 25. Elaboración propia 2016

A continuación, para ejemplificar visualmente los efectos solares que producen los nuevos proyectos inmobiliario sobre las propiedades contiguas, se aplica en software la función de proyección para un día particular del mes de junio, se puede observar el efecto del bloque solar a mitad del día en figura 26.

Modelo con proyección solar (ejemplo de proyección de sombra para el día 01 de junio a las 14:00 horas. y recorrido de sol anual).

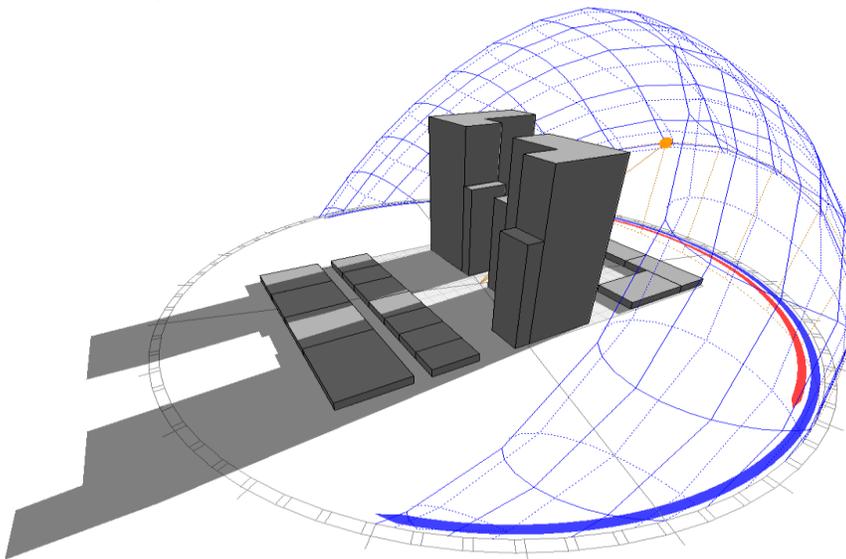


Figura 26. Elaboración propia en ECOTEC 2016

Posteriormente se realiza un cálculo de captación energética en las techumbres de las propiedades para el mes de junio, se puede observar en la figura 27, como la escala con cambio de color revela la diferencia de radiación captada en este mes.

Ejemplo de cálculo de radiación en modelo simplificado para techumbres en mes de julio.

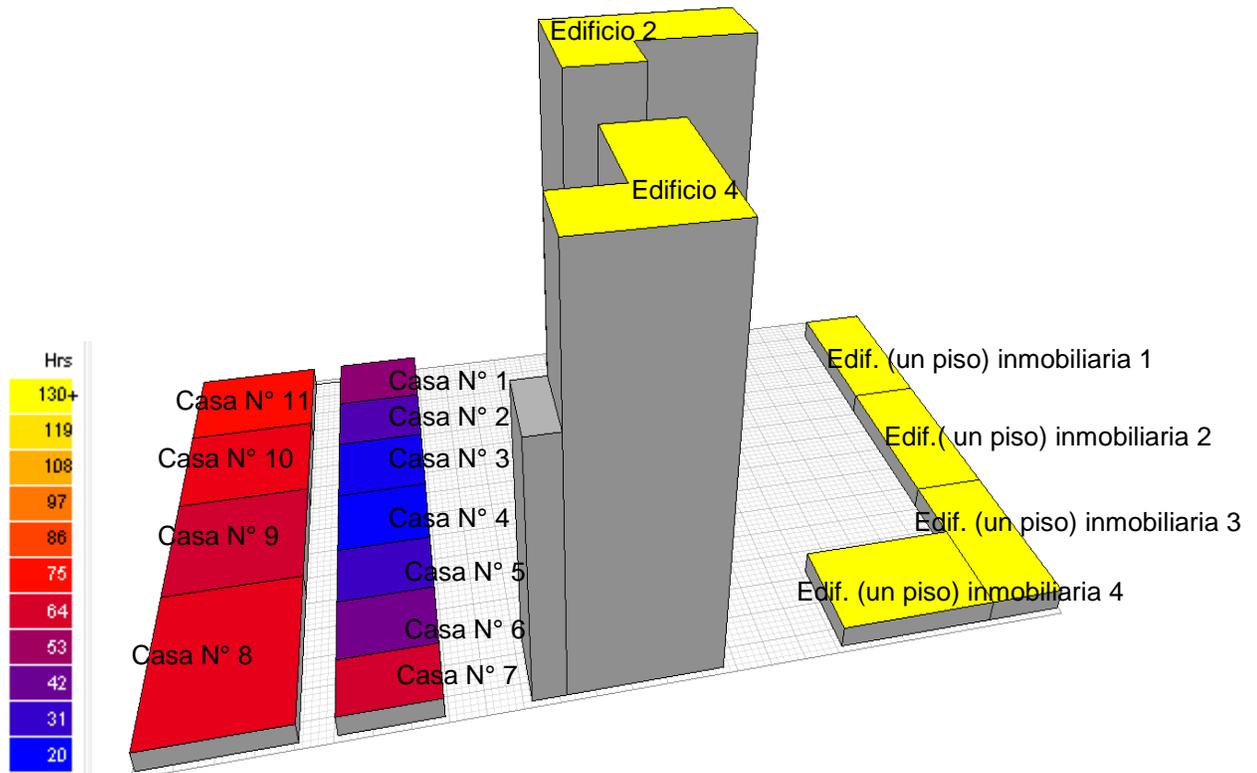


Figura 27. Elaboración propia 2016 Cuadrante Santiago

### 5.1.1.1. Análisis de radiación solar horizontal y vertical Cuadrante Santiago

#### Radiación asociada a la incidencia solar Directa y Difusa sobre superficies horizontales de techumbre y verticales de muro (norte).

Se calcula para el cuadrante en estudio modelado la radiación recibida por los planos horizontales (simplificación de techumbre) y verticales (muros norte), La radiación es medida en watts hora por m2 (Wh/m2).

Este cálculo modelado se basa en algoritmos teóricos, por lo tanto es solo una referencia de la realidad.

Se realiza (en modelo) la medición de la radiación solar Directa y la Radiación Difusa, la cual es la que se proyecta a través de la reflexión de otros elementos.

El cálculo modelado es realizado inicialmente para las propiedades afectadas (baja altura) por los nuevos proyectos inmobiliarios y a continuación para los proyectos inmobiliarios en altura, las techumbres de los proyectos en altura que no tienen bloqueo solar representan la disponibilidad solar de las propiedades anterior al bloqueo.

El cálculo de radiación es realizado anualmente, y posteriormente se analiza por cada estación del año, con el fin de estudiar los efectos parcializados y como se compone el total anual.

### 5.1.1.1.1. Resultado anual

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción solar

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Techumbre	-104	90	125	1.257.420	779.495	477.925
Casa un piso N° 2	Techumbre	-104	90	169	1.212.295	745.886	466.409
Casa un piso N° 3	Techumbre	-104	90	178	1.238.859	760.933	477.925
Casa un piso N° 4	Techumbre	-104	90	164	1.321.596	826.396	495.200
Casa un piso N° 5	Techumbre	76	90	141	1.166.620	711.728	454.892
Casa un piso N° 6	Techumbre	76	90	142	1.175.894	721.002	454.892
Casa un piso N° 7	Techumbre	76	90	159	1.270.960	787.276	483.683
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.078</b>	<b>8.643.643</b>	<b>5.332.716</b>	<b>3.310.927</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>178</b>	<b>1.321.596</b>	<b>826.396</b>	<b>495.200</b>
<b>MINIMO</b>				<b>125</b>	<b>1.175.894</b>	<b>721.002</b>	<b>454.892</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>154</b>	<b>1.234.806</b>	<b>761.817</b>	<b>472.990</b>

Tabla 2, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción solar

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Muro	-14	0	27	436.548	286.836	149.712
Casa un piso N° 2	Muro	-14	0	36	339.080	218.159	120.921
Casa un piso N° 3	Muro	-14	0	38	367.470	235.033	132.437
Casa un piso N° 4	Muro	-14	0	35	493.461	320.717	172.744
Casa un piso N° 5	Muro	-14	0	49	590.620	400.602	190.018
Casa un piso N° 6	Muro	-14	0	51	541.459	368.715	172.744
Casa un piso N° 7	Muro	-14	0	56	536.817	369.831	166.986
Casa un piso N° 8	Muro	-14	0	75	581.626	397.366	184.260
Casa un piso N° 9	Muro	-14	0	30	306.582	197.177	109.404
Casa un piso N° 10	Muro	-14	0	30	321.405	206.242	115.163
Casa un piso N° 11	Muro	-14	0	34	411.276	267.323	143.953
<b>SUM TOTAL</b>				<b>462</b>	<b>4.926.343</b>	<b>3.268.002</b>	<b>1.658.342</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>75</b>	<b>590.620</b>	<b>400.602</b>	<b>190.018</b>
<b>MINIMO</b>				<b>27</b>	<b>306.582</b>	<b>197.177</b>	<b>109.404</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>42</b>	<b>447.849</b>	<b>297.091</b>	<b>150.758</b>

Tabla 3, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción solar

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	76	90	455	1.636.898	1.055.327	581.571
Edificio N° 4	Techumbre	-104	90	589	1.562.502	1.009.722	552.780
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	166	90	325	1.481.731	1.009.565	472.166
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	76	90	269	1.530.175	1.023.460	506.715
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	76	90	275	1.537.454	1.030.739	506.715
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 4	Techumbre	76	90	261	1.535.933	1.023.460	512.473
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.174</b>	<b>9.284.693</b>	<b>6.152.274</b>	<b>3.132.419</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>589</b>	<b>1.636.898</b>	<b>1.055.327</b>	<b>581.571</b>
<b>MINIMO</b>				<b>261</b>	<b>1.481.731</b>	<b>1.009.565</b>	<b>472.166</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>362</b>	<b>1.547.449</b>	<b>1.025.379</b>	<b>522.070</b>

Tabla 4, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción solar

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Muro	-14	0	1.704	837.600	561.210	276.390
Edificio N° 4	Muro	-14	0	822	860.964	578.816	282.148
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 1	Muro	-14	0	73	857.084	574.935	282.148
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-14	0	75	847.334	565.186	282.148
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-14	0	71	857.094	574.946	282.148
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.746</b>	<b>4.260.076</b>	<b>2.855.093</b>	<b>1.404.983</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.704</b>	<b>860.964</b>	<b>578.816</b>	<b>282.148</b>
<b>MINIMO</b>				<b>71</b>	<b>837.600</b>	<b>561.210</b>	<b>276.390</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>549</b>	<b>852.015</b>	<b>571.019</b>	<b>280.997</b>

Tabla 5, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados anuales  
 Se puede observar en gráficos 2 y 3 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones.  
 Para la Radiación Directa en techumbres existe un 26% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 9%.  
 Para la radiación Directa en muros norte existe un 48% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 46%.

Gráfico comparativo (anual) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

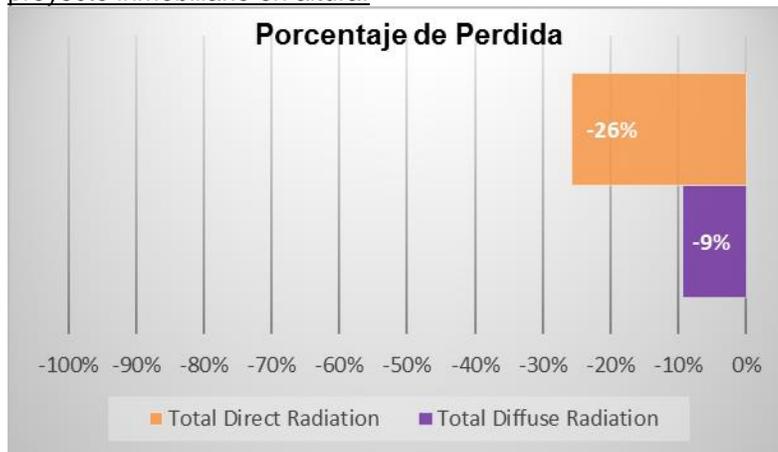


Gráfico 2, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (anual) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

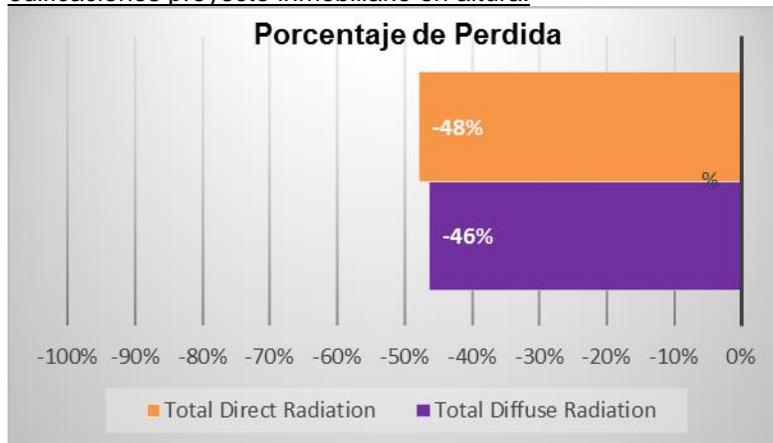


Gráfico 3, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.1.1.2. Resultado estación de verano

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción solar

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Techumbre	-104	90	125	543.806	408.492	135.314
Casa un piso N° 2	Techumbre	-104	90	169	577.139	445.085	132.054
Casa un piso N° 3	Techumbre	-104	90	178	586.648	451.334	135.314
Casa un piso N° 4	Techumbre	-104	90	164	603.801	463.596	140.205
Casa un piso N° 5	Techumbre	76	90	141	558.939	430.146	128.793
Casa un piso N° 6	Techumbre	76	90	142	543.714	414.921	128.793
Casa un piso N° 7	Techumbre	76	90	159	595.110	458.166	136.944
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.078</b>	<b>4.009.157</b>	<b>3.071.740</b>	<b>937.417</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>178</b>	<b>603.801</b>	<b>463.596</b>	<b>140.205</b>
<b>MINIMO</b>				<b>125</b>	<b>543.714</b>	<b>414.921</b>	<b>128.793</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>154</b>	<b>572.737</b>	<b>438.820</b>	<b>133.917</b>

Tabla 6, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción solar

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Muro	-14	0	27	125.981	83.594	42.388
Casa un piso N° 2	Muro	-14	0	36	137.202	102.966	34.236
Casa un piso N° 3	Muro	-14	0	38	146.718	109.221	37.497
Casa un piso N° 4	Muro	-14	0	35	168.418	119.509	48.909
Casa un piso N° 5	Muro	-14	0	49	183.687	129.887	53.800
Casa un piso N° 6	Muro	-14	0	51	178.809	129.901	48.909
Casa un piso N° 7	Muro	-14	0	56	177.179	129.901	47.278
Casa un piso N° 8	Muro	-14	0	75	178.411	126.242	52.169
Casa un piso N° 9	Muro	-14	0	30	130.347	99.371	30.976
Casa un piso N° 10	Muro	-14	0	30	121.863	89.257	32.606
Casa un piso N° 11	Muro	-14	0	34	161.083	120.326	40.757
<b>SUM TOTAL</b>				<b>462</b>	<b>1.709.697</b>	<b>1.240.174</b>	<b>469.524</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>75</b>	<b>183.687</b>	<b>129.901</b>	<b>53.800</b>
<b>MINIMO</b>				<b>27</b>	<b>121.863</b>	<b>83.594</b>	<b>30.976</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>42</b>	<b>155.427</b>	<b>112.743</b>	<b>42.684</b>

Tabla 7, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción solar

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	76	90	455	641.847	477.188	164.659
Edificio N° 4	Techumbre	-104	90	589	618.649	462.141	156.508
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	166	90	325	595.701	462.017	133.684
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	76	90	269	610.074	466.609	143.465
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	76	90	275	613.040	469.575	143.465
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 4	Techumbre	76	90	261	611.705	466.609	145.096
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.174</b>	<b>3.691.016</b>	<b>2.804.139</b>	<b>886.877</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>589</b>	<b>641.847</b>	<b>477.188</b>	<b>164.659</b>
<b>MINIMO</b>				<b>261</b>	<b>611.705</b>	<b>462.017</b>	<b>133.684</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>362</b>	<b>615.169</b>	<b>467.357</b>	<b>147.813</b>

Tabla 8, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción solar

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Muro	-14	0	1.704	200.014	121.760	78.254
Edificio N° 4	Muro	-14	0	822	212.608	132.724	79.884
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Muro	-14	0	73	209.785	129.901	79.884
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-14	0	75	206.126	126.242	79.884
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-14	0	71	209.785	129.901	79.884
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.746</b>	<b>1.038.317</b>	<b>640.526</b>	<b>397.791</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.704</b>	<b>212.608</b>	<b>132.724</b>	<b>79.884</b>
<b>MINIMO</b>				<b>71</b>	<b>200.014</b>	<b>121.760</b>	<b>78.254</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>549</b>	<b>207.663</b>	<b>128.105</b>	<b>79.558</b>

Tabla 9, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de verano.

Se puede observar en gráficos 4 y 5 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 6% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 9%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 12% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 46%.

Gráfico comparativo (verano) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

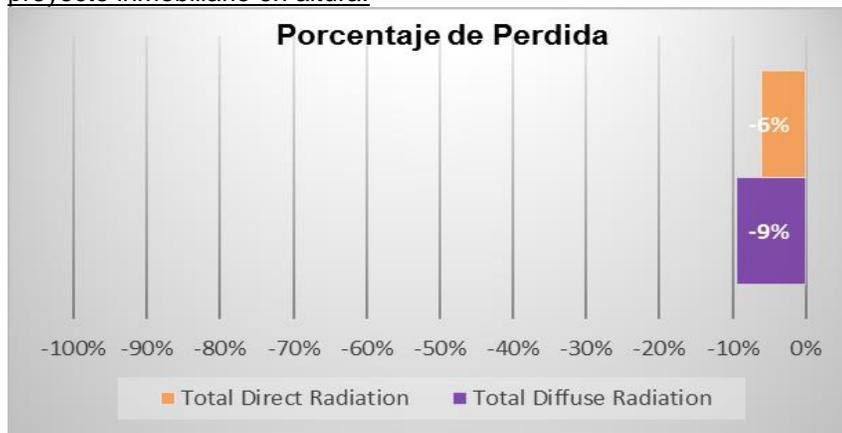


Gráfico 4 elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (verano) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

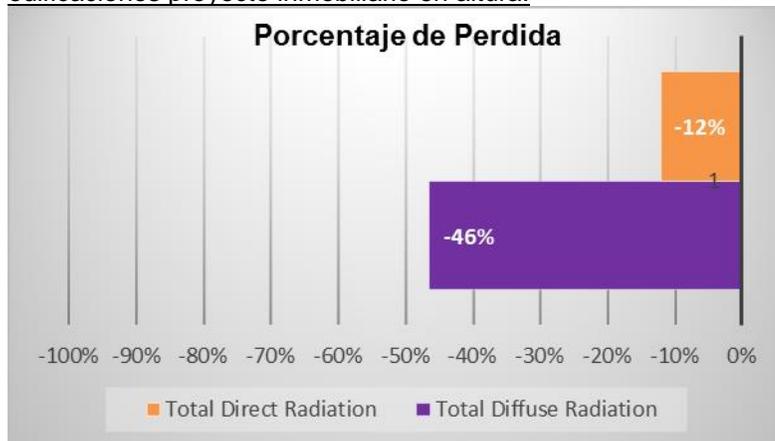


Gráfico 5, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.1.1.3. Resultados estación de otoño

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción solar

Medición en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Techumbre	-104	90	125	217.216	109.574	107.642
Casa un piso N° 2	Techumbre	-104	90	169	170.636	65.588	105.048
Casa un piso N° 3	Techumbre	-104	90	178	176.885	69.243	107.642
Casa un piso N° 4	Techumbre	-104	90	164	209.471	97.938	111.533
Casa un piso N° 5	Techumbre	76	90	141	166.495	64.041	102.454
Casa un piso N° 6	Techumbre	76	90	142	179.103	76.649	102.454
Casa un piso N° 7	Techumbre	76	90	159	190.844	81.905	108.939
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.078</b>	<b>1.310.650</b>	<b>564.938</b>	<b>745.712</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>178</b>	<b>209.471</b>	<b>97.938</b>	<b>111.533</b>
<b>MINIMO</b>				<b>125</b>	<b>179.103</b>	<b>76.649</b>	<b>102.454</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>154</b>	<b>187.236</b>	<b>80.705</b>	<b>106.530</b>

Tabla 10, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción solar

Medición en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Muro	-14	0	27	111.463	77.744	33.719
Casa un piso N° 2	Muro	-14	0	36	56.735	29.500	27.235
Casa un piso N° 3	Muro	-14	0	38	63.513	33.685	29.828
Casa un piso N° 4	Muro	-14	0	35	111.049	72.142	38.907
Casa un piso N° 5	Muro	-14	0	49	153.263	110.466	42.797
Casa un piso N° 6	Muro	-14	0	51	136.418	97.512	38.907
Casa un piso N° 7	Muro	-14	0	56	131.578	93.968	37.610
Casa un piso N° 8	Muro	-14	0	75	145.173	103.672	41.501
Casa un piso N° 9	Muro	-14	0	30	53.587	28.947	24.641
Casa un piso N° 10	Muro	-14	0	30	63.734	37.796	25.938
Casa un piso N° 11	Muro	-14	0	34	82.526	50.103	32.422
<b>SUM TOTAL</b>				<b>462</b>	<b>1.109.040</b>	<b>735.536</b>	<b>373.504</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>75</b>	<b>153.263</b>	<b>110.466</b>	<b>42.797</b>
<b>MINIMO</b>				<b>27</b>	<b>53.587</b>	<b>28.947</b>	<b>24.641</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>42</b>	<b>100.822</b>	<b>66.867</b>	<b>33.955</b>

Tabla 11, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción Solar

Medicion en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	76	90	455	332.048	201.062	130.986
Edificio N° 4	Techumbre	-104	90	589	313.633	189.132	124.502
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	166	90	325	295.477	189.132	106.345
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	76	90	269	306.847	192.721	114.126
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	76	90	275	308.406	194.279	114.126
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 4	Techumbre	76	90	261	308.144	192.721	115.423
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.174</b>	<b>1.864.555</b>	<b>1.159.046</b>	<b>705.508</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>589</b>	<b>332.048</b>	<b>201.062</b>	<b>130.986</b>
<b>MINIMO</b>				<b>261</b>	<b>308.144</b>	<b>189.132</b>	<b>106.345</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>362</b>	<b>310.759</b>	<b>193.174</b>	<b>117.585</b>

Tabla 12, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción Solar

Medicion en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Muro	-14	0	1.704	241.238	178.987	62.251
Edificio N° 4	Muro	-14	0	822	243.770	180.223	63.548
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 1	Muro	-14	0	73	243.636	180.089	63.548
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-14	0	75	241.433	177.886	63.548
Edificacion (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-14	0	71	243.636	180.089	63.548
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.745</b>	<b>1.213.714</b>	<b>897.273</b>	<b>316.441</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.704</b>	<b>243.770</b>	<b>180.223</b>	<b>63.548</b>
<b>MINIMO</b>				<b>71</b>	<b>241.238</b>	<b>178.987</b>	<b>62.251</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>549</b>	<b>242.743</b>	<b>179.455</b>	<b>63.288</b>

Tabla 13, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de otoño.

Se puede observar en gráficos 6 y 7 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 58% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 9%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 63% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 46%.

Gráfico comparativo (otoño) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

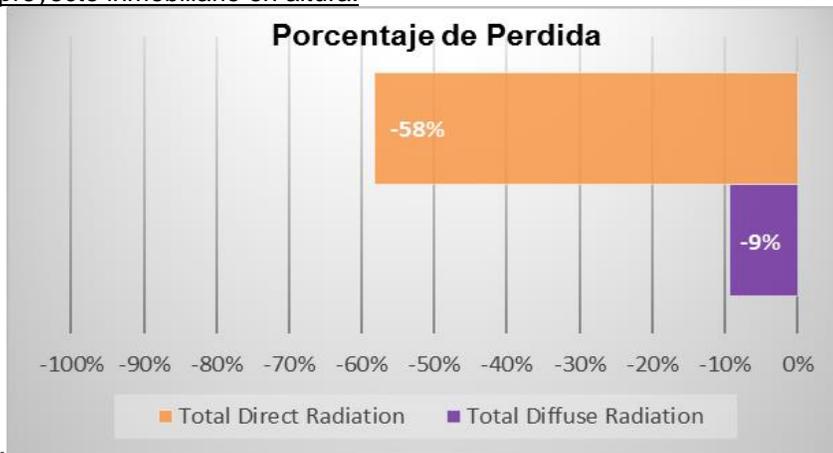


Gráfico 6, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (otoño) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

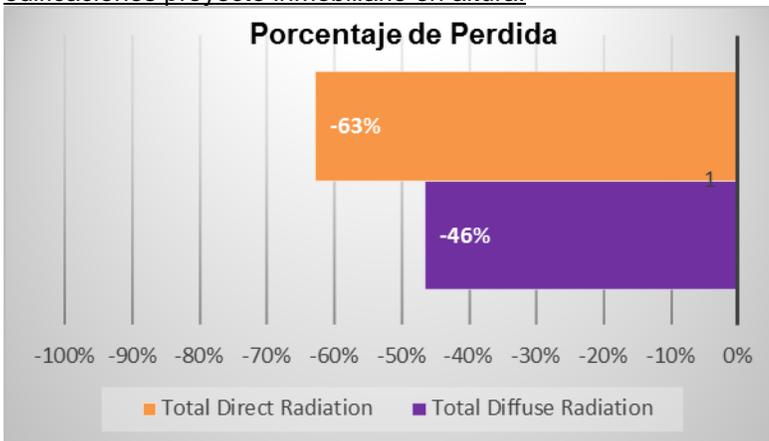


Gráfico 7, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

#### 5.1.1.1.4. Resultado estación de invierno

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

##### Con obstrucción Solar

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Techumbre	-104	90	125	135.303	43.036	92.267
Casa un piso N° 2	Techumbre	-104	90	169	103.410	13.366	90.044
Casa un piso N° 3	Techumbre	-104	90	178	105.248	12.981	92.267
Casa un piso N° 4	Techumbre	-104	90	164	116.015	20.413	95.602
Casa un piso N° 5	Techumbre	76	90	141	101.006	13.186	87.820
Casa un piso N° 6	Techumbre	76	90	142	109.549	21.729	87.820
Casa un piso N° 7	Techumbre	76	90	159	103.138	9.759	93.379
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.078</b>	<b>773.668</b>	<b>134.470</b>	<b>639.199</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>178</b>	<b>116.015</b>	<b>20.413</b>	<b>95.602</b>
<b>MINIMO</b>				<b>125</b>	<b>109.549</b>	<b>21.729</b>	<b>87.820</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>154</b>	<b>110.524</b>	<b>19.210</b>	<b>91.314</b>

Tabla 14, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

##### Con obstrucción Solar

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Muro	-14	0	27	87.037	58.134	28.903
Casa un piso N° 2	Muro	-14	0	36	42.868	19.524	23.345
Casa un piso N° 3	Muro	-14	0	38	44.702	19.134	25.568
Casa un piso N° 4	Muro	-14	0	35	70.206	36.856	33.350
Casa un piso N° 5	Muro	-14	0	49	79.165	42.481	36.684
Casa un piso N° 6	Muro	-14	0	51	60.700	27.351	33.350
Casa un piso N° 7	Muro	-14	0	56	67.901	35.663	32.238
Casa un piso N° 8	Muro	-14	0	75	94.507	58.935	35.573
Casa un piso N° 9	Muro	-14	0	30	34.124	13.003	21.121
Casa un piso N° 10	Muro	-14	0	30	44.236	22.003	22.233
Casa un piso N° 11	Muro	-14	0	34	44.387	16.596	27.791
<b>SUM TOTAL</b>				<b>462</b>	<b>669.834</b>	<b>349.679</b>	<b>320.155</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>75</b>	<b>94.507</b>	<b>58.935</b>	<b>36.684</b>
<b>MINIMO</b>				<b>27</b>	<b>34.124</b>	<b>13.003</b>	<b>21.121</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>42</b>	<b>60.894</b>	<b>31.789</b>	<b>29.105</b>

Tabla 15, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción Solar

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	76	90	455	196.783	84.506	112.277
Edificio N° 4	Techumbre	-104	90	589	183.775	77.057	106.718
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	166	90	325	168.212	77.057	91.155
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	76	90	269	177.110	79.285	97.825
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	76	90	275	178.190	80.365	97.825
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 4	Techumbre	76	90	261	178.222	79.285	98.937
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.174</b>	<b>1.082.291</b>	<b>477.553</b>	<b>604.738</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>589</b>	<b>196.783</b>	<b>84.506</b>	<b>112.277</b>
<b>MINIMO</b>				<b>261</b>	<b>178.222</b>	<b>77.057</b>	<b>91.155</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>362</b>	<b>180.382</b>	<b>79.592</b>	<b>100.790</b>

Tabla 16, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción Solar

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Muro	-14	0	1.704	186.752	133.393	53.359
Edificio N° 4	Muro	-14	0	822	187.357	132.886	54.471
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Muro	-14	0	73	187.735	133.264	54.471
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-14	0	75	186.787	132.317	54.471
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-14	0	71	187.735	133.264	54.471
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.746</b>	<b>936.366</b>	<b>665.123</b>	<b>271.243</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.704</b>	<b>187.357</b>	<b>133.393</b>	<b>54.471</b>
<b>MINIMO</b>				<b>71</b>	<b>186.752</b>	<b>132.317</b>	<b>53.359</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>549</b>	<b>187.273</b>	<b>133.025</b>	<b>54.249</b>

Tabla 17, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de invierno.

Se puede observar en gráfico 8 y 9 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 76% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 9%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 76% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 46%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

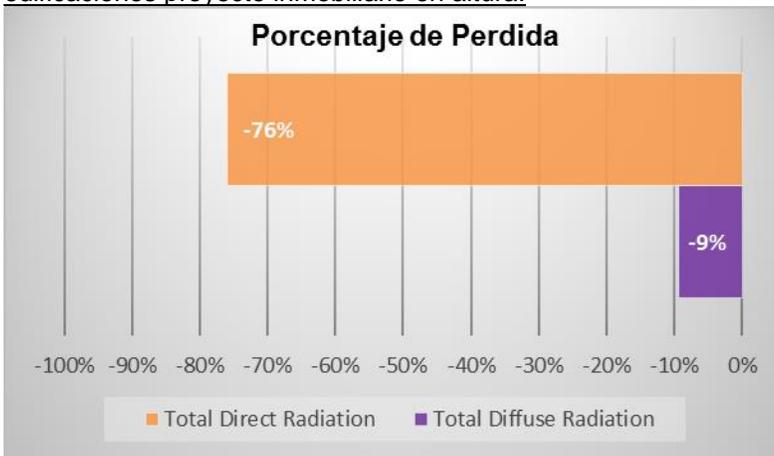


Gráfico 8, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

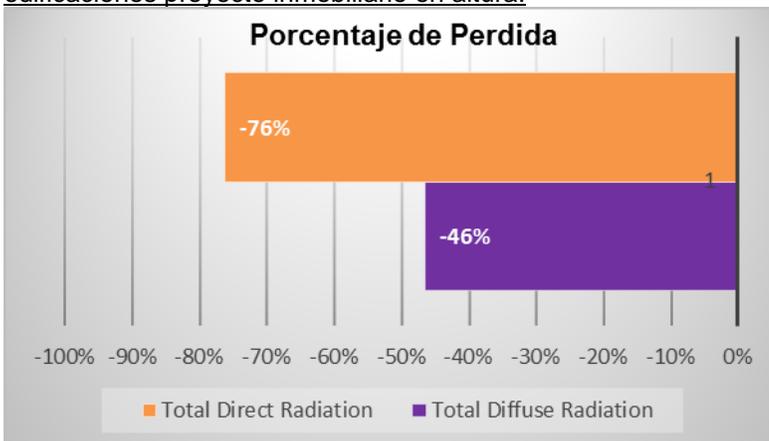


Gráfico 9 elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.1.1.5. Resultado estación de primavera

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción Solar

Medición en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Techumbre	-104	90	125	361.094	218.392	142.702
Casa un piso N° 2	Techumbre	-104	90	169	361.111	221.848	139.263
Casa un piso N° 3	Techumbre	-104	90	178	370.078	227.376	142.702
Casa un piso N° 4	Techumbre	-104	90	164	392.309	244.449	147.860
Casa un piso N° 5	Techumbre	76	90	141	340.178	204.354	135.825
Casa un piso N° 6	Techumbre	76	90	142	343.527	207.702	135.825
Casa un piso N° 7	Techumbre	76	90	159	381.868	237.446	144.421
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.078</b>	<b>2.550.165</b>	<b>1.561.568</b>	<b>988.597</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>178</b>	<b>392.309</b>	<b>244.449</b>	<b>147.860</b>
<b>MINIMO</b>				<b>125</b>	<b>343.527</b>	<b>207.702</b>	<b>135.825</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>154</b>	<b>364.309</b>	<b>223.081</b>	<b>141.228</b>

Tabla 18, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

#### Con obstrucción Solar

Medición en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 1	Muro	-14	0	27	112.067	67.365	44.702
Casa un piso N° 2	Muro	-14	0	36	102.274	66.169	36.105
Casa un piso N° 3	Muro	-14	0	38	112.537	72.993	39.544
Casa un piso N° 4	Muro	-14	0	35	143.789	92.210	51.579
Casa un piso N° 5	Muro	-14	0	49	174.505	117.768	56.737
Casa un piso N° 6	Muro	-14	0	51	165.531	113.952	51.579
Casa un piso N° 7	Muro	-14	0	56	160.159	110.299	49.860
Casa un piso N° 8	Muro	-14	0	75	163.535	108.517	55.018
Casa un piso N° 9	Muro	-14	0	30	88.523	55.856	32.667
Casa un piso N° 10	Muro	-14	0	30	91.572	57.186	34.386
Casa un piso N° 11	Muro	-14	0	34	123.280	80.298	42.983
<b>SUM TOTAL</b>				<b>462</b>	<b>1.437.771</b>	<b>942.612</b>	<b>495.158</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>75</b>	<b>174.505</b>	<b>117.768</b>	<b>56.737</b>
<b>MINIMO</b>				<b>27</b>	<b>88.523</b>	<b>55.856</b>	<b>32.667</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>42</b>	<b>130.706</b>	<b>85.692</b>	<b>45.014</b>

Tabla 19, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción Solar

Medición en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	76	90	455	466.220	292.571	173.649
Edificio N° 4	Techumbre	-104	90	589	446.445	281.392	165.053
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	166	90	325	422.342	281.359	140.983
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	76	90	269	436.144	284.845	151.298
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	76	90	275	437.818	286.519	151.298
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 4	Techumbre	76	90	261	437.863	284.845	153.018
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.174</b>	<b>2.646.832</b>	<b>1.711.532</b>	<b>935.299</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>589</b>	<b>466.220</b>	<b>292.571</b>	<b>173.649</b>
<b>MINIMO</b>				<b>261</b>	<b>437.863</b>	<b>281.359</b>	<b>140.983</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>362</b>	<b>441.139</b>	<b>285.255</b>	<b>155.883</b>

Tabla 20, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

### Sin obstrucción Solar

Medición en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Muro	-14	0	1.704	209.597	127.071	82.526
Edificio N° 4	Muro	-14	0	822	217.229	132.983	84.246
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Muro	-14	0	73	215.928	131.682	84.246
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-14	0	75	212.987	128.741	84.246
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-14	0	71	215.938	131.692	84.246
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.746</b>	<b>1.071.679</b>	<b>652.170</b>	<b>419.509</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.704</b>	<b>217.229</b>	<b>132.983</b>	<b>84.246</b>
<b>MINIMO</b>				<b>71</b>	<b>209.597</b>	<b>127.071</b>	<b>82.526</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>549</b>	<b>214.336</b>	<b>130.434</b>	<b>83.902</b>

Tabla 21, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de invierno.

Se puede observar en gráfico 10 y 11 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 22% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 9%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 34% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 46%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

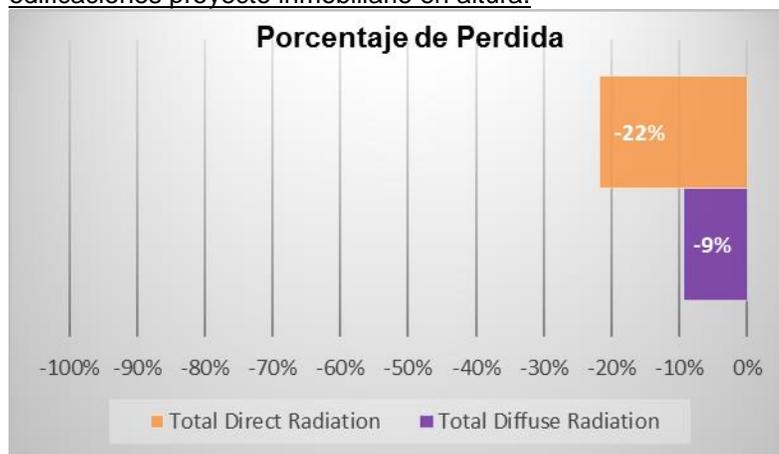


Gráfico 10, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

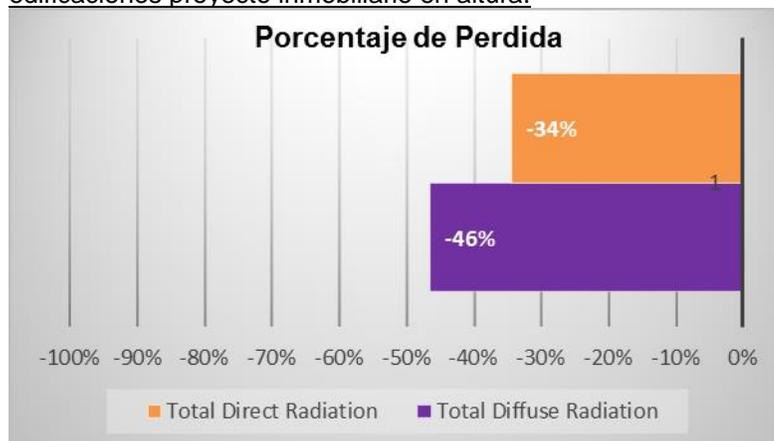


Gráfico 11, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.1.1.6. Análisis comparativo de captación solar

#### Planos horizontales

Gráfico de captación de radiación solar directa por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

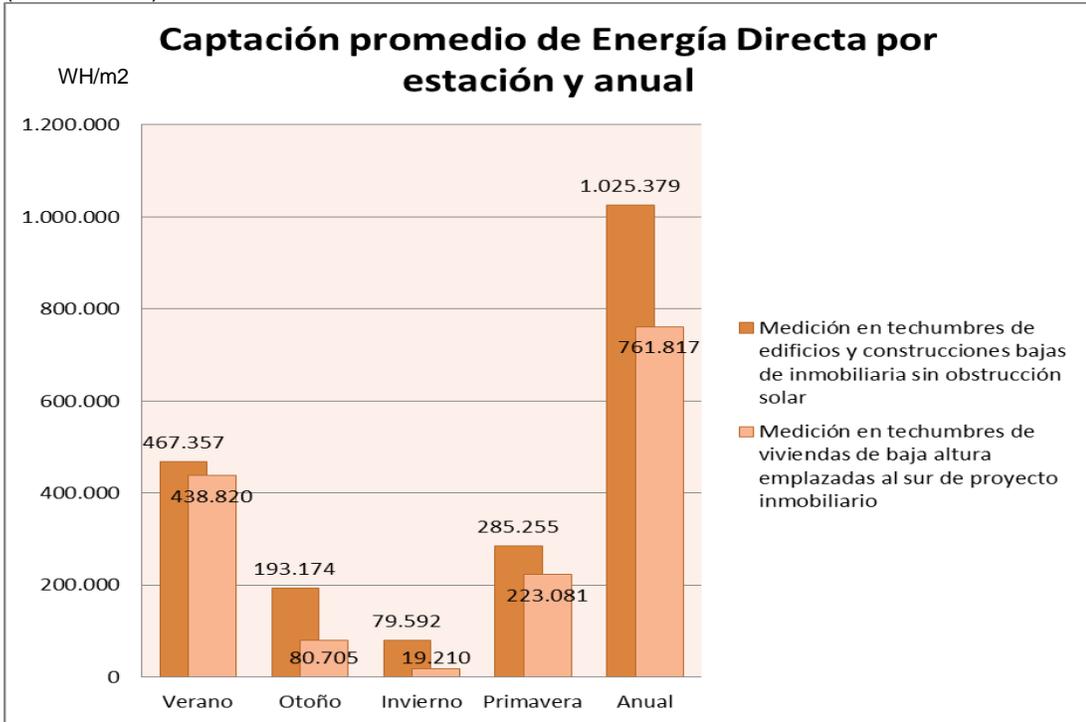


Gráfico 12. Valores en W/m<sup>2</sup>, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Planos verticales

Gráfico de porcentaje de exposición por estación y anual sobre planos verticales (muros orientación norte).

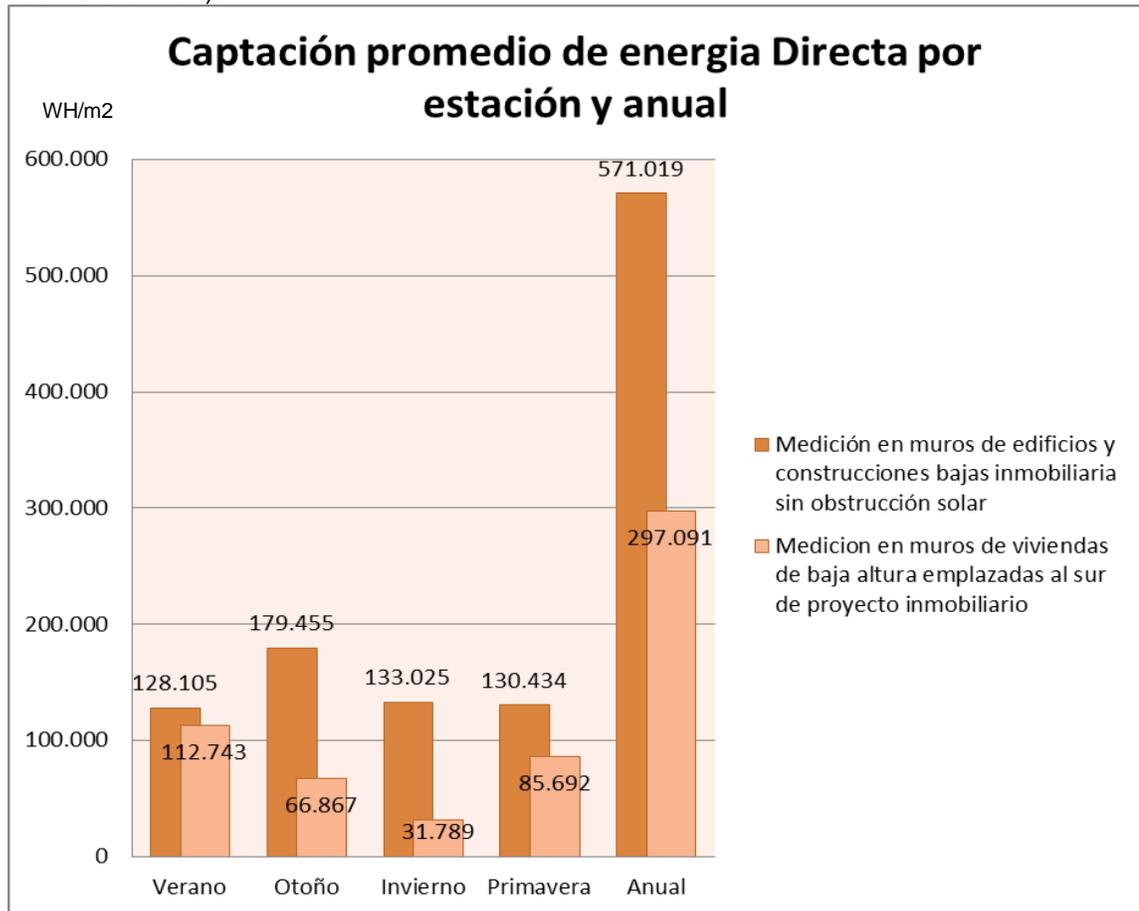


Gráfico 13. Valores en W/m<sup>2</sup>, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se puede observar en el gráficos 12 y 13 como disminuye considerablemente la captación de radiación solar Directa en las techumbres y muros, mientras el sol se encuentra en una posición más inclinada es mayor la pérdida. Por lo cual la mayor pérdida se presenta en invierno. Esta pérdida afecta claramente las condiciones térmicas de las propiedades y las capacidades de generación eléctrica y térmica a través de paneles fotovoltaicos. En invierno que es cuando más energía se requiere, la captación disminuye a menos de un cuarto de la condición sin bloqueo.

## Planos horizontales

Gráfico de disponibilidad de radiación solar Difusa por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

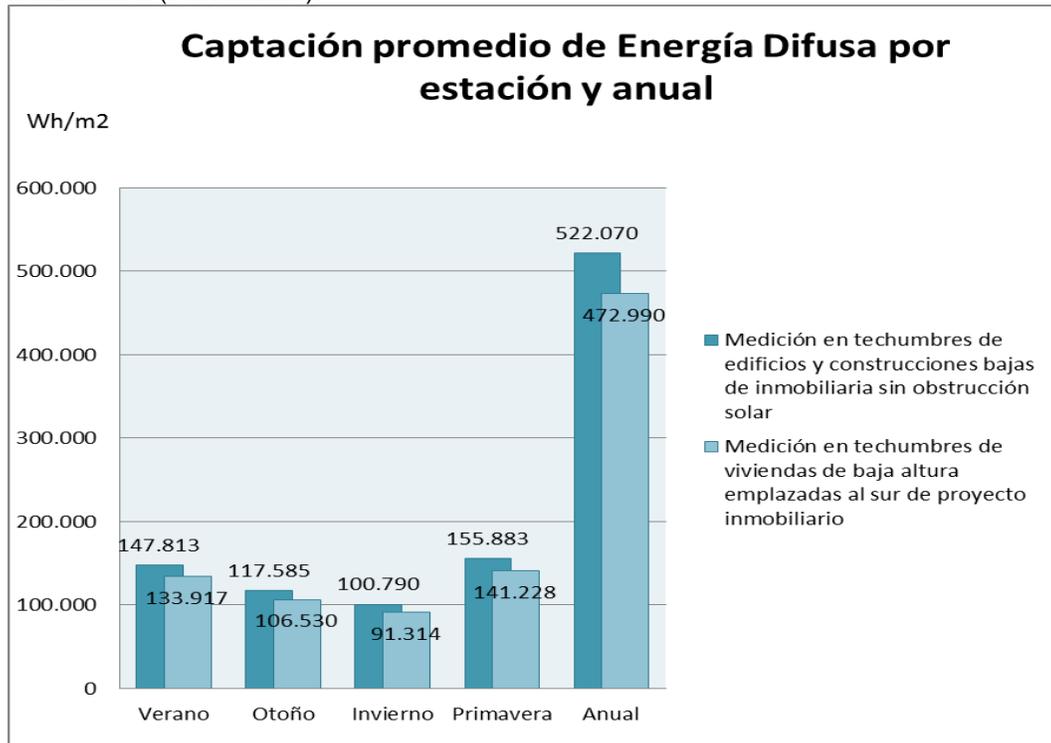


Gráfico 14. Valores en W/m<sup>2</sup>, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se Puede observar en Gráfico 14 que la pérdida de radiación solar Difusa es constante, ya que es la radiación reflejada por los objetos. Esto se relaciona con la energía disponible, pero se puede observar que se produce constantemente un 9% de pérdida de esta radiación, lo cual combinado a la pérdida de Radiación Directa, aumenta los efectos de iluminación y pérdidas de condiciones medioambientales de la propiedad.

## Planos verticales

Gráfico de captación de radiación solar difusa por estación y anual sobre verticales (muros orientación norte).

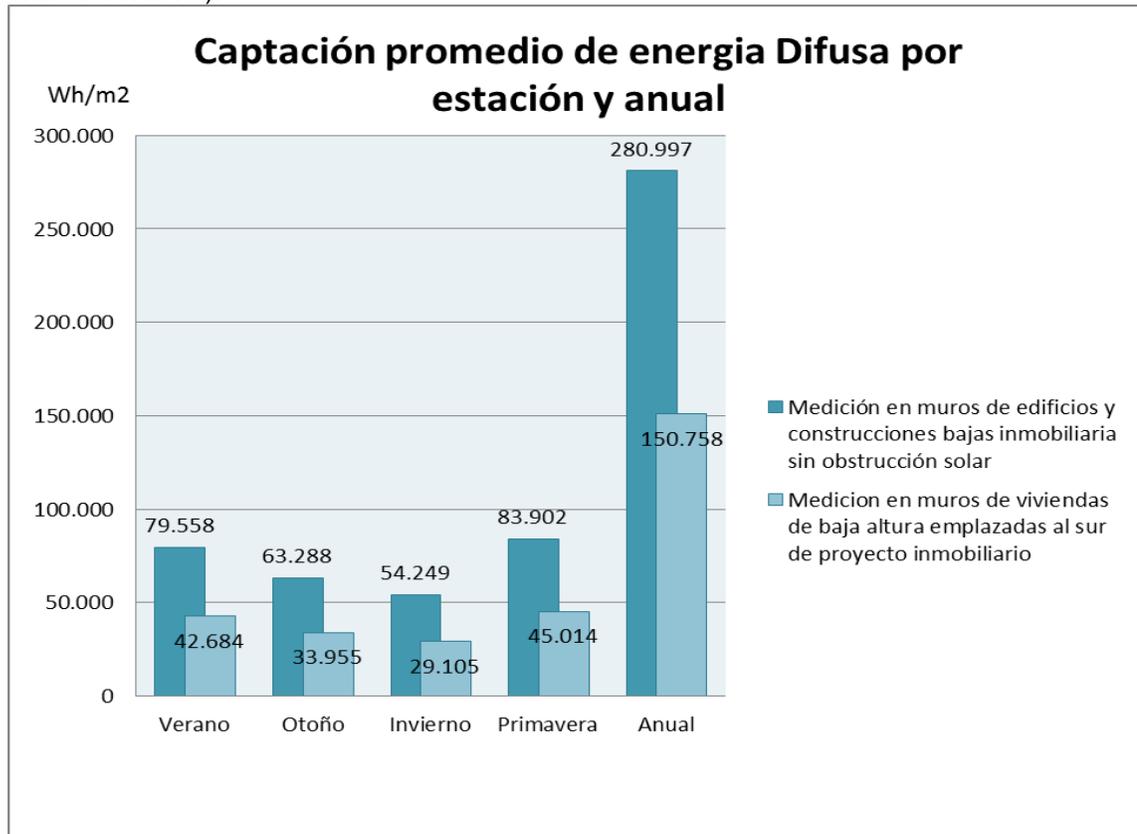


Gráfico 15. Valores en W/m2, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se puede observar en Gráfico 15 que la pérdida de Radiación Difusa es constante, ya que es la radiación reflejada por los objetos y cielo. Esto se relaciona con la energía disponible, pero se puede observar que se produce constantemente un 46% de pérdida de esta radiación, lo cual combinado a la pérdida de Radiación Directa, aumenta los efectos de iluminación y pérdidas de condiciones medioambientales de la propiedad. Los muros son más afectados por pérdida de Radiación Difusa lo cual podría producir mayor humedad en muros. Es importante determinar las pérdidas tanto de Radiación Directa como Difusa, ya que ambas forman la radiación total y un bloqueo solar, puede afectar tanto en la cantidad de radiación Directa recibida por la vivienda como la Difusa, efecto combinado que puede ser aún más dañino.

### 5.1.1.2. Análisis de exposición solar horizontal y vertical Cuadrante Santiago

#### Exposición solar sobre superficies Horizontales (techumbre) y muros (orientación norte).

Se calcula para el cuadrante en estudio la exposición solar de los planos horizontales (simplificación de techumbre) y muros (orientación norte), esta exposición es medida en porcentaje (%).

Se analiza el resultado del porcentaje de exposición y sombreado en un análisis anual y un análisis gráfico por estación.

#### 5.1.1.2.1. Resultado anual

##### Con obstrucción solar

Resultado en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario

Medición Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombreado
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Casa un piso N° 1	Techumbre	-104	90	125	2.443	67	33
Casa un piso N° 2	Techumbre	-104	90	169	2.163	59	41
Casa un piso N° 3	Techumbre	-104	90	178	2.254	62	38
Casa un piso N° 4	Techumbre	-104	90	164	2.604	71	29
Casa un piso N° 5	Techumbre	76	90	141	2.167	59	41
Casa un piso N° 6	Techumbre	76	90	142	2.233	61	39
Casa un piso N° 7	Techumbre	76	90	159	2.408	66	34
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.078</b>	<b>16.273</b>	<b>445</b>	<b>255</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>178</b>	<b>2.604</b>	<b>71</b>	<b>41</b>
<b>MINIMO</b>				<b>125</b>	<b>2.163</b>	<b>59</b>	<b>29</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>154</b>	<b>2.325</b>	<b>64</b>	<b>36</b>

Tabla 22, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Con obstrucción solar

Resultados en muros (orientación norte) de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Medición Anual							
Object	Object	Orient.	Tilt	Area	Total Sunlight Hours	Percentage Exposed	Percentage Shaded
ID	Type	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Casa baja 1	Muro	-14	0	27	1.863	51	49
Casa baja 2	Muro	-14	0	36	1.554	42	58
Casa baja 3	Muro	-14	0	38	1.680	46	54
Casa baja 4	Muro	-14	0	35	2.201	60	40
Casa baja 5	Muro	-14	0	49	2.500	68	32
Casa baja 6	Muro	-14	0	51	2.355	64	36
Casa baja 7	Muro	-14	0	56	2.342	64	36
Casa baja 8	Muro	-14	0	75	2.446	67	33
Casa baja 9	Muro	-14	0	30	1.537	42	58
Casa baja 10	Muro	-14	0	30	1.627	44	56
Casa baja 11	Muro	-14	0	34	1.919	52	48
<b>SUM TOTAL</b>				<b>462</b>	<b>22.024</b>	<b>602</b>	<b>498</b>
<b>MÁXIMO</b>				<b>75</b>	<b>2.500</b>	<b>68</b>	<b>58</b>
<b>MÍNIMO</b>				<b>27</b>	<b>1.537</b>	<b>42</b>	<b>32</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>42</b>	<b>2.002</b>	<b>55</b>	<b>45</b>

Tabla 23, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción Solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medición Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombramiento
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
edif. N° 2	Techumbre	76	90	455	3.657	100	0
edif. N° 4	Techumbre	-104	90	589	3.657	100	0
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	166	90	325	3.622	99	1
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	76	90	269	3.657	100	0
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	76	90	275	3.657	100	0
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 4	Techumbre	76	90	261	3.657	100	0
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.174</b>	<b>21.907</b>	<b>599</b>	<b>1</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>589</b>	<b>3.657</b>	<b>100</b>	<b>1</b>
<b>MINIMO</b>				<b>261</b>	<b>3.622</b>	<b>99</b>	<b>0</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>362</b>	<b>3.651</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

Tabla 24, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción Solar

Resultado en muros (orientación norte) de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medición Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombramiento
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Edificio N° 2	Muro	-14	0	1.704	3.175	87	13
Edificio N° 4	Muro	-14	0	822	3.376	92	8
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Muro	-14	0	73	3.374	92	8
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-14	0	75	3.372	92	8
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-14	0	71	3.376	92	8
<b>SUM TOTAL</b>				<b>2.746</b>	<b>16.673</b>	<b>456</b>	<b>44</b>
<b>MÁXIMO</b>				<b>1.704</b>	<b>3.376</b>	<b>92</b>	<b>13</b>
<b>MÍNIMO</b>				<b>71</b>	<b>3.175</b>	<b>87</b>	<b>8</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>549</b>	<b>3.335</b>	<b>91</b>	<b>9</b>

Tabla 25, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados, con el fin de observar los efectos de disminución de la exposición producidos por el proyecto inmobiliario en altura.

### 5.1.1.2.2. Análisis gráfico de exposición solar horizontal y vertical

Gráfico de porcentaje de exposición por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

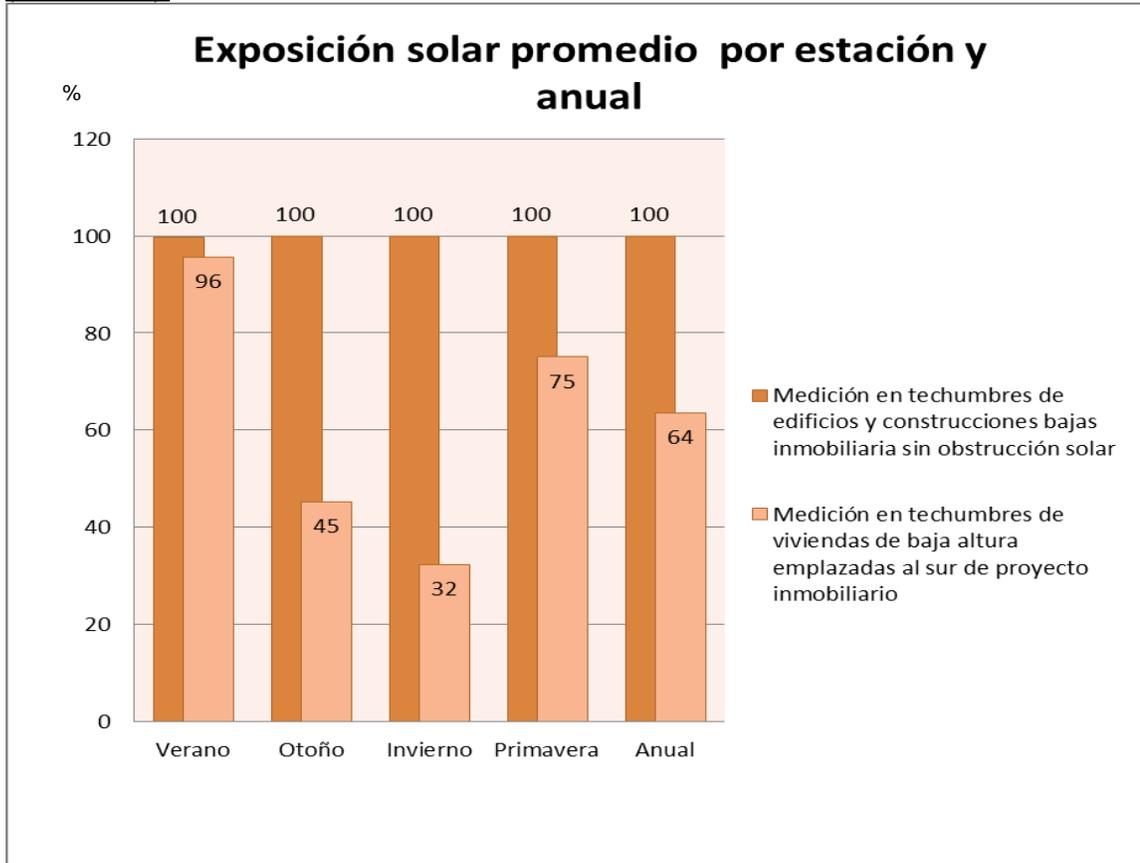


Gráfico 16. Valores en Porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se puede observar como la exposición solar oscila dependiendo de la estación del año. Adicionalmente se estima que en invierno cuando las personas desean tener mayor acceso a la luz solar, se disminuye su exposición de un 100% a un 32%, lo cual demuestra teóricamente un efecto negativo (por pérdida energética) para las personas afectadas.

Gráfico de porcentaje sombreado por estación y anual sobre planos verticales (muros norte).

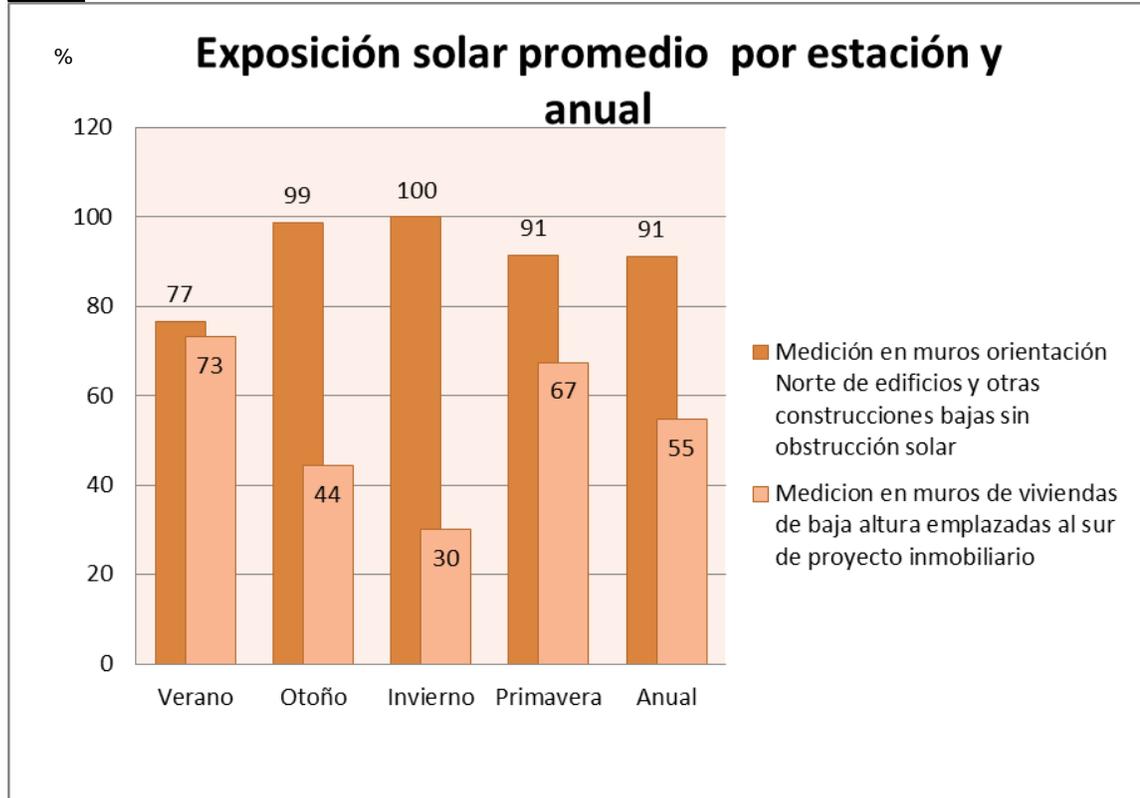


Gráfico 17. Valores en porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se puede observar como la exposición solar oscila dependiendo de la estación del año. Adicionalmente se estima que en invierno cuando las personas desean tener mayor acceso a la luz solar, se disminuye su exposición de un 100% a un 30%, por lo tanto es aún mayor la disminución en muros que en techumbres. Este análisis entrega más antecedentes que indican teóricamente un efecto muy negativo para las personas

Gráfico de porcentaje de sombreado por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

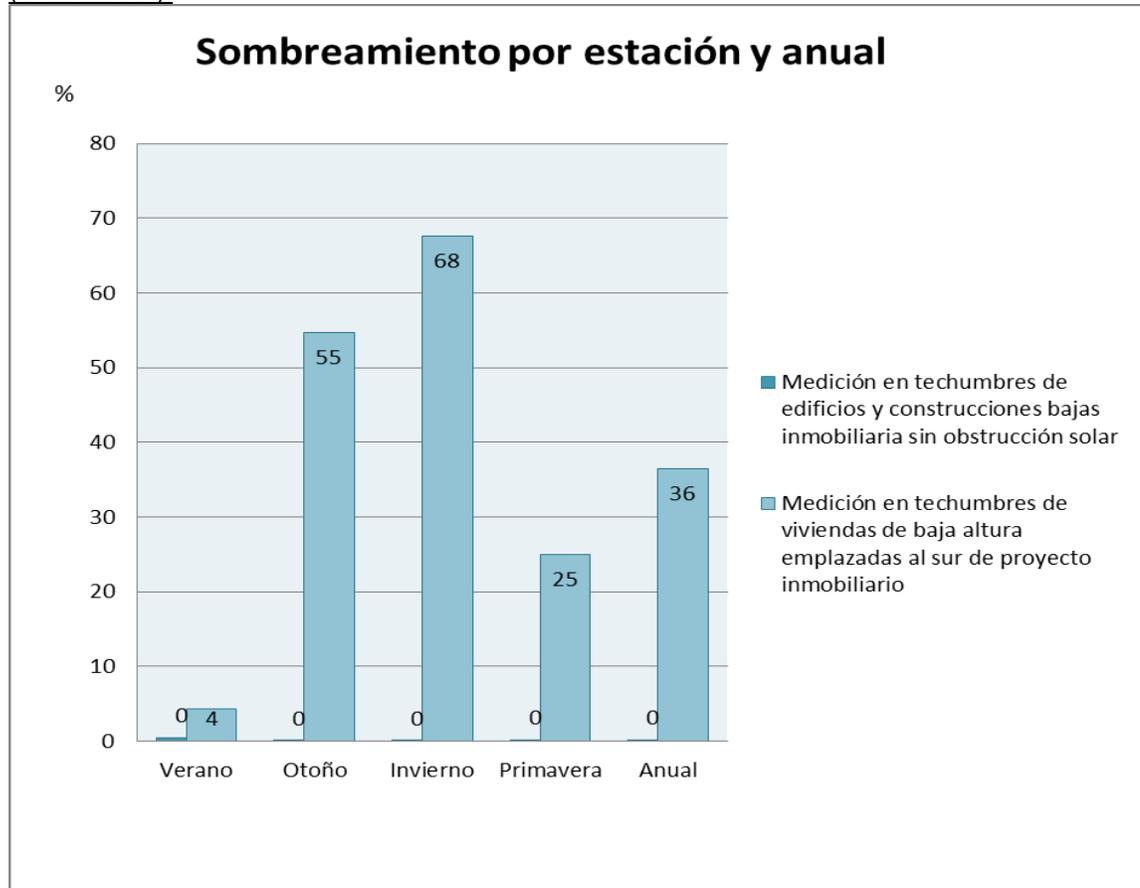


Gráfico 18. Valores en Porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

En relación con lo anterior, visto del punto de vista del sombreado se puede observar que en las estaciones de otoño e invierno, permanece más de la mitad del horario de soleamiento cubierto por un cono de sombra de las diferentes edificaciones actuando en conjunto.

Gráfico de porcentaje sombreamiento por estación y anual sobre planos verticales (muros norte).

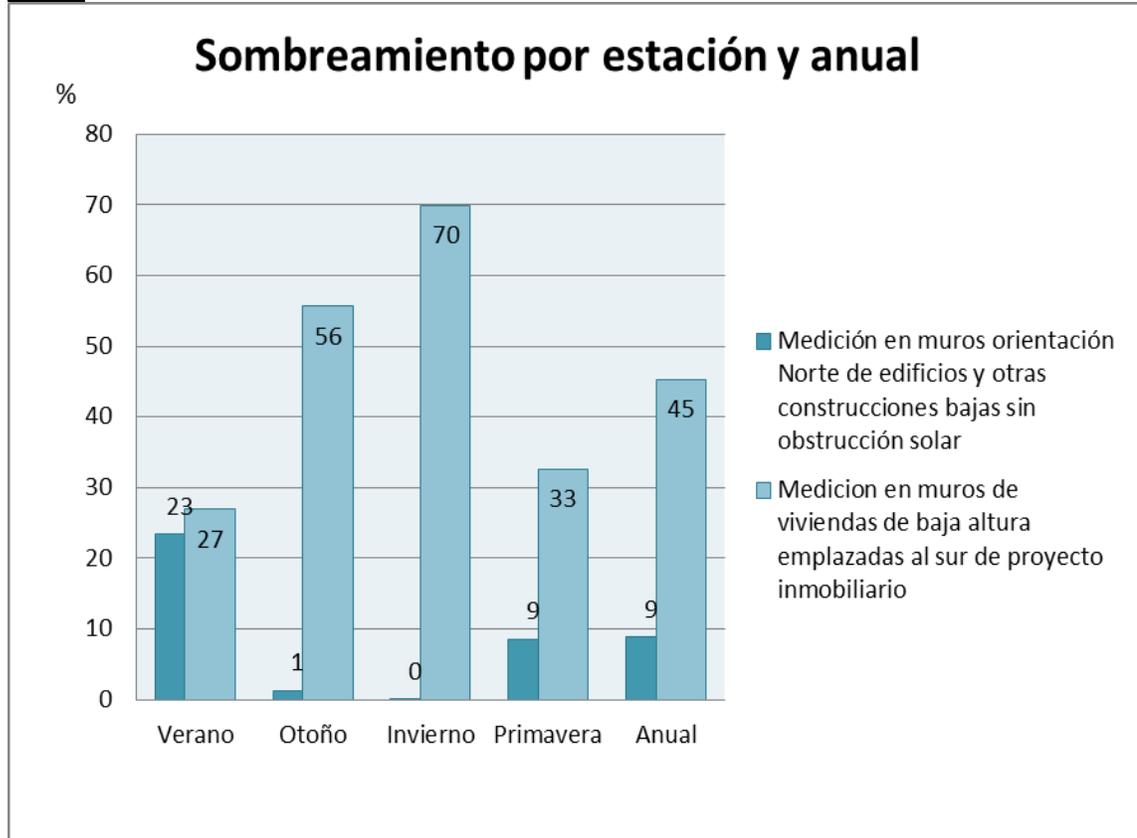


Gráfico 19. Valores en porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

En relación con lo anterior, visto del punto de vista del sombreamiento se puede, observar que en las estaciones de otoño e invierno, permanece más de la mitad del horario de soleamiento, cubierto por un cono de sombra de las diferentes edificaciones actuando en conjunto. La pérdida de exposición porcentual es similar en techumbres y muros.

### 5.1.2. Análisis comuna de Ñuñoa

Grilla cuadrante en estudio



Figura 28. Cuadrante en estudio, Fuente Plano Cad observatorio Urbano 2016.

Imagen 3D, vista referencial modelación.

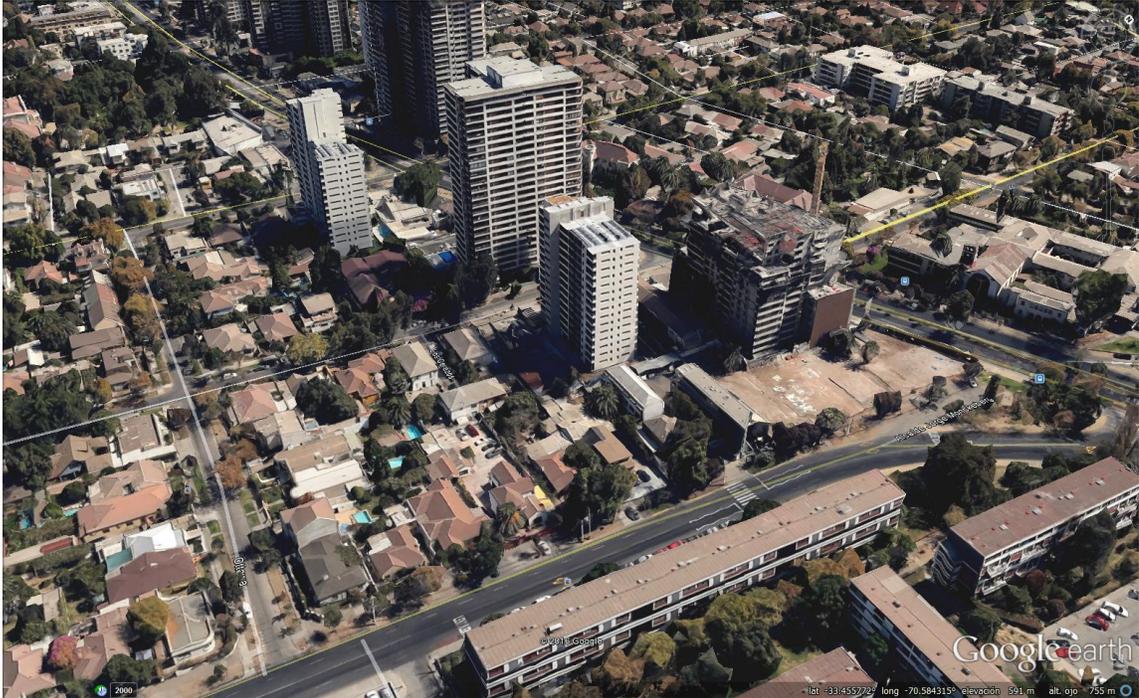


Figura 29. GoogleEarth 2016

Ya definido el cuadrante en estudio, se realiza un levantamiento en terreno del cuadrante y sus edificaciones, este levantamiento se modela en el software ECOTEC, para posteriormente analizar los resultados obtenidos. En la figura 30 se presenta el levantamiento ya modelado, se puede observar la relación que existen entre las propiedades preexistentes y el nuevo proyecto inmobiliario construido.

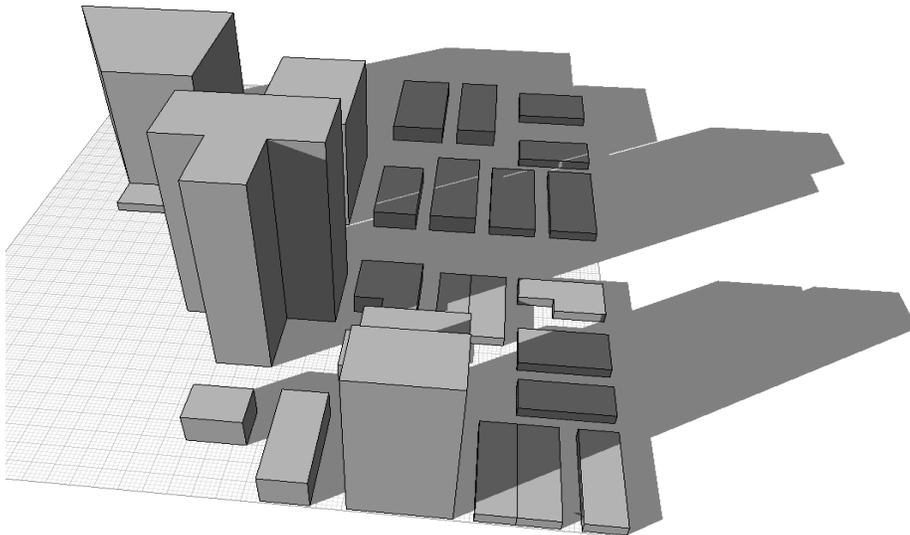


Figura 30. Elaboración propia 2016 con ECOTEC

A continuación, para ejemplificar visualmente los efectos solares que producen los nuevos proyectos inmobiliarios sobre las propiedades contiguas, se aplica en software la función de proyección para un día particular del mes de junio. Se puede observar el efecto del bloqueo solar a mitad del día en figura 31.

Modelo de cálculo (ejemplo de proyección de sombra para 1 de junio a las 14:00 horas y recorrido de sol anual).

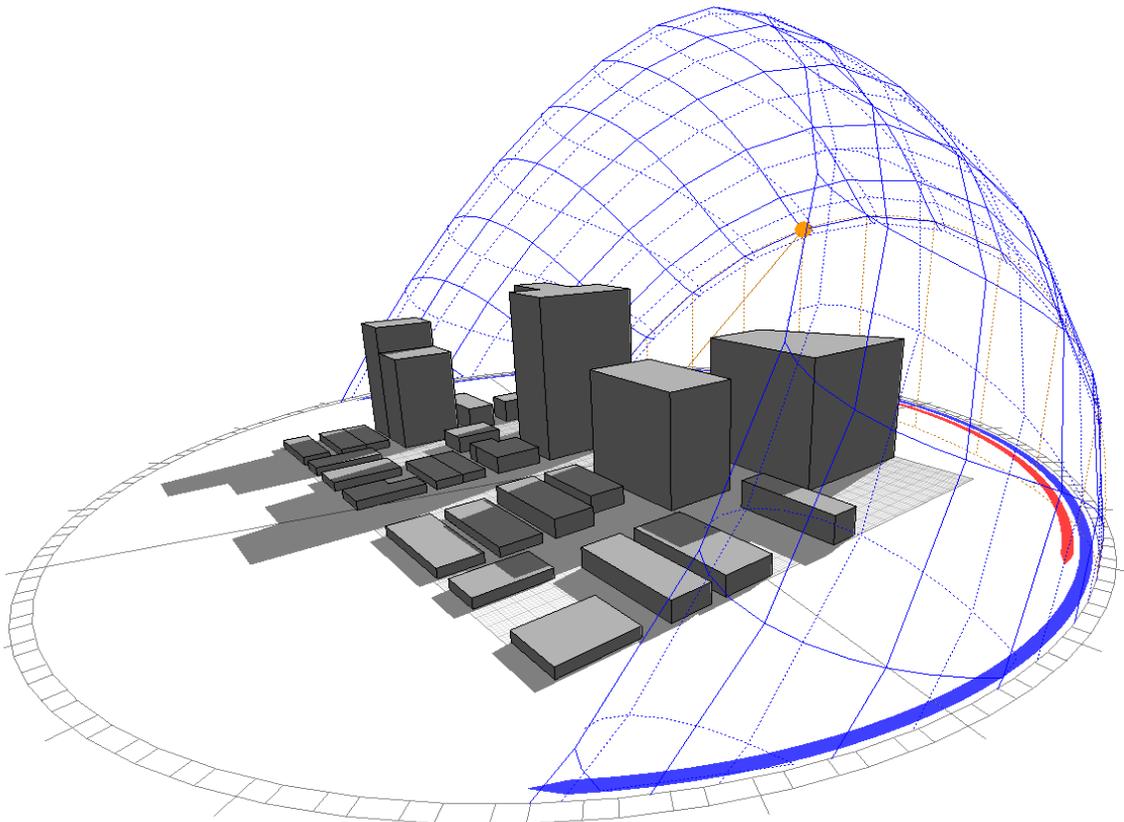


Figura 31. Elaboración propia 2016 con ECOTEC

Posteriormente se realiza un cálculo de captación energética en las techumbres de las propiedades para el mes de junio. Se puede observar en la figura 32, como la escala de color demuestra la diferencia de radiación captada en este mes.



Figura 32. Elaboración propia 2016, Cuadrante Ñuñoa

### 5.1.2.1. Análisis de radiación solar horizontal y vertical Cuadrante Ñuñoa

#### Radiación asociada a la incidencia solar Directa y Difusa sobre superficies horizontales de techumbre y verticales de muro (norte).

Se calcula para el cuadrante en estudio modelado la radiación recibida por los planos horizontales (simplificación de techumbre) y verticales (muros norte), esta radiación es medida en watts hora por m2 ( $Wh/m^2$ ).

Este cálculo modelado se basa en algoritmos teóricos, por lo tanto es solo una referencia de la realidad.

Se realiza en el modelo, la medición de la radiación solar Directa y la Radiación Difusa, la cual es la que se proyecta a través de la reflexión de otros elementos.

El cálculo modelado es realizado inicialmente para las propiedades afectadas (baja altura) por los nuevos proyectos inmobiliarios y a continuación para los proyectos inmobiliarios en altura. Las techumbres de los proyectos en altura representan la radiación de las propiedades anterior al bloqueo.

El cálculo de radiación es realizado anualmente, y posteriormente se analiza por cada estación del año, con el fin de estudiar los efectos parcializados y como se compone el total anual.

### 5.1.2.1.1. Resultado anual

#### Con obstrucción solar

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Techumbre	78	90	200	889.767	492.456	397.311
Casa un piso N° 3	Techumbre	168	90	215	1.280.212	808.047	472.166
Casa un piso N° 8	Techumbre	168	90	189	1.352.689	869.006	483.683
Casa un piso N° 9	Techumbre	78	90	192	1.055.486	681.207	374.279
Casa un piso N° 10	Techumbre	78	90	279	1.120.153	682.535	437.618
Casa un piso N° 11	Techumbre	78	90	297	959.492	562.181	397.311
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.372</b>	<b>6.657.799</b>	<b>4.095.432</b>	<b>2.562.367</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>297</b>	<b>1.352.689</b>	<b>869.006</b>	<b>483.683</b>
<b>MINIMO</b>				<b>189</b>	<b>889.767</b>	<b>492.456</b>	<b>374.279</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>229</b>	<b>1.109.633</b>	<b>682.572</b>	<b>427.061</b>

Tabla 26, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

#### Con obstrucción solar

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Muro	-12	0	75	164.392	78.020	86.372
Casa un piso N° 7	Muro	-12	0	74	340.585	208.148	132.437
Casa un piso N° 8	Muro	-12	0	92	178.164	91.792	86.372
Casa un piso N° 9	Muro	-12	0	152	125.788	56.690	69.098
Casa un piso N° 10	Muro	-12	0	194	404.328	271.891	132.437
<b>SUM TOTAL</b>				<b>587</b>	<b>1.213.257</b>	<b>706.542</b>	<b>506.715</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>194</b>	<b>404.328</b>	<b>271.891</b>	<b>132.437</b>
<b>MINIMO</b>				<b>74</b>	<b>125.788</b>	<b>56.690</b>	<b>69.098</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>117</b>	<b>242.651</b>	<b>141.308</b>	<b>101.343</b>

Tabla 27, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	78	90	250	1.328.820	914.235	414.585
Edificio N° 3	Techumbre	-102	90	297	1.611.384	1.058.603	552.780
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	78	90	974	1.614.177	1.061.397	552.780
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	78	90	936	1.660.632	1.090.577	570.055
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	78	90	1609	1.644.432	1.080.136	564.296
<b>SUM TOTAL</b>				<b>4.066</b>	<b>7.859.444</b>	<b>5.204.947</b>	<b>2.654.497</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.609</b>	<b>1.660.632</b>	<b>1.090.577</b>	<b>570.055</b>
<b>MINIMO</b>				<b>250</b>	<b>1.328.820</b>	<b>914.235</b>	<b>414.585</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>813</b>	<b>1.571.889</b>	<b>1.040.989</b>	<b>530.899</b>

Tabla 28, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 3	Muro	-12	0	1.200	776.494	500.104	276.390
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-12	0	33	746.375	475.743	270.632
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-12	0	90	785.818	503.670	282.148
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.323</b>	<b>2.308.687</b>	<b>1.479.516</b>	<b>829.171</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.200</b>	<b>785.818</b>	<b>503.670</b>	<b>282.148</b>
<b>MINIMO</b>				<b>33</b>	<b>746.375</b>	<b>475.743</b>	<b>270.632</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>441</b>	<b>769.562</b>	<b>493.172</b>	<b>276.390</b>

Tabla 29, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados anuales.

Se puede observar en gráficos 20 y 21 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 34% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 20%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 71% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 63%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

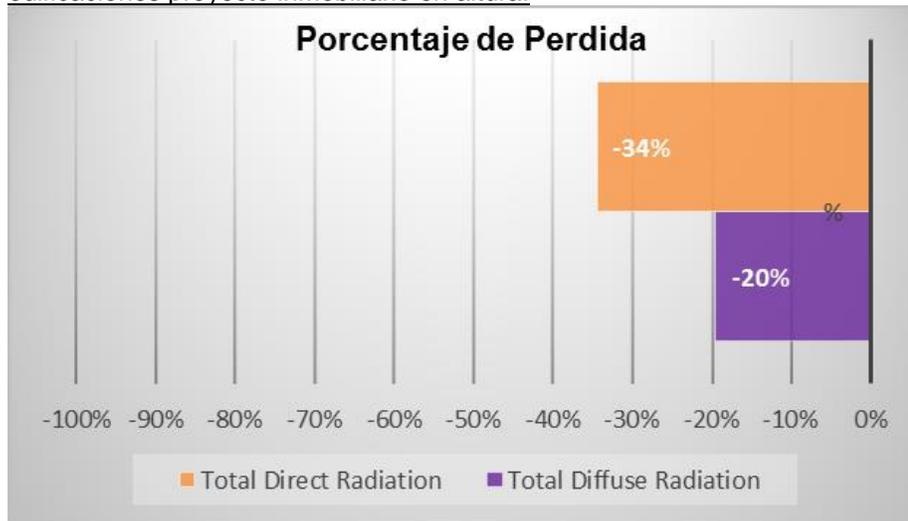


Gráfico 20, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

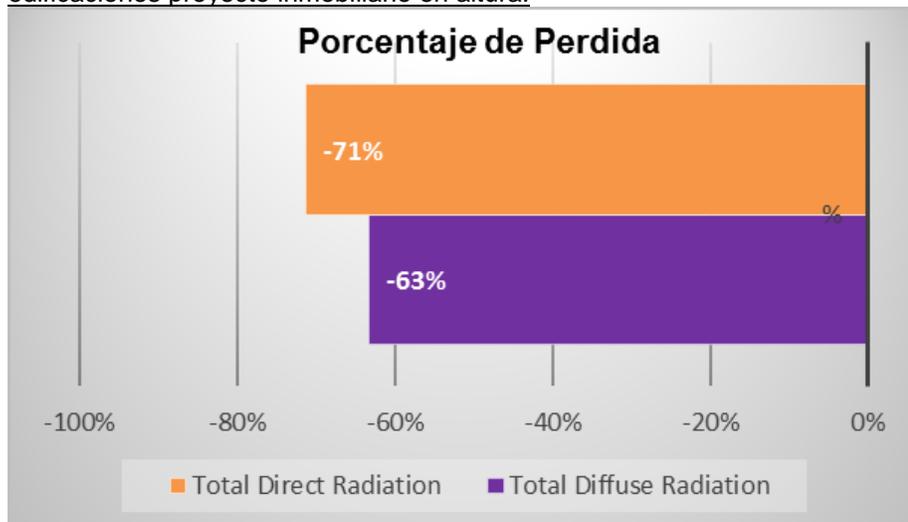


Gráfico 21, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.2.1.2. Resultado estación verano

#### Con obstrucción solar

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Techumbre	78	90	200	423.236	310.746	112.490
Casa un piso N° 3	Techumbre	168	90	215	593.864	460.180	133.684
Casa un piso N° 8	Techumbre	168	90	189	585.610	448.666	136.944
Casa un piso N° 9	Techumbre	78	90	192	498.909	392.941	105.969
Casa un piso N° 10	Techumbre	78	90	279	509.252	385.350	123.902
Casa un piso N° 11	Techumbre	78	90	297	466.364	353.874	112.490
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.372</b>	<b>3.077.235</b>	<b>2.351.756</b>	<b>725.479</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>297</b>	<b>593.864</b>	<b>448.666</b>	<b>136.944</b>
<b>MINIMO</b>				<b>189</b>	<b>423.236</b>	<b>310.746</b>	<b>105.969</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>229</b>	<b>512.873</b>	<b>391.959</b>	<b>120.913</b>

Tabla 30, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

#### Con obstrucción solar

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Muro	-12	0	75	50.910	26.455	24.454
Casa un piso N° 7	Muro	-12	0	74	110.453	72.956	37.497
Casa un piso N° 8	Muro	-12	0	92	53.891	29.436	24.454
Casa un piso N° 9	Muro	-12	0	152	48.238	28.674	19.563
Casa un piso N° 10	Muro	-12	0	194	126.257	88.761	37.497
<b>SUM TOTAL</b>				<b>587</b>	<b>389.748</b>	<b>246.283</b>	<b>143.466</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>194</b>	<b>126.257</b>	<b>88.761</b>	<b>37.497</b>
<b>MINIMO</b>				<b>74</b>	<b>48.238</b>	<b>28.674</b>	<b>19.563</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>117</b>	<b>77.950</b>	<b>49.257</b>	<b>28.693</b>

Tabla 31, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	78	90	250	558.025	440.644	117.381
Edificio N° 3	Techumbre	-102	90	297	629.687	473.179	156.508
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	78	90	974	629.687	473.179	156.508
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	78	90	936	639.957	478.558	161.399
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	78	90	1609	639.090	479.322	159.768
<b>SUM TOTAL</b>				<b>4.066</b>	<b>3.096.446</b>	<b>2.344.882</b>	<b>751.564</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.609</b>	<b>639.957</b>	<b>478.558</b>	<b>161.399</b>
<b>MINIMO</b>				<b>250</b>	<b>558.025</b>	<b>440.644</b>	<b>117.381</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>813</b>	<b>619.289</b>	<b>468.976</b>	<b>150.313</b>

Tabla 32, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medición en estación Verano							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 3	Muro	-12	0	1.200	177.274	99.020	78.254
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-12	0	33	162.885	86.261	76.624
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-12	0	90	180.291	100.407	79.884
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.323</b>	<b>520.450</b>	<b>285.688</b>	<b>234.762</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.200</b>	<b>180.291</b>	<b>100.407</b>	<b>79.884</b>
<b>MINIMO</b>				<b>33</b>	<b>162.885</b>	<b>86.261</b>	<b>76.624</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>441</b>	<b>173.483</b>	<b>95.229</b>	<b>78.254</b>

Tabla 33, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de verano.

Se puede observar en gráficos 22 y 23 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 16% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 20%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 48% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 63%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

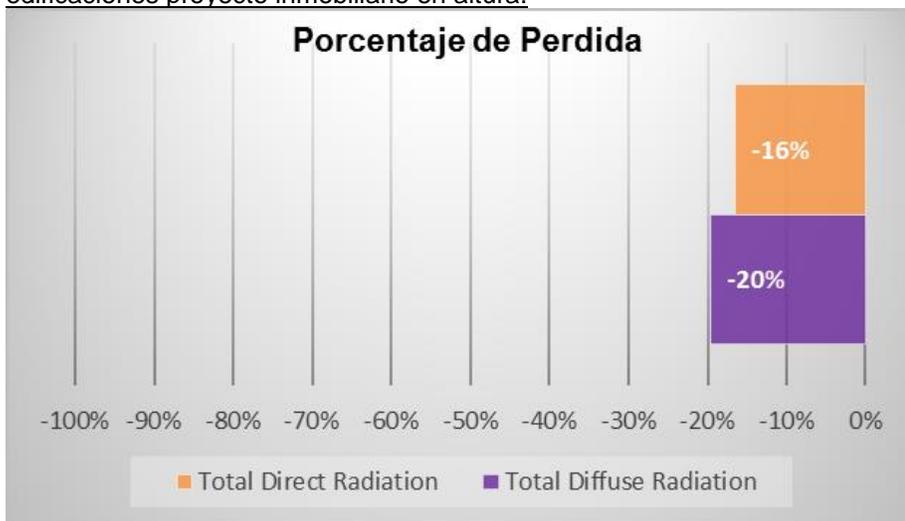


Gráfico 22, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

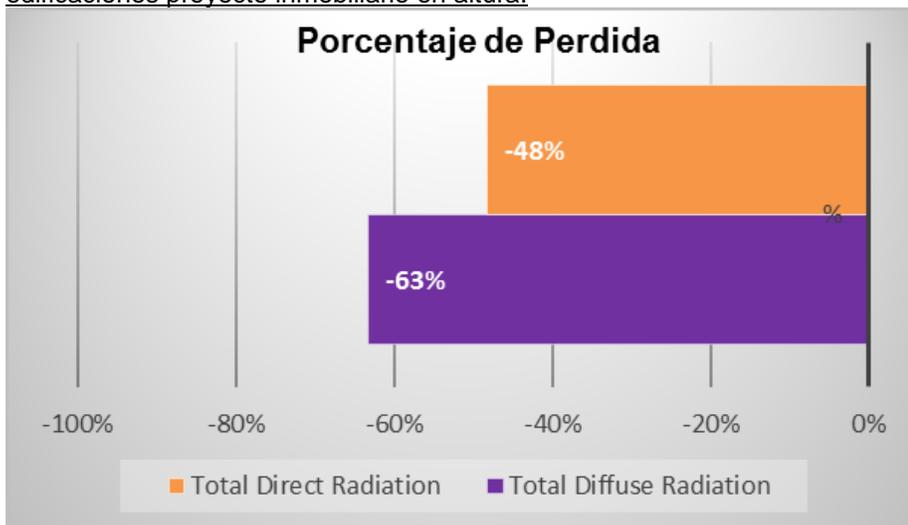


Gráfico 23, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.2.1.3. Resultado estación otoño

#### Con obstrucción solar

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Techumbre	78	90	200	132.234	42.748	89.485
Casa un piso N° 3	Techumbre	168	90	215	198.411	92.066	106.345
Casa un piso N° 8	Techumbre	168	90	189	241.426	132.487	108.939
Casa un piso N° 9	Techumbre	78	90	192	158.388	74.091	84.298
Casa un piso N° 10	Techumbre	78	90	279	182.494	83.930	98.564
Casa un piso N° 11	Techumbre	78	90	297	132.878	43.393	89.485
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.372</b>	<b>1.045.831</b>	<b>468.715</b>	<b>577.116</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>297</b>	<b>241.426</b>	<b>132.487</b>	<b>108.939</b>
<b>MINIMO</b>				<b>189</b>	<b>132.234</b>	<b>42.748</b>	<b>84.298</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>229</b>	<b>174.305</b>	<b>78.119</b>	<b>96.186</b>

Tabla 34, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

#### Con obstrucción solar

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Muro	-12	0	75	39.428	19.974	19.453
Casa un piso N° 7	Muro	-12	0	74	81.581	51.753	29.828
Casa un piso N° 8	Muro	-12	0	92	41.910	22.456	19.453
Casa un piso N° 9	Muro	-12	0	152	24.044	8.481	15.563
Casa un piso N° 10	Muro	-12	0	194	100.836	71.008	29.828
<b>SUM TOTAL</b>				<b>587</b>	<b>287.799</b>	<b>173.673</b>	<b>114.126</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>194</b>	<b>100.836</b>	<b>71.008</b>	<b>29.828</b>
<b>MINIMO</b>				<b>74</b>	<b>24.044</b>	<b>8.481</b>	<b>15.563</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>117</b>	<b>57.560</b>	<b>34.735</b>	<b>22.825</b>

Tabla 35, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	78	90	250	247.565	154.189	93.376
Edificio N° 3	Techumbre	-102	90	297	329.877	205.376	124.502
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	78	90	974	330.714	206.213	124.502
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	78	90	936	345.144	216.752	128.392
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	78	90	1609	338.246	211.151	127.095
<b>SUM TOTAL</b>				<b>4.066</b>	<b>1.591.547</b>	<b>993.680</b>	<b>597.866</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.609</b>	<b>345.144</b>	<b>216.752</b>	<b>128.392</b>
<b>MINIMO</b>				<b>250</b>	<b>247.565</b>	<b>154.189</b>	<b>93.376</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>813</b>	<b>318.309</b>	<b>198.736</b>	<b>119.573</b>

Tabla 36, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion en estación Otoño							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 3	Muro	-12	0	1.200	226.532	164.282	62.251
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-12	0	33	221.147	160.193	60.954
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-12	0	90	228.420	164.872	63.548
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.323</b>	<b>676.099</b>	<b>489.347</b>	<b>186.752</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.200</b>	<b>228.420</b>	<b>164.872</b>	<b>63.548</b>
<b>MINIMO</b>				<b>33</b>	<b>221.147</b>	<b>160.193</b>	<b>60.954</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>441</b>	<b>225.366</b>	<b>163.116</b>	<b>62.251</b>

Tabla 37, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de otoño.

Se puede observar en gráficos 24 y 25 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 61% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 20%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 79% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 63%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

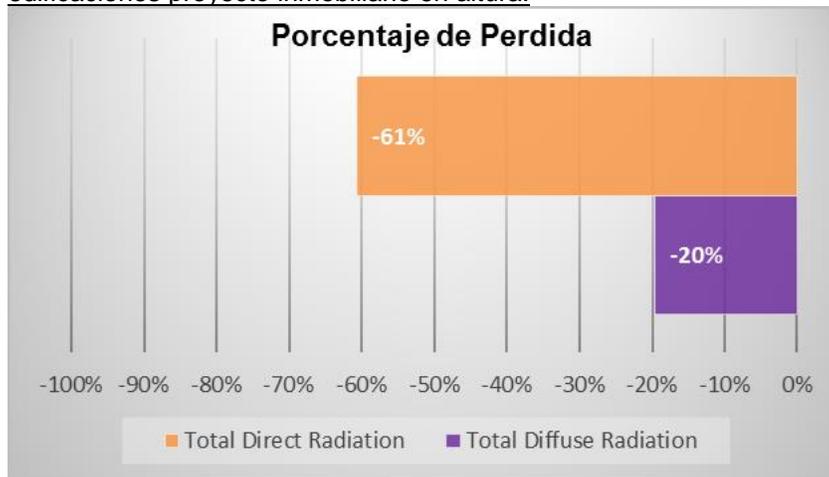


Gráfico 24, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

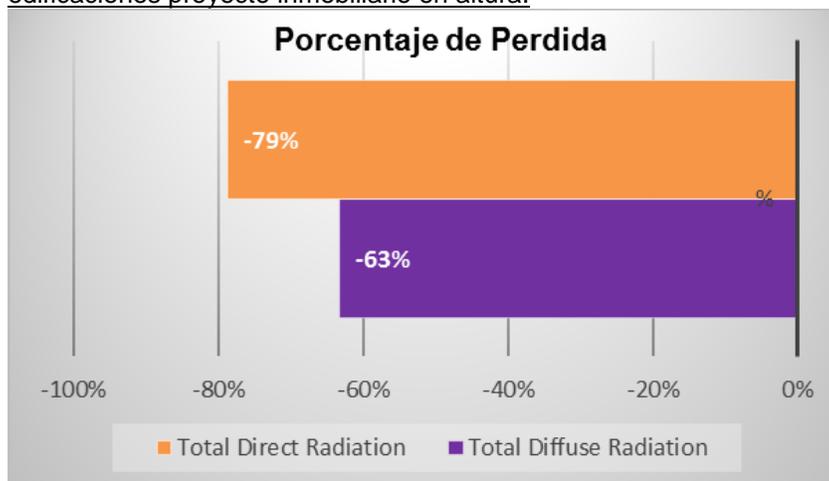


Gráfico 25, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

#### 5.1.2.1.4. Resultado estación invierno

##### Con obstrucción solar

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Techumbre	78	90	200	82.489	5.785	76.704
Casa un piso N° 3	Techumbre	168	90	215	106.118	14.962	91.155
Casa un piso N° 8	Techumbre	168	90	189	122.175	28.797	93.379
Casa un piso N° 9	Techumbre	78	90	192	92.302	20.044	72.257
Casa un piso N° 10	Techumbre	78	90	279	105.162	20.677	84.485
Casa un piso N° 11	Techumbre	78	90	297	85.153	8.449	76.704
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.372</b>	<b>593.399</b>	<b>98.715</b>	<b>494.684</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>297</b>	<b>122.175</b>	<b>28.797</b>	<b>93.379</b>
<b>MINIMO</b>				<b>189</b>	<b>82.489</b>	<b>5.785</b>	<b>72.257</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>229</b>	<b>98.900</b>	<b>16.452</b>	<b>82.447</b>

Tabla 38, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

##### Con obstrucción solar

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Muro	-12	0	75	25.324	8.649	16.675
Casa un piso N° 7	Muro	-12	0	74	51.542	25.974	25.568
Casa un piso N° 8	Muro	-12	0	92	32.633	15.958	16.675
Casa un piso N° 9	Muro	-12	0	152	18.241	4.901	13.340
Casa un piso N° 10	Muro	-12	0	194	58.354	32.786	25.568
<b>SUM TOTAL</b>				<b>587</b>	<b>186.094</b>	<b>88.269</b>	<b>97.825</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>194</b>	<b>58.354</b>	<b>32.786</b>	<b>25.568</b>
<b>MINIMO</b>				<b>74</b>	<b>18.241</b>	<b>4.901</b>	<b>13.340</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>117</b>	<b>37.219</b>	<b>17.654</b>	<b>19.565</b>

Tabla 39, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medición en estación Invierno							
Object	Object	Orient.	Tilt	Area	Total Radiation	Total Direct Radiation	Total Diffuse Radiation
ID	Type	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
edif. 2	Techumbre	78	90	250	155.915	75.876	80.039
edif. 5	Techumbre	-102	90	297	194.495	87.777	106.718
Edificación un piso inmobiliaria 1	Techumbre	78	90	974	196.451	89.733	106.718
Edificación un piso inmobiliaria 2	Techumbre	78	90	936	206.942	96.888	110.053
Edificación un piso inmobiliaria 3	Techumbre	78	90	1609	201.499	92.557	108.942
<b>SUM TOTAL</b>				<b>4.066</b>	<b>955.302</b>	<b>442.831</b>	<b>512.471</b>
<b>MÁXIMO</b>				<b>1.609</b>	<b>206.942</b>	<b>96.888</b>	<b>110.053</b>
<b>MÍNIMO</b>				<b>250</b>	<b>155.915</b>	<b>75.876</b>	<b>80.039</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>813</b>	<b>191.060</b>	<b>88.566</b>	<b>102.494</b>

Tabla 40, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medición en estación Invierno							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 3	Muro	-12	0	1.200	178.327	124.968	53.359
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-12	0	33	180.240	127.993	52.248
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-12	0	90	182.300	127.829	54.471
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.323</b>	<b>540.867</b>	<b>380.790</b>	<b>160.078</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.200</b>	<b>182.300</b>	<b>127.829</b>	<b>54.471</b>
<b>MINIMO</b>				<b>33</b>	<b>180.240</b>	<b>124.968</b>	<b>52.248</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>441</b>	<b>180.289</b>	<b>126.930</b>	<b>53.359</b>

Tabla 41, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de invierno.

Se puede observar en gráficos 26 y 27 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 81% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 20%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 86% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 63%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

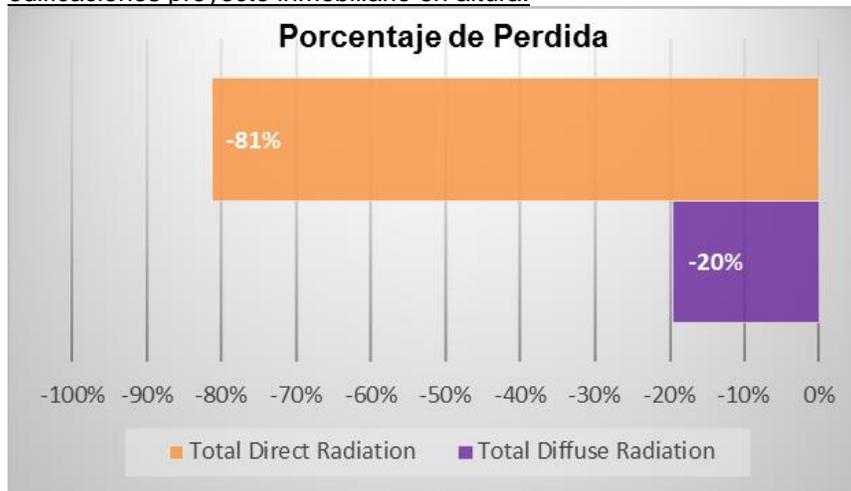


Gráfico 26, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

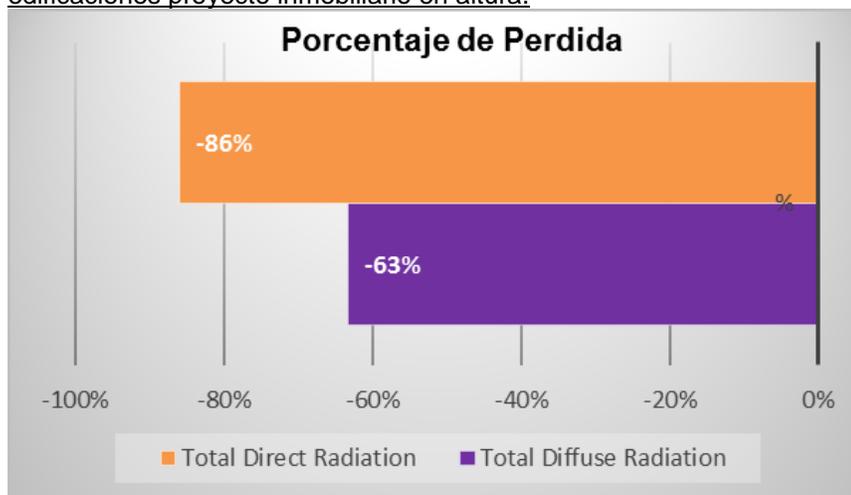


Gráfico 27, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.2.1.5. Resultado estación primavera

#### Con obstrucción solar

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al Sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Techumbre	78	90	200	251.808	133.177	118.632
Casa un piso N° 3	Techumbre	168	90	215	381.821	240.838	140.983
Casa un piso N° 8	Techumbre	168	90	189	403.478	259.057	144.421
Casa un piso N° 9	Techumbre	78	90	192	305.887	194.132	111.755
Casa un piso N° 10	Techumbre	78	90	279	323.245	192.578	130.667
Casa un piso N° 11	Techumbre	78	90	297	275.097	156.465	118.632
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.372</b>	<b>1.941.336</b>	<b>1.176.248</b>	<b>765.089</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>297</b>	<b>403.478</b>	<b>259.057</b>	<b>144.421</b>
<b>MINIMO</b>				<b>189</b>	<b>251.808</b>	<b>133.177</b>	<b>111.755</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>229</b>	<b>323.556</b>	<b>196.041</b>	<b>127.515</b>

Tabla 42, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

#### Con obstrucción solar

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medición en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Casa un piso N° 2	Muro	-12	0	75	48.731	22.942	25.789
Casa un piso N° 7	Muro	-12	0	74	97.010	57.466	39.544
Casa un piso N° 8	Muro	-12	0	92	49.730	23.941	25.789
Casa un piso N° 9	Muro	-12	0	152	35.266	14.634	20.632
Casa un piso N° 10	Muro	-12	0	194	118.880	79.336	39.544
<b>SUM TOTAL</b>				<b>587</b>	<b>349.617</b>	<b>198.318</b>	<b>151.298</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>194</b>	<b>118.880</b>	<b>79.336</b>	<b>39.544</b>
<b>MINIMO</b>				<b>74</b>	<b>35.266</b>	<b>14.634</b>	<b>20.632</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>117</b>	<b>69.923</b>	<b>39.664</b>	<b>30.260</b>

Tabla 43, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 2	Techumbre	78	90	250	367.315	243.526	123.789
Edificio N° 3	Techumbre	-102	90	297	457.325	292.272	165.053
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	78	90	974	457.325	292.272	165.053
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	78	90	936	468.588	298.378	170.211
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	78	90	1609	465.596	297.105	168.491
<b>SUM TOTAL</b>				<b>4.066</b>	<b>2.216.150</b>	<b>1.423.553</b>	<b>792.597</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.609</b>	<b>468.588</b>	<b>298.378</b>	<b>170.211</b>
<b>MINIMO</b>				<b>250</b>	<b>367.315</b>	<b>243.526</b>	<b>123.789</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>813</b>	<b>443.230</b>	<b>284.711</b>	<b>158.519</b>

Tabla 44, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion en estación Primavera							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Radiación total	Radiación total Directa	Radiación total Difusa
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Wh/m2	Wh/m2	Wh/m2
Edificio N° 3	Muro	-12	0	1.200	194.360	111.834	82.526
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-12	0	33	182.103	101.296	80.807
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-12	0	90	194.807	110.561	84.246
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.323</b>	<b>571.270</b>	<b>323.691</b>	<b>247.579</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.200</b>	<b>194.807</b>	<b>111.834</b>	<b>84.246</b>
<b>MINIMO</b>				<b>33</b>	<b>182.103</b>	<b>101.296</b>	<b>80.807</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>441</b>	<b>190.423</b>	<b>107.897</b>	<b>82.526</b>

Tabla 45, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se realiza una representación gráfica de los resultados para la estación de primavera.

Se puede observar en gráficos 28 y 29 la disminución porcentual para Radiación Directa y Difusa producida por el sombreado de las nuevas edificaciones. Para la Radiación Directa en techumbres existe un 31% de disminución y para Radiación Difusa en techumbres un 20%.

Para la Radiación Directa en muros norte existe un 63% de disminución y para Radiación Difusa en muros norte un 63%.

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para techumbres viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

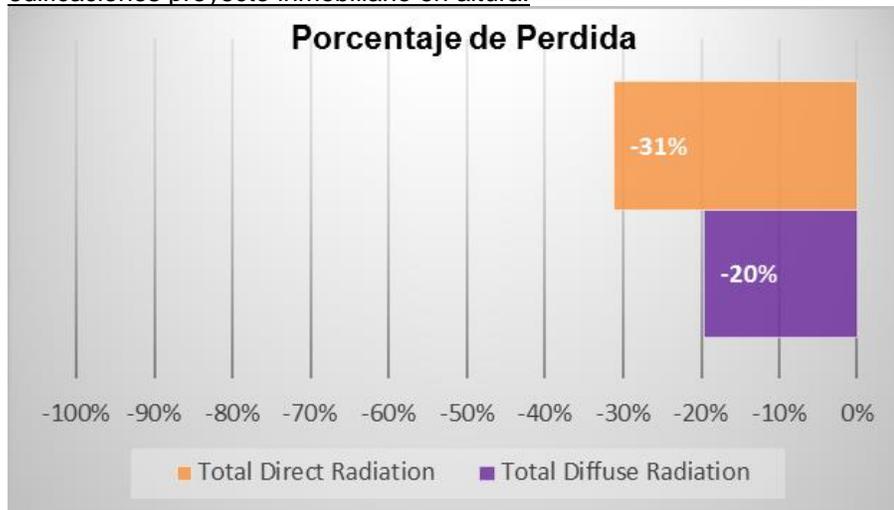


Gráfico 28, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico comparativo (invierno) de resultado para muros norte de viviendas baja altura y edificaciones proyecto inmobiliario en altura.

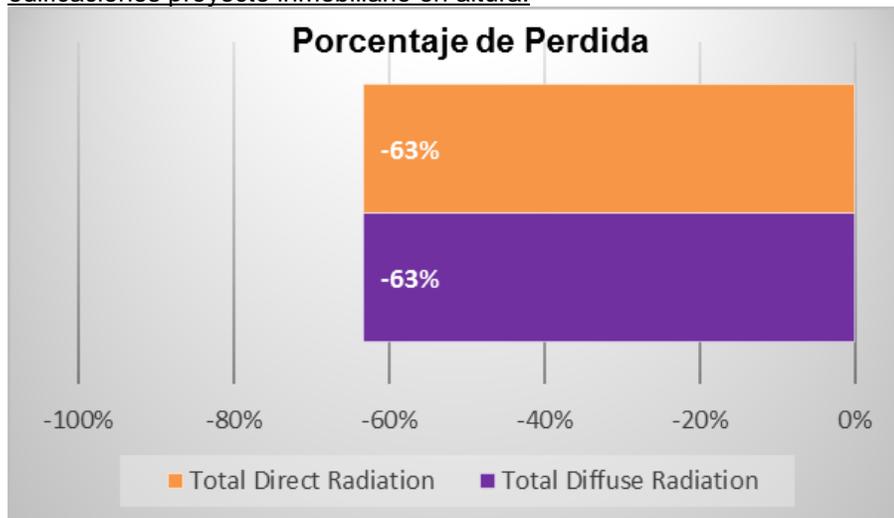


Gráfico 29, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.2.1.6. Análisis de Gráfico captación solar

Gráfico de captación de radiación solar directa por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

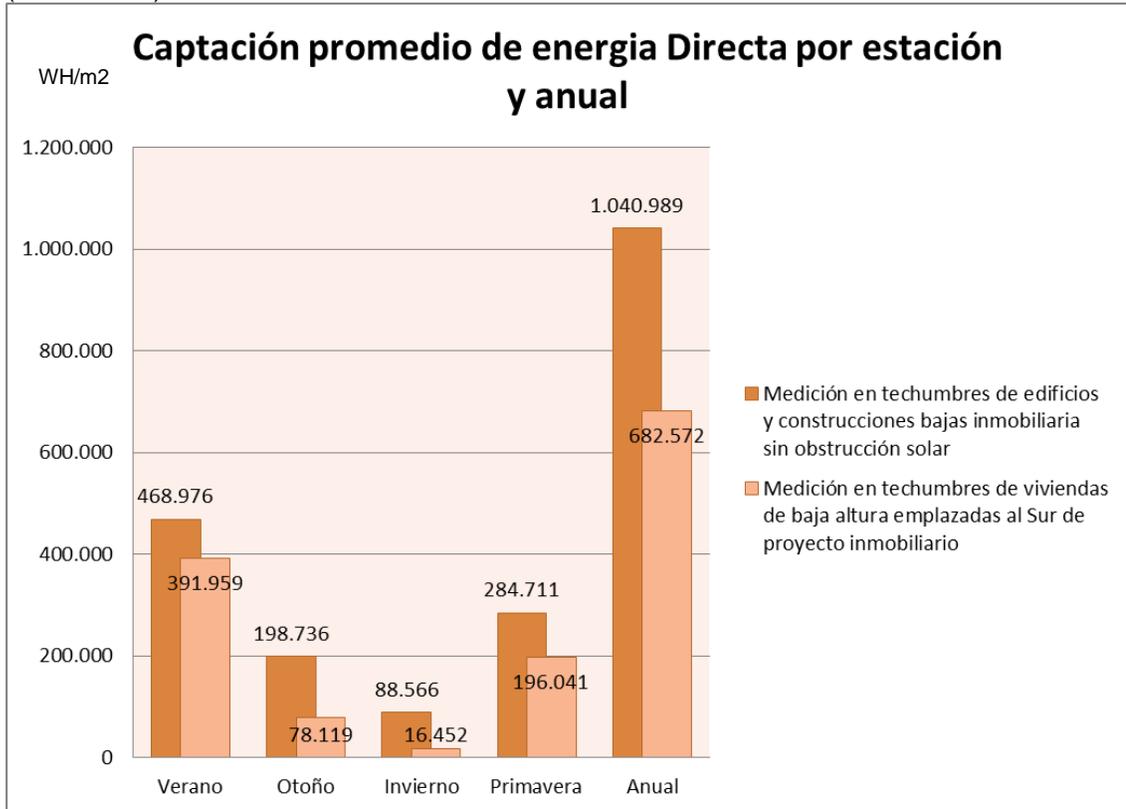


Gráfico 30. Valores en W/m<sup>2</sup>, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Gráfico de captación de radiación solar por estación y anual sobre planos verticales (muros).

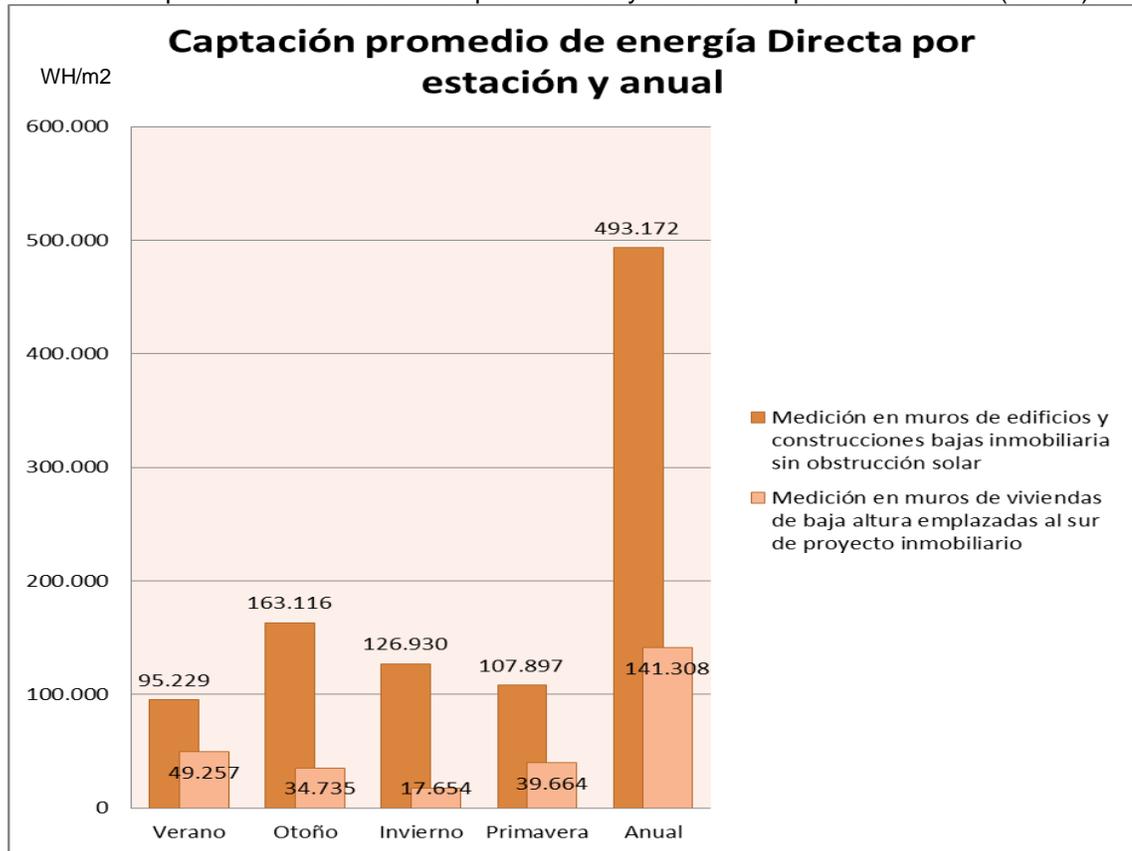


Gráfico 31. Valores en W/m<sup>2</sup>, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se puede observar en el gráficos 30 y 31 como disminuye considerablemente la captación de radiación solar Directa en las techumbres y muros, mientras el sol se encuentra en una posición más inclinada es mayor la pérdida. Por lo cual, la mayor pérdida se presenta en invierno. Esta pérdida afecta claramente las condiciones térmicas de las propiedades y las capacidades de generación eléctrica y térmica a través de paneles fotovoltaicos. Por esta razón, en invierno, cuando más energía se requiere, la captación disminuye a un cuarto de la condición sin bloqueo.

Gráfico de captación solar de Radiación Difusa por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

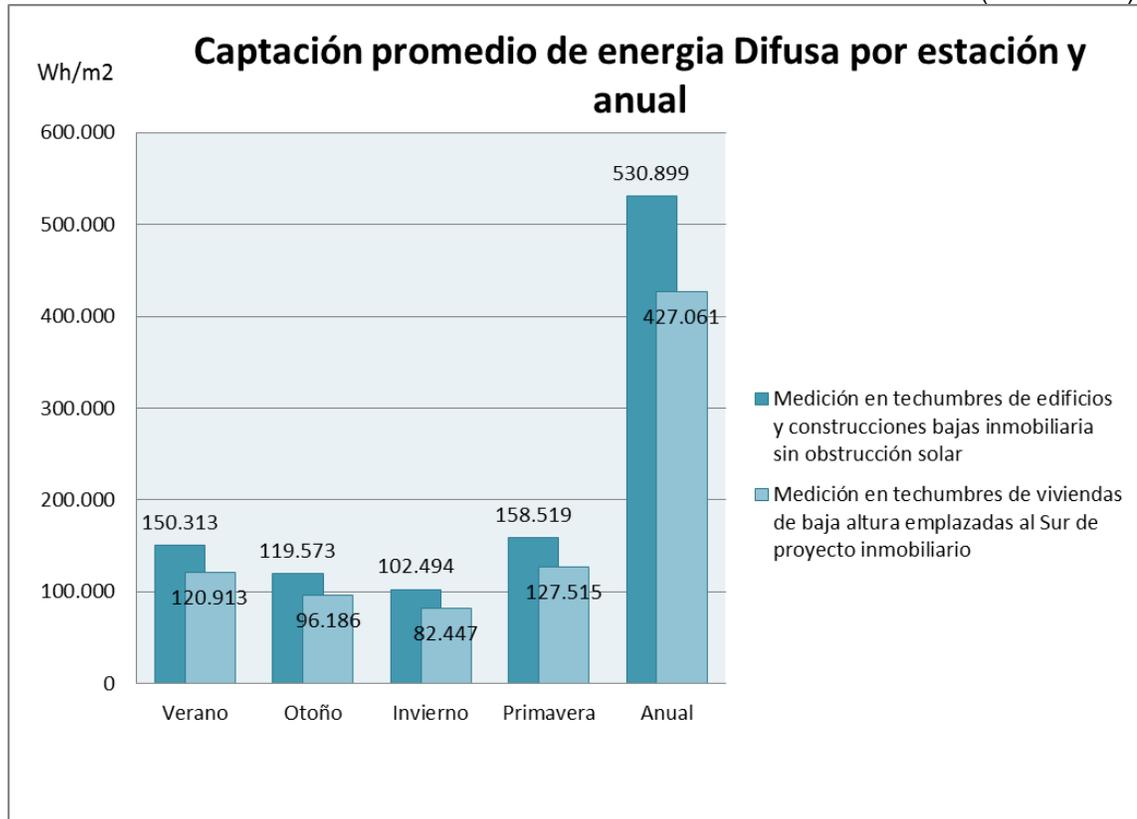


Gráfico 32. Valores en W/m2, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se Puede observar en gráfico 32 que la pérdida de radiación solar Difusa es constante, ya que es la radiación reflejada por los objetos y cielo. Esto se relaciona con la energía disponible, pero se puede observar que se produce constantemente un 20% de pérdida de esta radiación, lo cual combinado a la pérdida de Radiación Directa, aumenta los efectos de iluminación y pérdidas de condiciones medioambientales de la propiedad.

En este caso la pérdida de Radiación Difusa es mayor que en el caso de Santiago producto a una trama de edificaciones más distanciada pero más densa.

Gráfico de captación solar de Radiación Difusa por estación y anual sobre planos verticales (muros).

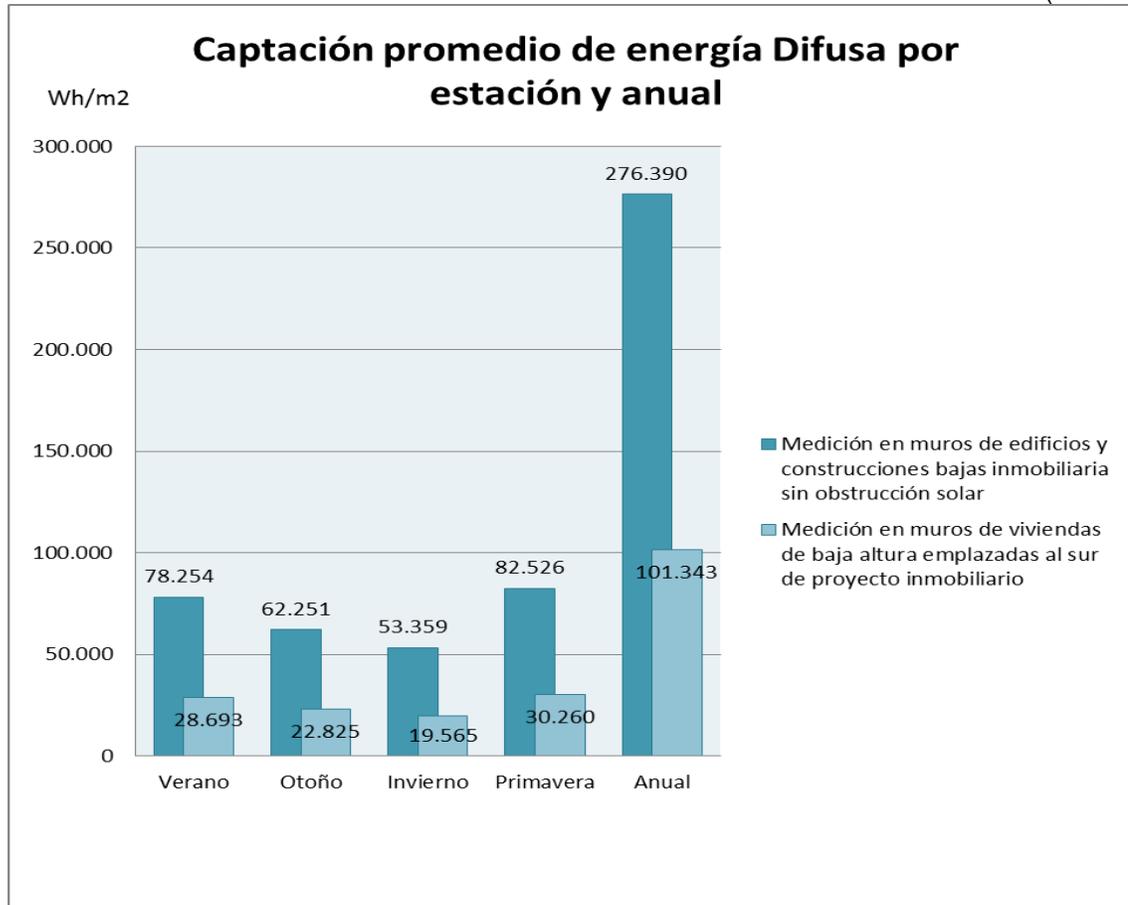


Gráfico 33. Valores en W/m<sup>2</sup>, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se Puede observar en gráfico 33 que la pérdida de radiación solar Difusa es constante, ya que es la radiación reflejada por los objetos y esto se relaciona con la energía disponible. Se puede observar que se produce constantemente un 63% de pérdida de esta radiación, lo cual combinado a la pérdida de Radiación Directa, aumenta los efectos de iluminación y pérdidas de condiciones medioambientales de la propiedad.

En este caso la pérdida de Radiación Difusa es mayor que en techumbre debido al efecto en conjunto de las edificaciones.

### 5.1.2.2. Exposición solar horizontal y vertical cuadrante Ñuñoa

#### Exposición solar sobre superficies Horizontales (techumbre) y muros (orientación norte).

Se calcula para el cuadrante en estudio la exposición solar de los planos horizontales (simplificación de techumbre) y muros (orientación norte), esta exposición es medida en porcentaje (%).

Se analiza el resultado del porcentaje de exposición y sombreado en un análisis anual y un análisis gráfico por estación.

#### 5.1.2.2.1. Resultado anual

##### Con obstrucción solar

Resultados en techumbres de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medición Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombreado
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Casa un piso N° 2	Techumbre	78	90	200	1539	42	58
Casa un piso N° 3	Techumbre	168	90	215	2383	65	35
Casa un piso N° 8	Techumbre	168	90	189	2102	57	43
Casa un piso N° 9	Techumbre	78	90	192	1972	54	46
Casa un piso N° 10	Techumbre	78	90	279	1742	48	52
Casa un piso N° 11	Techumbre	78	90	297	1319	36	64
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.372</b>	<b>11.057</b>	<b>302</b>	<b>298</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>297</b>	<b>2.383</b>	<b>65</b>	<b>64</b>
<b>MINIMO</b>				<b>189</b>	<b>1.319</b>	<b>36</b>	<b>35</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>229</b>	<b>1.843</b>	<b>50</b>	<b>50</b>

Tabla 46, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

##### Con obstrucción solar

Resultado en muros norte de viviendas de baja altura emplazadas al sur de proyecto inmobiliario.

Medición Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombreado
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Casa un piso N° 2	Muro	-12	0	75	910	25	75
Casa un piso N° 7	Muro	-12	0	74	1.483	41	59
Casa un piso N° 8	Muro	-12	0	92	832	23	77
Casa un piso N° 9	Muro	-12	0	152	605	17	83
Casa un piso N° 10	Muro	-12	0	194	1.821	50	50
<b>SUM TOTAL</b>				<b>587</b>	<b>5.650</b>	<b>155</b>	<b>345</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>194</b>	<b>1.821</b>	<b>50</b>	<b>83</b>
<b>MINIMO</b>				<b>74</b>	<b>605</b>	<b>17</b>	<b>50</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>117</b>	<b>1.130</b>	<b>31</b>	<b>69</b>

Tabla 47, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en techumbres de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombramiento
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Edificio N° 2	Techumbre	78	90	250	2997	82	18
Edificio N° 3	Techumbre	-102	90	297	3568	98	2
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 1	Techumbre	78	90	974	3657	100	0
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Techumbre	78	90	936	3286	90	10
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Techumbre	78	90	1609	3645	100	0
<b>SUM TOTAL</b>				<b>4.066</b>	<b>17.152</b>	<b>469</b>	<b>31</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.609</b>	<b>3.657</b>	<b>100</b>	<b>18</b>
<b>MINIMO</b>				<b>250</b>	<b>2.997</b>	<b>82</b>	<b>0</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>813</b>	<b>3.430</b>	<b>94</b>	<b>6</b>

Tabla 48, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

## Sin obstrucción solar

Resultado en muros norte de edificios proyecto inmobiliario sin obstrucción solar.

Medicion Anual							
Objeto	Elemento	Orientación	inclinación	Area	Total horas de sol	Porcentaje exposición	Porcentaje sombramiento
ID	Tipo	(°)	(°)	(m2)	Hrs	%	%
Edificio N° 3	Muro	-12	0	1.200	3.165	87	13
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 2	Muro	-12	0	33	2.922	80	20
Edificación (un piso) inmobiliaria N° 3	Muro	-12	0	90	2.996	82	18
<b>SUM TOTAL</b>				<b>1.323</b>	<b>9.083</b>	<b>248</b>	<b>52</b>
<b>MAXIMO</b>				<b>1.200</b>	<b>3.165</b>	<b>87</b>	<b>20</b>
<b>MINIMO</b>				<b>33</b>	<b>2.922</b>	<b>80</b>	<b>13</b>
<b>PROMEDIO</b>				<b>441</b>	<b>3.028</b>	<b>83</b>	<b>17</b>

Tabla 49, elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

### 5.1.2.2.2. Análisis gráfico de exposición solar por estación

Gráfico de porcentaje de exposición por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

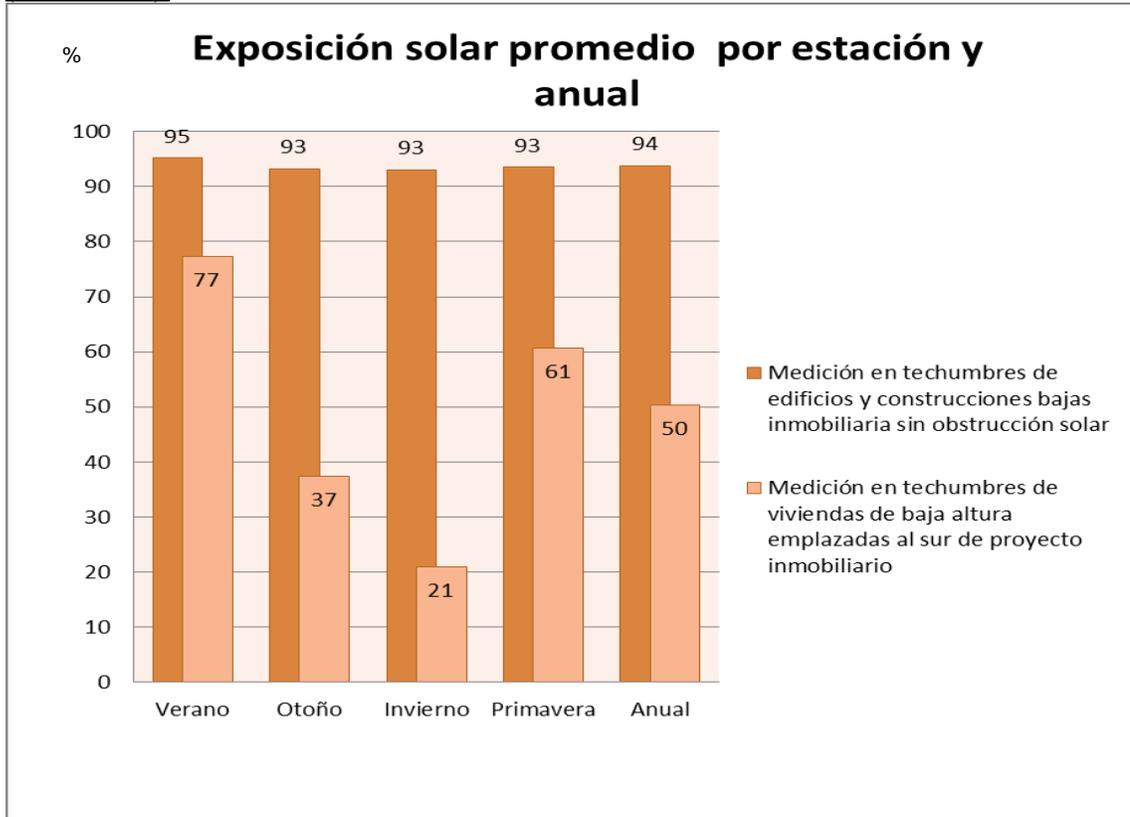


Gráfico 34. Valores en porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC.

Se puede observar como la exposición solar oscila dependiendo de la estación del año. Adicionalmente se estima que en invierno cuando las personas desean tener mayor acceso a la luz solar, disminuye la exposición de techumbres de un 93% a un 21%, lo cual teóricamente demuestra un efecto negativo para las personas afectadas.

Gráfico de porcentaje exposición solar por estación y anual sobre planos verticales (muros norte).

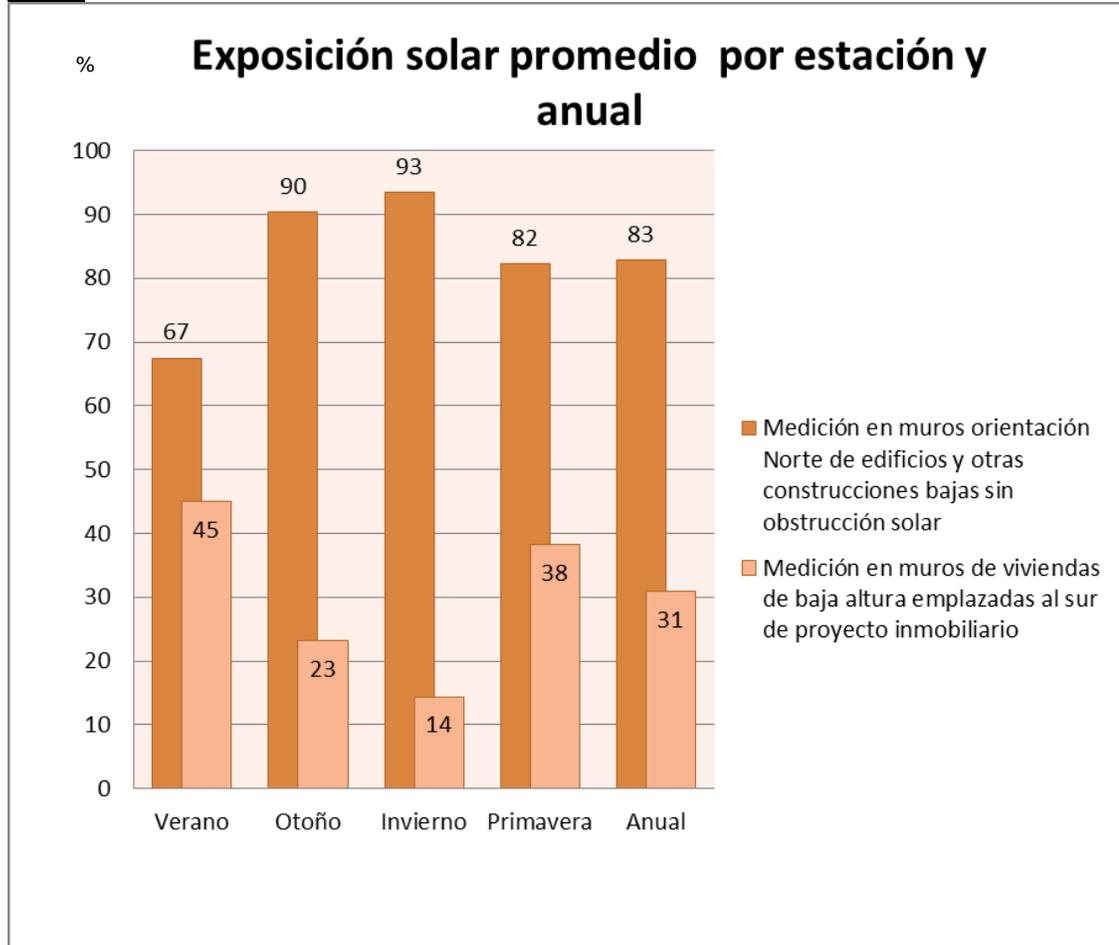


Gráfico 35. Valores en Porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

Se puede observar como la exposición solar oscila dependiendo de la estación del año. Adicionalmente se estima que en invierno cuando las personas desean tener mayor acceso a la luz solar, disminuye la exposición de un 93% a un 14%, por lo tanto es aún mayor la disminución en muros que en techumbres. Además, debido a la densidad de edificaciones, en todas las estaciones se produce una disminución de más del 50%.

Este análisis entrega más antecedentes que indican teóricamente un efecto negativo para las personas.

Gráfico de porcentaje de sombreado por estación y anual sobre planos horizontales (techumbres).

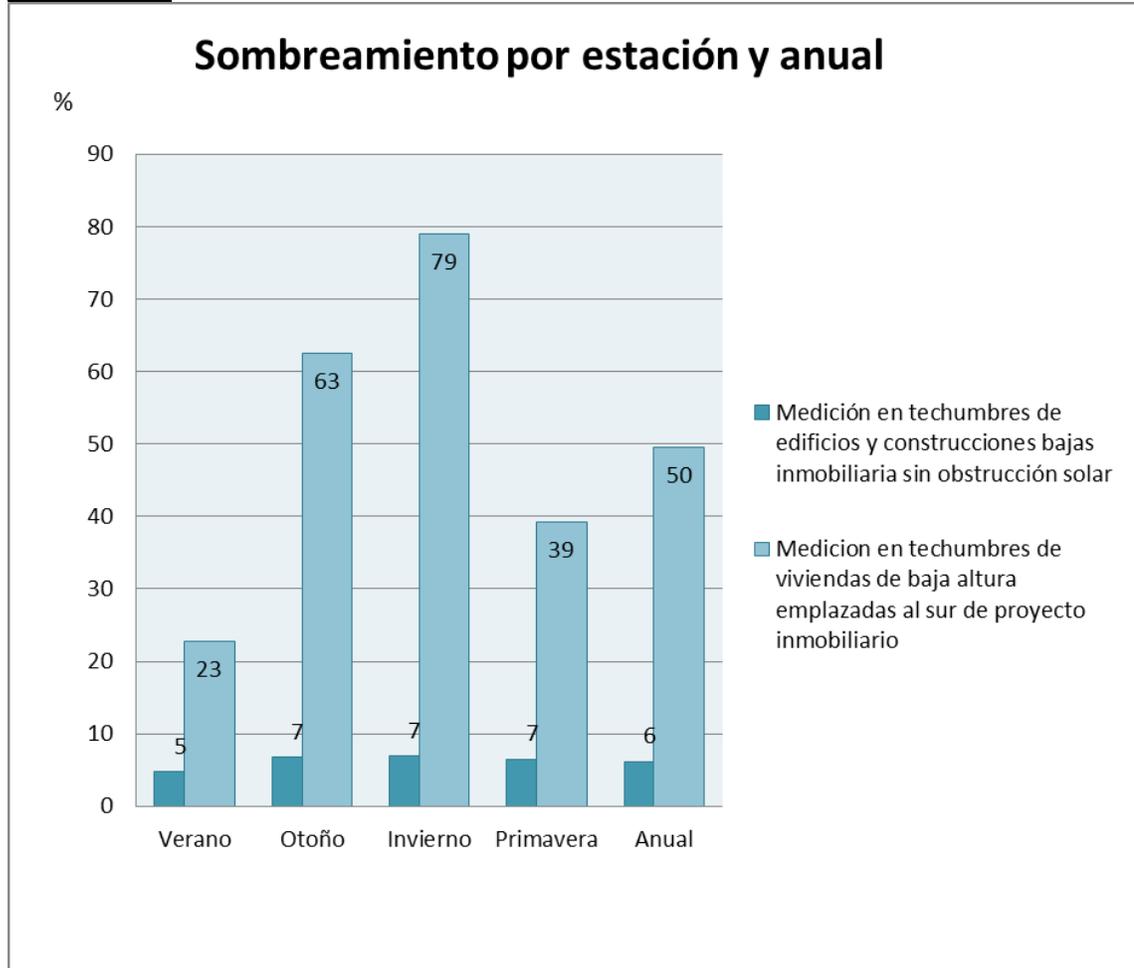


Gráfico 36. Valores en porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC.

En relación con lo anterior, desde el punto de vista del sombreado, se puede observar que en las estaciones de otoño e invierno, permanece más de la mitad del horario de soleamiento, cubierto por un cono de sombra de las diferentes edificaciones actuando en conjunto.

Gráfico de porcentaje de sombreado por estación y anual sobre planos verticales (muros norte).

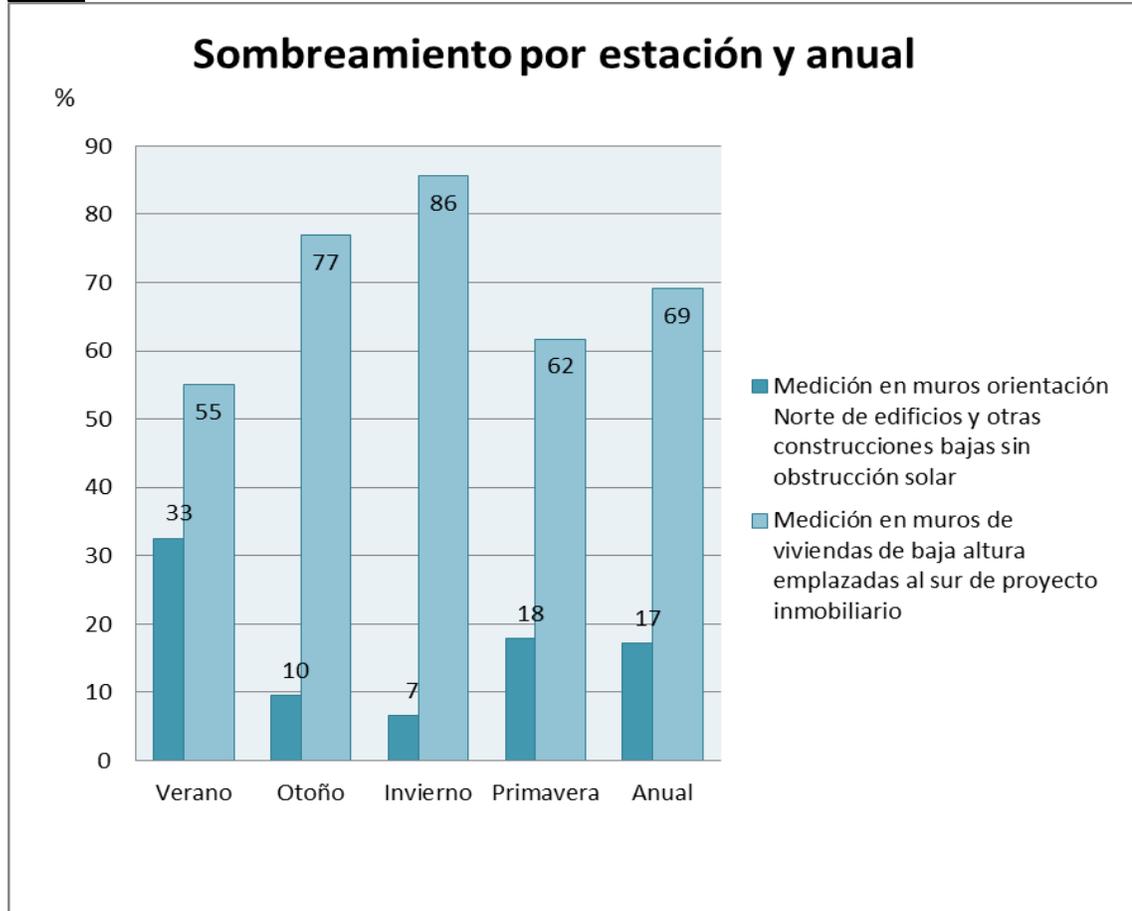


Gráfico 37. Valores en Porcentaje (%), elaboración propia a partir de resultados ECOTEC

En relación con lo anterior, desde el punto de vista del sombreado se puede, observar que en todas las estaciones permanece más de la mitad del horario de soleamiento, cubierto por un cono de sombra de las diferentes edificaciones actuando en conjunto.

Adicionalmente las edificaciones en altura también se afectan entre ellas y es por esto que no tienen una exposición del 100%.

## 5.2. Evaluación final de casos

Al evaluar los resultados obtenidos en ambos casos de estudio se puede observar que los dos están afectados por una disminución de radiación solar Directa, Difusa y de exposición solar. Esta disminución se genera a partir de circunstancias similares pero no idénticas en cada caso. Para el cuadrante de Santiago se observa una condición de extrema diferencia entre las alturas, veinticuatro pisos versus viviendas de un piso. Adicionalmente las edificaciones en altura están concentradas, muy cerca una de la otra y con una cercanía a las

viviendas colindantes al límite de la norma. Conjuntamente existe un nuevo edificio en construcción dentro del proyecto inmobiliario, el cual no fue considerado en el modelo por desconocerse su existencia al iniciar la investigación, pero esta edificación se estima aumentará la condición de bloqueo.

En el caso del cuadrante de Ñuñoa si bien las edificaciones no sobrepasan los 20 pisos, son diversas y de diferentes proyectos inmobiliarios, lo cual en su conjunto, provocan un efecto bloqueo tipo muro, este efecto asimila los resultados provocados por proyectos más amplios y más concentrados.

Por otro lado se estima una consecuencia adicional debida a la calidad constructiva observada, en las propiedades ubicadas en el cuadrante de Santiago podrían tener mayores efectos de humedad que las propiedades ubicadas en el cuadrante de Ñuñoa. Lo cual será evidenciado en el análisis de terreno.

Finalmente, analizando los datos teóricos, se puede indicar que las viviendas están siendo afectadas notoriamente por esta concentración inmobiliaria, lo cual podría llegar incluso hasta un cambio de uso de las propiedades o desplazamiento residencial.

Las propuestas adecuadas para mitigar estos efectos propios del desarrollo de las ciudades, podrían orientarse hacia incorporar en la normativa de urbanización y edificación<sup>2</sup> análisis más sofisticados de sombreamientos y eficiencias energéticas, incluyendo una evaluación de impacto en la radiación solar de propiedades vecinas, considerando todo el entorno, optimizar el posicionamiento de las nuevas edificaciones según las diferentes investigaciones disponibles para optimizar el uso de energía solar. Como se han incorporado en otras ciudades europeas (Cardenas & Higuera, 2015),

Por otro lado, compensar los efectos provocados a través de indemnizaciones directas o por compensación al entorno, para lo cual habría que ajustar el marco normativo, con el fin de ser aplicadas bajo ciertos criterios de afección.

---

<sup>2</sup> En Chile Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

### 5.3. Cálculo de energía producida a través de paneles fotovoltaicos evaluados en escenario con y sin bloqueo solar.

#### 5.3.1. Funcionamiento, tipología y rendimiento de los paneles solares.

Antes de realizar este cálculo, se hará una pequeña introducción a los tipos de paneles más comercializados para instalaciones domiciliarias y en que estatus se encuentra la tecnología actualmente. Para ellos se utilizará las definiciones de una empresa experta en venta de paneles solares donde se explican las características principales de los paneles fotovoltaicos.

Existen 2 tipos de paneles fotovoltaicos comercializados masivamente en Chile y América Latina, con captación solar de insolación (radiación solar Directa). Los paneles monocristalinos y policristalinos.



Células Mono cristalinas      Células Poli cristalinas

Figura 33, tipos de paneles comercializados

La diferencia básica entre una célula solar mono cristalina y una poli cristalina es la composición del cristal de silicio. Las células mono cristalinas están formadas por un único tipo de cristal de silicio. En cambio en las células poli cristalinas, no se controla el crecimiento del cristal de silicio, con lo que el cristal crece en todas direcciones creando un conjunto de cristales diferentes, unidos entre sí.

Los paneles fotovoltaicos comercializados, indican una capacidad de potencia en Watts, pero esta capacidad es teórica, medida en un laboratorio en condiciones ideales la cual nunca será lograda.

El rendimiento que se especifica en las fichas técnicas de los paneles solares, es un valor obtenido en un laboratorio a 25°C y con una insolación de 1.000W/m<sup>2</sup>, se puede decir que es un valor teórico al que en condiciones normales no se conseguirá llegar nunca, lo cual significa que un rendimiento del 15%, corresponde a que un panel solar de un metro cuadrado de superficie, es capaz de conseguir generar 150W de energía eléctrica en las condiciones antes expuestas. (Moreno, 2013).

Por tanto, para saber qué panel tiene mejor rendimiento, bastaría con mirar el porcentaje de rendimiento que se indica en la ficha técnica de los paneles o placas fotovoltaicas, o en el caso que no se indique, se podría realizar un sencillo cálculo para saber la potencia (W/m<sup>2</sup>) del panel en cada caso. Este cálculo se puede realizar dividiendo los Watts que puede generar el panel, entre la superficie en metros cuadrados de éste (ancho x largo en metros).

Por otra parte, actualmente se consiguen rendimientos muy parecidos con ambas tecnologías, la mono cristalina y la poli cristalina, y como ya se ha comentado en el párrafo anterior, estos valores siempre están en las fichas técnicas de cada uno de los módulos.

Analizando otra variable influyente, existe lo que se llama el coeficiente térmico, que es un valor con el que se cuantifica, cuanto afecta la temperatura al rendimiento de las células solares.

En resumen, hoy en día las diferencias, son tan insignificantes y despreciables, que la recomendación para tomar la decisión del panel a comprar, se tenga sobretodo en cuenta el precio por watt producido (\$/W) del panel (Moreno, 2013).

### **5.3.2. Diferencia en la generación eléctrica entre exposición normal y exposición con bloqueo inmobiliario**

-Diferencia potencia teórica y real de los paneles fotovoltaicos

Ya establecidos los principales paneles existentes en el mercado, se determinará la generación real promedio, calculada a través de los datos de insolación solar, los cuales cambian por estación y son muy diferentes a los 1000 (Wh/m<sup>2</sup>) considerados en el laboratorio. Se mantiene la consideración de 25 grados Celsius, debido a que aún está en estudio los comportamientos térmicos de los diferentes tipos de paneles fotovoltaicos y no se observan resultados más precisos al respecto.

Para realizar este cálculo se traspasan los valores de radiación obtenidos de las simulaciones de insolación por cada estación del año, en cada escenario de estudio.

Para esto se divide el valor total promedio de cada estación por la cantidad de días de una estación (91 días estaciones del año). Esto entrega el valor diario promedio de radiación captada..

Como es necesario el valor de radiación captada promedio por hora factible de insolación, se dividirá el resultado obtenido en 10 (10 hr.), suponiendo una insolación factible de entre las 8:00 y las 18:00 hrs. Lo cual ya tiene integrado las diferencias de radiación entre las diferentes horas del día (incluido en el algoritmo del software simulador utilizado; ECOTEC).

Los paneles solares fotovoltaicos como se dijo anteriormente presentan una capacidad de potencia teórica, haciendo los supuestos de laboratorio a 25 grados Celsius y 1000 W/m<sup>2</sup>, si con estos supuestos genera 150 watts por m<sup>2</sup>, este panel tendrá un 15% de rendimiento.

Como se ha obtenido de la simulación el cálculo de la Radiación Directa por hora promedio para cada estación, se obtiene una aproximación a la energía real producida por un panel insolado normalmente y otro con bloqueo solar (manteniendo el supuesto de 25 grados Celsius).

Adicionalmente se realiza la comparación entre una insolación normal y una insolación con bloqueo, calculo que sirve para establecer la disminución de generación para cualquier tipo de panel con tecnología que requiera Radiación Directa.

### 5.3.3. Calculo para 1 m2 de captación de energía solar por insolación; escenario con y sin bloqueo, para superficies horizontales y verticales.

#### Calculo para caso Santiago: Calculo en superficies horizontales

Horizontal							
	Energía Directa recibida Wh/m2 Total estación	Cantidad de días promedio por estación (días)	Energía (Wh/m2) Total diario	Horas efectivas de insolación (8:00-18:00)	Insolación promedio por hora (Wh/m2)	Generación teórica 15% con insolación 1000 wh/m2 (150 wh/m2)	Generación estimada con 15% eficiencia y simulación (Wh/m2)
<b>Santiago</b>							
Verano con Bloqueo	438.820	91	4.822	10	482	150	72
Verano sin Bloqueo	467.357	91	5.136	10	514	150	77
Otoño con bloqueo	80.705	91	887	10	89	150	13
Otoño sin bloqueo	193.174	91	2.123	10	212	150	32
Invierno con bloqueo	19.210	91	211	10	21	150	3
Invierno sin bloqueo	79.592	91	875	10	87	150	13
Primavera con bloqueo	223.081	91	2.451	10	245	150	37
Primavera sin bloqueo	285.255	91	3.135	10	313	150	47
Generación anual con bloqueo Kwh/añual	458						
Generación anual sin bloqueo Kwh/añual	617						
Diferencia de energía perdida por m2 Kwh/añual	159						

Tabla 50, elaboración propia 2016 en base a resultados de modelamiento y rendimiento de paneles solares tipo

#### Calculo para caso Santiago: Calculo en superficies verticales

Vertical							
	Energía Directa recibida Wh/m2 Total estación	Cantidad de días promedio por estación (días)	Energía (Wh/m2) Total diario	Horas efectivas de insolación (8:00-18:00)	Insolación promedio por hora (Wh/m2)	Generación teórica 15% con insolación 1000 wh/m2 (150 wh/m2)	Generación estimada con 15% eficiencia y simulación (Wh/m2)
<b>Santiago</b>							
Verano con Bloqueo	112.743	91	1.239	10	124	150	19
Verano sin Bloqueo	128.105	91	1.408	10	141	150	21
Otoño con bloqueo	66.867	91	735	10	73	150	11
Otoño sin bloqueo	179.455	91	1.972	10	197	150	30
Invierno con bloqueo	31.789	91	349	10	35	150	5
Invierno sin bloqueo	133.025	91	1.462	10	146	150	22
Primavera con bloqueo	85.692	91	942	10	94	150	14
Primavera sin bloqueo	130.434	91	1.433	10	143	150	22
Generación anual con bloqueo Kwh/añual	179						
Generación anual sin bloqueo Kwh/añual	344						
Diferencia de energía perdida por m2 Kwh/añual	165						

Tabla 51, elaboración propia 2016 en base a resultados de modelamiento y rendimiento de paneles solares tipo

### Calculo para caso Ñuñoa: Calculo en superficies horizontales

Horizontal							
Ñuñoa	Energía Directa recibida Wh/m2 Total estación	Cantidad de días promedio por estación (días)	Energía (Wh/m2) Total diario	Horas efectivas de insolación (8:00-18:00)	Insolación promedio por hora (Wh/m2)	Generación teórica 15% con insolación 1000 wh/m2 (150 wh/m2)	Generación estimada con 15% eficiencia y simulación (Wh/m2)
Verano con Bloqueo	391.959	91	4.307	10	431	150	65
Verano sin Bloqueo	468.976	91	5.154	10	515	150	77
Otoño con bloqueo	78.119	91	858	10	86	150	13
Otoño sin bloqueo	198.736	91	2.184	10	218	150	33
Invierno con bloqueo	16.452	91	181	10	18	150	3
Invierno sin bloqueo	88.566	91	973	10	97	150	15
Primavera con bloqueo	196.041	91	2.154	10	215	150	32
Primavera sin bloqueo	284.711	91	3.129	10	313	150	47
Generación anual con bloqueo Kwh/añual	411						
Generación anual sin bloqueo Kwh/añual	626						
Diferencia de energía perdida por m2 Kwh/añual	216						

Tabla 52, elaboración propia 2016 en base a resultados de modelamiento y rendimiento de paneles solares tipo

### Calculo para caso Ñuñoa: Calculo en superficies verticales

Vertical							
Ñuñoa	Energía Directa recibida Wh/m2 Total estación	Cantidad de días promedio por estación (días)	Energía (Wh/m2) Total diario	Horas efectivas de insolación (8:00-18:00)	Insolación promedio por hora (Wh/m2)	Generación teórica 15% con insolación 1000 wh/m2 (150 wh/m2)	Generación estimada con 15% eficiencia y simulación (Wh/m2)
Verano con Bloqueo	49.257	91	541	10	54	150	8
Verano sin Bloqueo	95.229	91	1.046	10	105	150	16
Otoño con bloqueo	34.735	91	382	10	38	150	6
Otoño sin bloqueo	163.116	91	1.792	10	179	150	27
Invierno con bloqueo	17.654	91	194	10	19	150	3
Invierno sin bloqueo	126.930	91	1.395	10	139	150	21
Primavera con bloqueo	39.664	91	436	10	44	150	7
Primavera sin bloqueo	107.897	91	1.186	10	119	150	18
Generación anual con bloqueo Kwh/añual	85						
Generación anual sin bloqueo Kwh/añual	297						
Diferencia de energía perdida por m2 Kwh/añual	212						

Tabla 53, elaboración propia 2016 en base a resultados de modelamiento y rendimiento de paneles solares tipo

### 5.3.4. Cálculo de energía producida con KIT solar medio instalado

Se determina un KIT de nivel intermedio vendido por una empresa común del mercado: ANEXO 1

### 5.3.5. Calculo de generación de energía KIT solar, con datos obtenidos de simulaciones para superficies horizontales y verticales en casos de estudio Ñuñoa y Santiago.

Realizado el cálculo y la obtención del diferencial de energía captada, se calculara la diferencia en dinero pagado por kilowatt hora anual y para diez años en la comuna de Ñuñoa y Santiago, Para esto se utilizará una cuenta de electricidad real tipo de Santiago centro.

**chilectra**  
Grupo Enel  
Chilectra S.A.  
Distribución y venta de energía eléctrica y venta de artículos electrónicos del hogar, deportes, esparcimiento y computación.  
R.U.T.: 96.800.570-7  
Santa Rosa 76, piso 8, Santiago.

**DATOS CLIENTE**  
Dirección Envío: B OHIGGINS 232 D126 P12 - SANTIAGO  
Sr.(a): MARIANNE PASCAL ALLENDE  
Número de Cliente: 644507 -1  
Obs. Reparto: BOLETA EN ADMINISTRACION O CONSERJERIA  
Ruta: 01 718 2421-0 Bloque: 7 Cor: 001893

**DATOS SUMINISTRO**  
Dirección: B OHIGGINS 232 D126 P12 - SANTIAGO  
Tarifa: BT1  
Potencia Conectada: 5.0 KW  
Subestacion: SAN CRISTOBAL  
Fecha limite para cambio de tarifa: A OPCION DEL CLIENTE  
Fecha término tarifa: A OPCION DEL CLIENTE

**DETALLE CUENTA**

	MONTO (\$)
<b>SERVICIO ELÉCTRICO ( Afecto a corte después del: 27/10/2016 )</b>	
Arriendo de Medidor	429
Cargo Fijo	738
Cargo único por uso del sistema troncal	178
Energía Base 120 kWh	13.913
Servicio Comun	4.919
Saldo Anterior Energía (01 Mes )	19.550
Ajuste de Sencillo Anterior a favor del Cliente	27
Ajuste de Sencillo Actual a favor del Cliente	-4
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>\$ 39.750</b>

**DETALLE LECTURA / CONSUMO**  
Periodo de lectura: 29 AGO 2016 al 29 SEP 2016

N° Medidor	Propiedad	Lectura-Anterior	Lectura Actual	Constante	Consumo(kWh)
202737713	COMPANIA	103	223	1	120

Fecha estimada de la proxima lectura: 28/10/2016

**Consumo últimos 13 meses en kWh**

Último pago: \$ 8.250 - 31/08/2016 - PEC BANCO SANTANDER

SU N° DE CLIENTE ES: 644507 -1  
AFECTO A CORTE POR DEUDA DESPUES DEL 27 OCT 2016  
TOTAL A PAGAR \$ 39.750  
VENCIMIENTO EL 14 OCT 2016

**¡CADA VEZ MÁS CONECTADOS!**  
consultas + solicitudes + información y más

chilectra.cl  
@chilectra  
ChilectraSA

600 696 0000  
Oficina Móvil  
Red de Oficinas Comerciales

Figura 34. Cuenta Chilectra tipo 2016, vecino Santiago centro

### Calculo para caso Santiago: Calculo en superficies horizontales

Diferencia en generación de energía eléctrica con KIT fotovoltaico tipo, entre una vivienda tipo con y sin bloqueo solar	Santiago	Horizontal	
Generación con bloqueo solar (Kwh/año)			3.056
Generación sin bloqueo solar (Kwh/año)			4.113
Diferencia de energía eléctrica generada (Kwh/año)			1.057
Monto anual perdido por pérdida de energía (\$ CL)	valor Kwh chilectra	\$ 112	\$ 118.400
Perdida en 10 años (\$ CL)			\$ 1.184.002

Tabla 54, elaboración propia 2016 en base a resultados obtenidos en tablas análisis paneles y valores Chilectra

Se puede observar que para paneles Horizontales en un año existe una pérdida energética equivalente \$118.400, lo cual implica \$1.184.002 en 10 años<sup>3</sup>. Cálculos basados en simulaciones realizadas en modelación de cuadrante Santiago.

### Calculo para caso Santiago: Calculo en superficies verticales

Diferencia en generación de energía eléctrica con KIT fotovoltaico tipo, entre una vivienda tipo con y sin bloqueo solar	Santiago	Vertical	
Generación con bloqueo solar (Kwh/año)			1.192
Generación sin bloqueo solar (Kwh/año)			2.290
Diferencia de energía eléctrica generada (Kwh/año)			1.099
Monto anual perdido por pérdida de energía (\$ CL)	valor Kwh chilectra	\$ 112	\$ 123.057
Perdida en 10 años (\$ CL)			\$ 1.230.569

Tabla 55, elaboración propia 2016 en base a resultados obtenidos en tablas análisis paneles y valores Chilectra

Se puede observar que para paneles Verticales en un año existe una pérdida energética equivalente \$123.057, lo cual implica \$1.230.569 en 10 años. Cálculos basados en simulaciones realizadas en modelación de cuadrante Santiago.

<sup>3</sup> Considerando un cálculo lineal sin interés ni devaluación monetaria.

### Calculo para caso Ñuñoa: Calculo en superficies horizontales

Diferencia en generación de energía eléctrica con KIT fotovoltaico tipo, entre una vivienda tipo con y sin bloqueo solar	Ñuñoa	Horizontal	
Generación con bloqueo solar (Kwh/año)			2.738
Generación sin bloqueo solar (Kwh/año)			4.175
Diferencia de energía eléctrica generada (Kwh/año)			1.438
Monto anual perdido por pérdida de energía (\$ CL)	valor Kwh chilectra	\$ 112	\$ 161.012
Perdida en 10 años (\$ CL)			\$ 1.610.124

Tabla 56, elaboración propia 2016 en base a resultados obtenidos en tablas análisis paneles y valores Chilectra

Se puede observar que para paneles Horizontales en un año existe una pérdida energética equivalente \$161.012, lo cual implica \$1.610.124 en 10 años. Cálculos basados en simulaciones realizadas en modelación de cuadrante Ñuñoa.

### Calculo para caso Ñuñoa: Cálculo en superficies verticales

Diferencia en generación de energía eléctrica con KIT fotovoltaico tipo, entre una vivienda tipo con y sin bloqueo solar	Ñuñoa	Vertical	
Generación con bloqueo solar (Kwh/año)			567
Generación sin bloqueo solar (Kwh/año)			1.978
Diferencia de energía eléctrica generada (Kwh/año)			1.411
Monto anual perdido por pérdida de energía (\$ CL)	valor Kwh chilectra	\$ 112	\$ 158.067
Perdida en 10 años (\$ CL)			\$ 1.580.672

Tabla 57, elaboración propia 2016 en base a resultados obtenidos en tablas análisis paneles y valores Chilectra

Se puede observar que para paneles Verticales en un año existe una pérdida energética equivalente \$158.067, lo cual implica \$1.580.672 en 10 años. Cálculos basados en simulaciones realizadas en modelación de cuadrante Ñuñoa.

Todos estos cálculos fueron basados en los resultados de las simulaciones, considerando un KIT de nivel intermedio y utilizando solo 8 m<sup>2</sup> aproximados de la techumbre o de muro.

### 5.3.6. Proyección grafica de las pérdidas

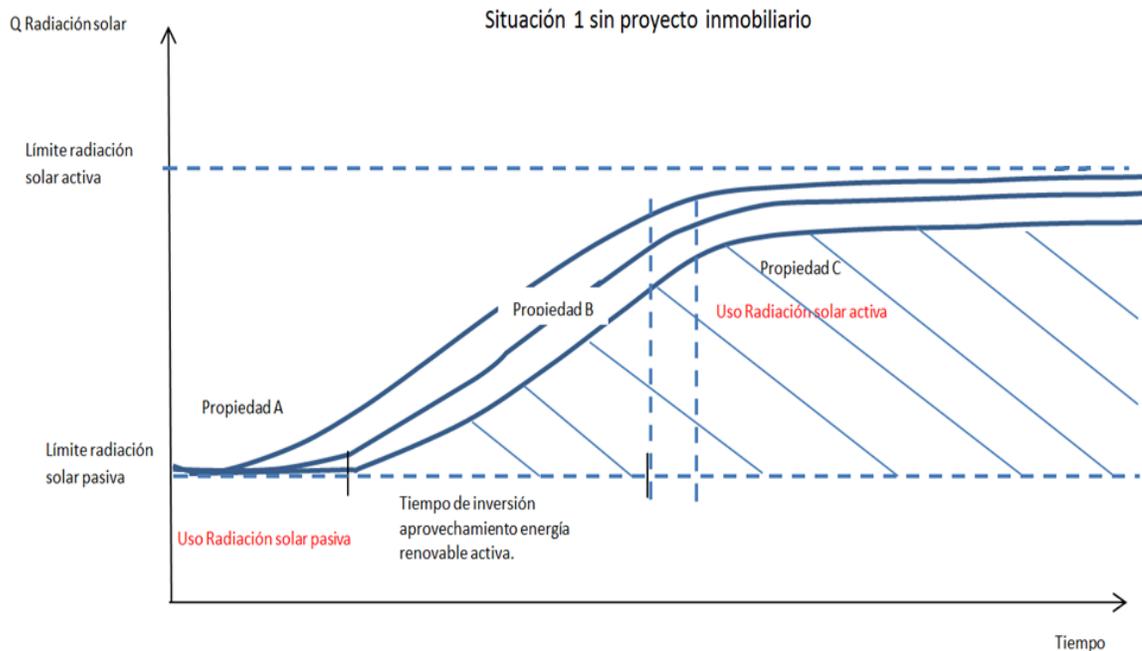


Figura 35. Proyección de usos de energía por radiación solar en el tiempo para propiedades sin bloqueo solar, fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos.

La figura 35 esquematiza la utilización de la radiación solar Directa de las propiedades A, B y C, para las cuales se hace el supuesto de que invertirán en forma relativamente similar en razón de la conveniencia de instalar paneles fotovoltaicos. La curva va creciendo a medida que se colocan mayor cantidad de paneles hasta llegar al límite de radiación solar disponible en sus propiedades. Esta conformación de aprovechamiento relativamente equitativo se vería notoriamente afectada al construir un proyecto inmobiliario sobre la propiedad B, ya que utilizaría parte de la radiación que inicialmente disponían las propiedades A y C figura 36.

Se puede observar en figura 35, como el uso de la radiación solar, es proporcional en las propiedades A, B y C y aumenta en el tiempo a medida que se invierte en este sistema de energía.

Para facilitar la comprensión se hace el supuesto que las propiedades invierten en forma similar y paralela, llegando al tope de radiación solar disponible para su propiedad. El área bajo el comienzo de las curvas, corresponde a la radiación solar Difusa que es utilizada por la propiedad de forma indirecta como luz natural.

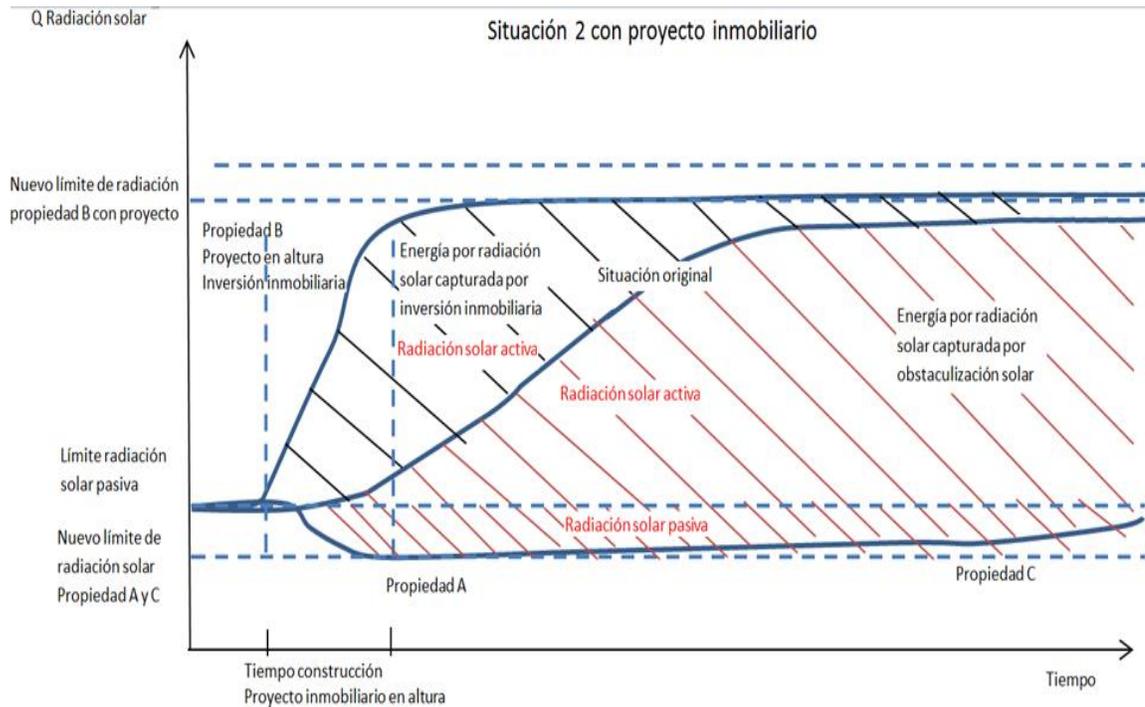


Figura 36. Proyección de usos de energía por radiación solar en el tiempo para propiedades con bloqueo solar y proyecto en altura, fuente: Elaboración propia.

Se hace el supuesto que sobre la propiedad B se construye un proyecto inmobiliario en altura, con una diferencia de proporción considerable.

Se puede observar en figura 36, como el uso de la radiación solar Directa, es desplazado por la propiedad B, la cual aumenta su cantidad de radiación solar captada, quitando esta cantidad de las otras propiedades. Se hace el supuesto que el edificio posee paneles de captación y comienza a utilizar esta energía de inmediato. Por lo tanto el proyecto inmobiliario capta la radiación solar original de propiedad B, más la quitada a todo el resto de propiedades, debido a su altura.

Las propiedades A y C quedan relegadas a una cantidad disponible de radiación solar mucho más pequeña, lo que afectaría su rendimiento y por tanto retorno en la inversión a mayor plazo.

El área bajo el comienzo de las curvas, corresponde a la radiación solar Difusa que es utilizada por la propiedad de forma indirecta como luz natural, la cual también disminuye por la menor cantidad de Radiación Difusa que llega a la propiedad, por lo tanto la vivienda estará menos iluminada, por acción conjunta.

### 5.3.7. Proyección de costo mercado fotovoltaico

Para poder precisar los efectos positivos y negativos presentes y futuros sobre generación eléctrica con paneles fotovoltaicos, se realiza un detalle de los principales estudios realizados sobre la evolución de precios de costos y generación.

Los precios de los Paneles Fotovoltaicos, se han reducido a más de 10 veces su precio en los últimos 30 años, sin embargo aún los retornos son a un extenso largo plazo como para motivar de forma más masiva su instalación.

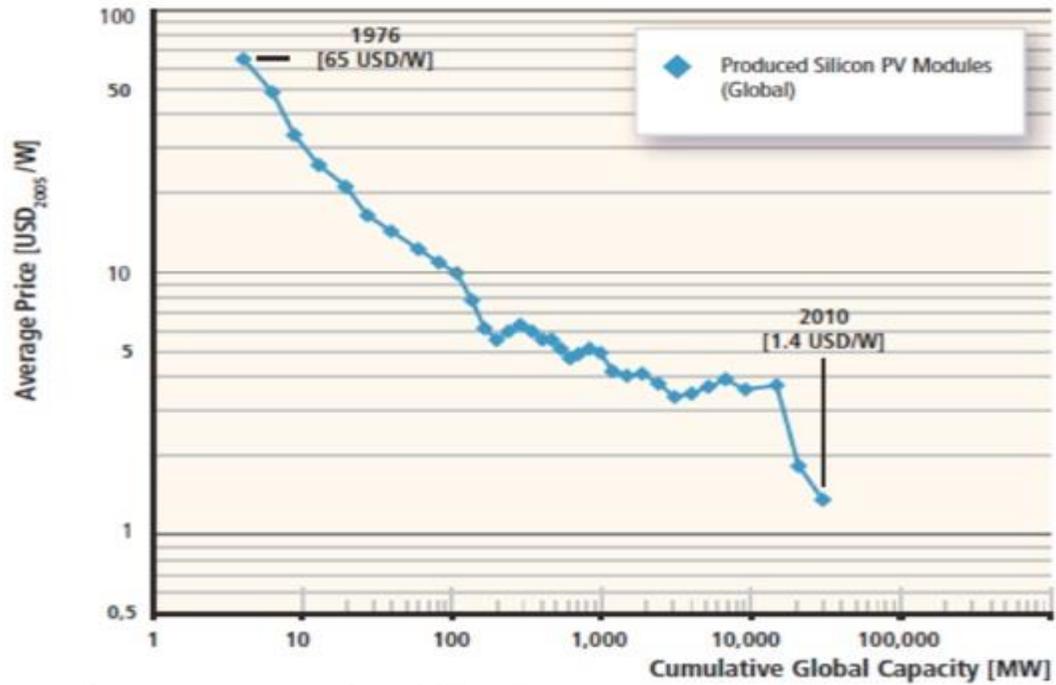
El LCOE (*levelized cost of energy*) o costo total de generar electricidad de los sistemas de paneles, generalmente dependen en gran medida del costo de los componentes individuales del sistema, así como la ubicación y otros factores que afectan el rendimiento global del sistema. El mayor componente del costo de inversión de los sistemas fotovoltaicos es el costo del panel o módulo fotovoltaico.

El promedio global de los precios de los paneles fotovoltaicos se redujo de aproximadamente 22 USD/W en 1980 a menos de 1,5 USD/W en 2010.

La mayoría de los estudios sobre la curva de eficiencia de energía fotovoltaica se enfocan en los paneles Fotovoltaicos, ya que representan el ítem con mayor costo por unidad dentro de un sistema fotovoltaico. (Machalec, et al 2014).

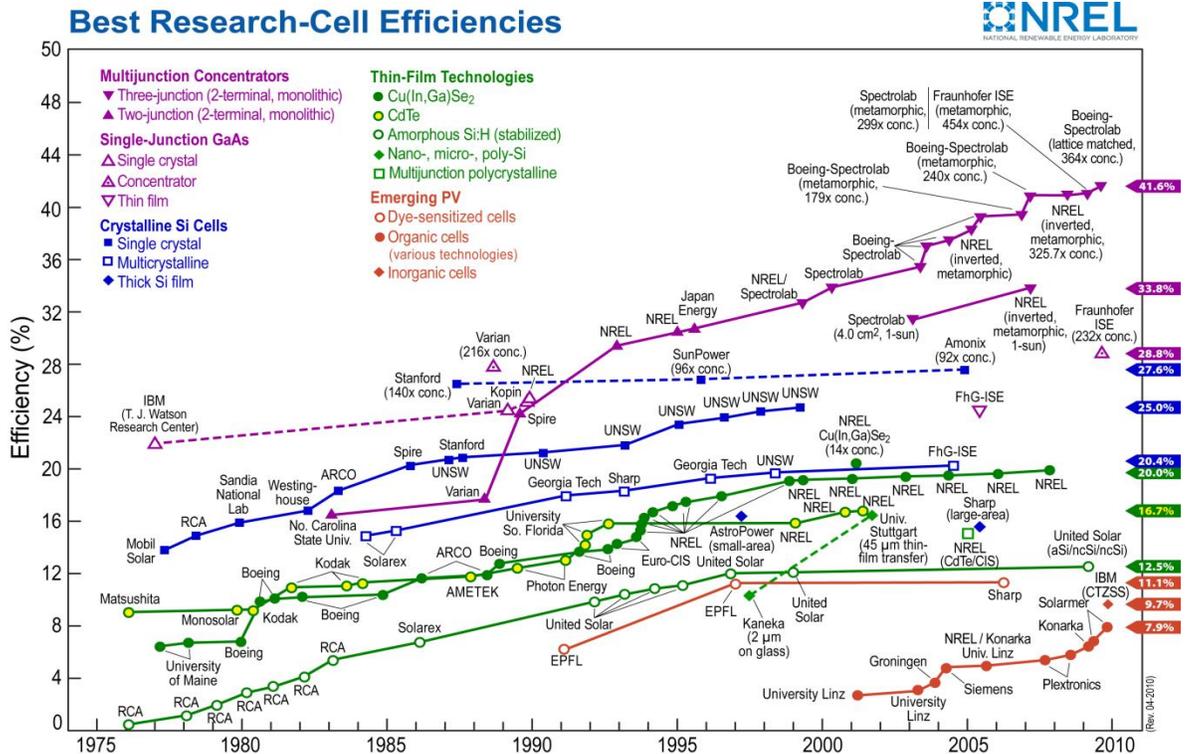
Varios estudios especializados explican y especifican como ha ido mejorando día a día el aprendizaje, la eficiencia, el costo, el precio de venta, la mantención, etc. de la producción de energía a través de paneles fotovoltaicos.

La figura 37 ilustra la evolución de precios de los paneles de silicio cristalino en los últimos 35 años, mientras que la figura 38 ilustra las eficiencias alcanzadas por distintos laboratorios en la generación de electricidad. (Machalec, et al 2014).



Fuente: IPCC, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2012).

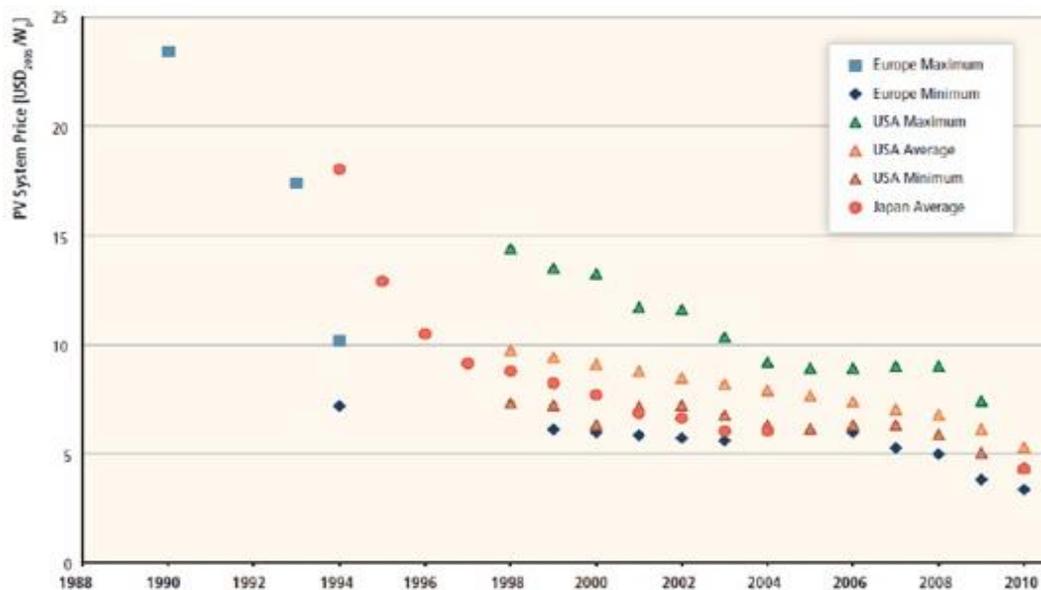
Figura 37. Evolución de precios de paneles fotovoltaicos 1976-2010



Fuente: NREL (National Renewable Energy Laboratory).

Figura 38. Eficiencias alcanzadas por distintos laboratorios en la generación de electricidad.

Los valores de los otros elementos complementarios de los paneles fotovoltaicos y la mano de obra de instalación y mantenimiento también se han reducido y por lo tanto se provee que continúe disminuyendo rápidamente al igual que la tecnología fotovoltaica. Sin embargo, la baja de precio del sistema varía significativamente según la localización y depende en gran medida de los esquemas de ayuda aplicados por los gobiernos y de la madurez de los mercados. La figura 39 muestra el sistema de evolución de los precios en Europa, Japón y los EE.UU. (Machalec, et al 2014).



Fuente: IPCC, Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2012).

Figura 39 Evolución de los precios en Europa, Japón y los EE.UU.

El principal parámetro que influye en el rendimiento de un sistema fotovoltaico es la radiación solar anual dado en kWh/m<sup>2</sup> al año. Los rendimientos para las instalaciones fotovoltaicas se sitúan entre un 11% y un 24%. (Machalec, et al 2014).

Suponiendo que el mercado fotovoltaico continuará creciendo a más del 35% al año, el costo se espera que disminuya más del 50%, ósea a aproximadamente 73 USD/MWh en 2020. (Machalec, et al 2014).

El costo de la tecnología solar se va reduciendo, cada 10 años se reduce el costo inicial en un 30% (Cárdenas & Higuera, 2015).

Todas estas proyecciones de costo y eficiencia hacen concluir que en el tiempo el efecto energético negativo sobre las propiedades afectadas se aumentará progresivamente, tomando como punto de comparación la posible energía producida con y sin bloqueo solar.

## **6. Impacto en confort y percepción de las familias afectadas por obstrucción solar en los cuadrantes en estudio.**

Para la obtención de la información de la percepción de las familias afectadas por los proyectos inmobiliarios, se considera lo más adecuado realizar el levantamiento a través de encuesta asociada al método de valoración contingente.

### **6.1. Análisis cualitativo y fundamentos del método de valoración contingente.**

Para el desarrollo y confección de la encuesta a través del método de valoración contingente se usan manuales de diseño de investigadores especialistas donde se definen los puntos importantes y los errores más usuales, con el fin de no cometerlos.

Uno de los manuales que se utilizan de base será “manual de valoración contingente” (Riera, 1994):

Para valorar bienes sin mercado, la economía cuenta, básicamente, con tres técnicas: el modelo de costos del desplazamiento, el modelo de los precios hedónicos y el método de valoración contingente. De las tres técnicas, la última es la más adaptable a los requerimientos del estudio en curso, ya que permite un análisis ex ante.

En esta introducción se describen brevemente las tres técnicas, con especial énfasis en la valoración contingente.

En los estudios de evaluación contingente, se solicita directamente a las personas que se pronuncien sobre su disposición a pagar por cierto beneficio, para evitar cierto costo o compensación por una pérdida. El método se basa en el uso de un cuestionario el cual debe aplicarse directa o indirectamente.

Se pide a los interesados que respondan a preguntas como, por ejemplo, la reducción de la contaminación atmosférica.

El informe de la Comisión NOAA en 1993, fue claramente favorable a la utilización del método de valoración contingente como fórmula razonable para calcular el valor de “no uso” (uso pasivo, según su terminología), pérdida de bienestar por desastres medioambientales (Riera. 1994). Sin embargo, recomendaba una serie de medidas bastante estrictas en su diseño y aplicación, para asegurar que no se sobre estime valores exageradamente altos.

El objetivo del método o modelo de valoración contingente es encontrar la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado a través de la creación de un mercado hipotético. Sin embargo su

comprensión intuitiva es mucho más sencilla que eso. Simplemente se les pregunta a los individuos por la máxima cantidad de dinero que pagarían por un bien o servicio ambiental si tuvieran que compararlo.

Ámbito de aplicación:

Bienes ambientales y casi toda clase de bienes públicos  
Servicios recreativos de espacios naturales (valor de uso)  
Valores de existencia de espacios naturales y especies animales y vegetales  
Valores de uso de parques urbanos  
Valores de existencia de paisajes urbanos y rurales  
Valores de existencia de bienes culturales

#### **6.1.1. Ventajas del método de valoración contingente:**

Este método detecta medidas de beneficio de los consumidores que con otros métodos no es posible obtener. La razón principal se debe a que además de los valores que el usuario percibe al consumir el bien, la persona puede obtener bienestar o satisfacción aun siendo no usuaria o consumidora directa del bien. Por lo tanto, es posible obtener un valor ex ante, aun si el cambio no se ha producido

A través de este método es posible también obtener valores de uso, presente o futuro, debido a que se puede reconocer un valor de existencia, por el que se estaría dispuesto a pagar algo, dado que aporta un cierto bienestar.

Ventajas:

1. Único método capaz de estimar valores de no uso (opción y existencia)
2. Obtención directa del excedente del consumidor
3. Gran flexibilidad para valorar todo tipo de situaciones y bienes públicos
4. Además de la disposición a pagar (DAP), también permite obtener la disposición a ser compensado (DAC)

#### **6.1.2. Desventajas del método de valoración contingente:**

Como se ha comentado, este modelo basa gran parte de su funcionamiento en preguntar sobre la disponibilidad de pagar o ser compensado sobre alguna modificación de cantidad o calidad de un bien o servicio ambiental. Sin embargo esta forma tan directa de preguntar podría acarrear algunos inconvenientes a la hora de hacer la medición.

Por tratarse de un método subjetivo, una de las principales desventajas de la aplicación como un método de valoración del medio ambiente, radica en la honradez de las respuestas. Otra desventaja tiene que ver con la gran cantidad de sesgos que este tipo de método posee.

### 6.1.3. Encuesta:

Dado lo anterior, es evidente que los cuestionarios juegan un papel trascendental en la correcta aplicación del método de valoración contingente. Se considera que las preguntas representan el mercado hipotético, donde la oferta se encuentra representada por la persona entrevistadora. Existe un formato general para la formulación de encuestas las cuales deberían tener una estructura básica indicada en los fundamentos de la evaluación contingente. (Azqueta, 1994).

Diagrama de los tipos de enfoques y técnicas de levantamiento de información

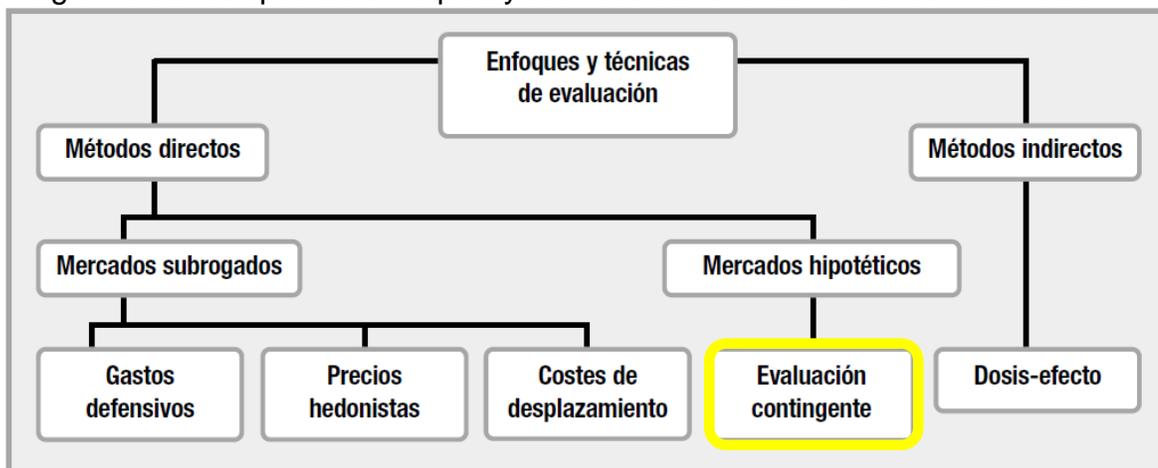


Figura 40, Guía del análisis costes-beneficios (Fondos de los proyectos de inversión Estructurales - FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA) 2003

## 6.2. Análisis de resultados de encuesta

Se realiza un análisis gráfico y deductivo para concluir respecto a los vecinos afectados por las edificaciones en altura, para concluir el impacto que estos producen.

### 6.2.1. Análisis caso Santiago

Universo factible de viviendas en manzanas afectadas: 20

Total de encuestas: 13

Modelación de respuestas: se procesan las encuestas principalmente con dos estructuras, la primera Considerará atributos de forma positiva y/o negativa dependiendo de la respuesta del encuestado. Estas serán sumadas de forma lineal y se calculara el promedio según la cantidad de encuestados. El resultado indicara un resultado ponderado promedio y representará la elección positiva o

negativa promedio y la ponderación compensada. Algunas preguntas según sea el caso, serán complementadas con un gráfico de torta, indicando la cantidad de personas de percepción negativa y positiva, sin importar su cuantificación. Cómo estos atributos pueden tener una visión positiva o negativa, se asignará una valoración de 1 a 5 positiva (+) o negativa (-) dependiendo de la apreciación del encuestado.

La segunda tipología graficará la ponderación de respuestas positivas o negativas de los vecinos en relación porcentual de cada elección. La sumatoria de las respuestas será el cien por ciento, en razón del total de encuestados.

### Pregunta 1: Evaluación de atributos

Se consulta respecto a la evaluación de los vecinos asociado a atributos comunes considerados en las evaluaciones urbanas.

Como se puede observar en el Gráfico ponderado, de todas las respuestas, todos los atributos al ser ponderados entregan una valoración negativa, siendo la primera mayoría, el bloqueo Solar, la segunda el tráfico y la tercera la mejora en servicios (forma negativa empeora servicios). Las menos significativas son la infraestructura y otros (personalizadas, efectos secundarios).

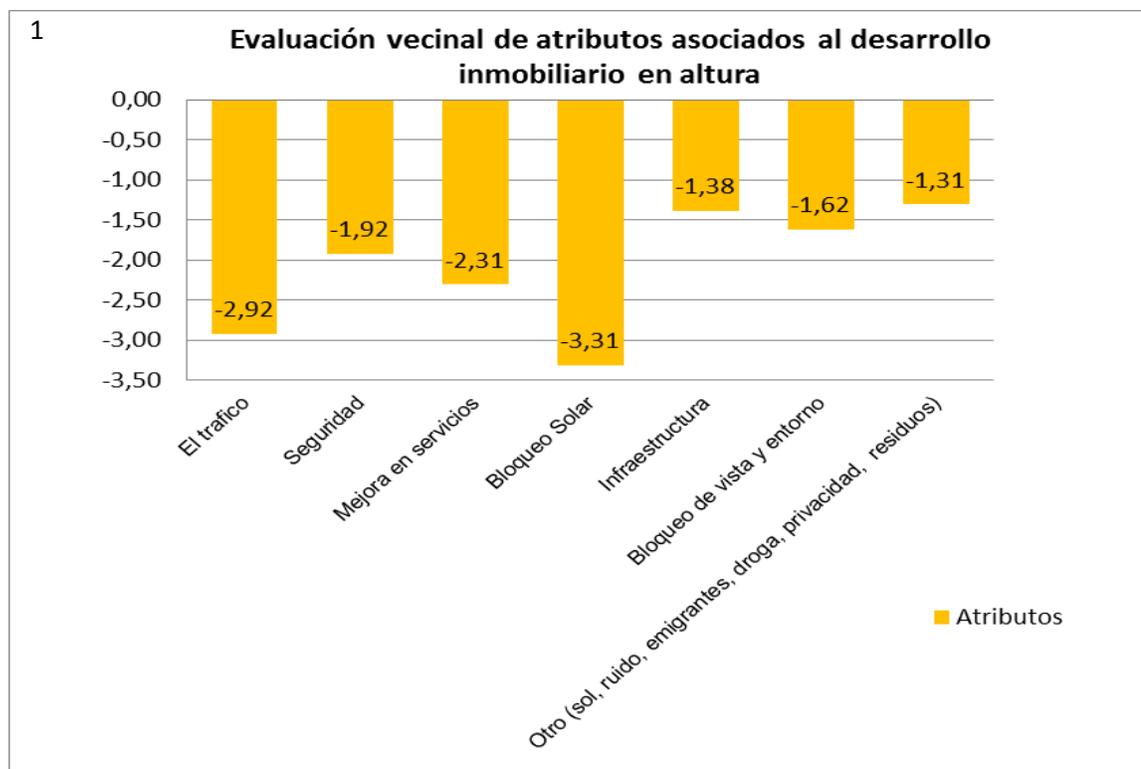


Gráfico 38 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

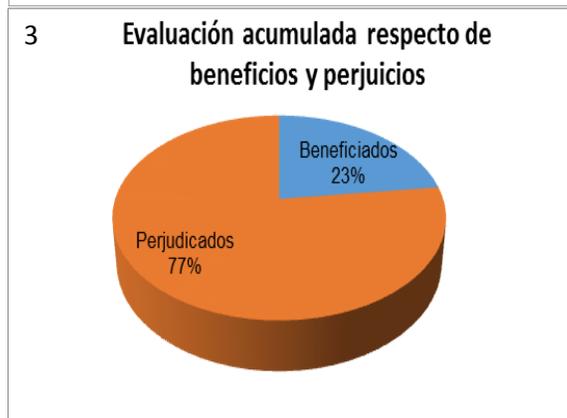
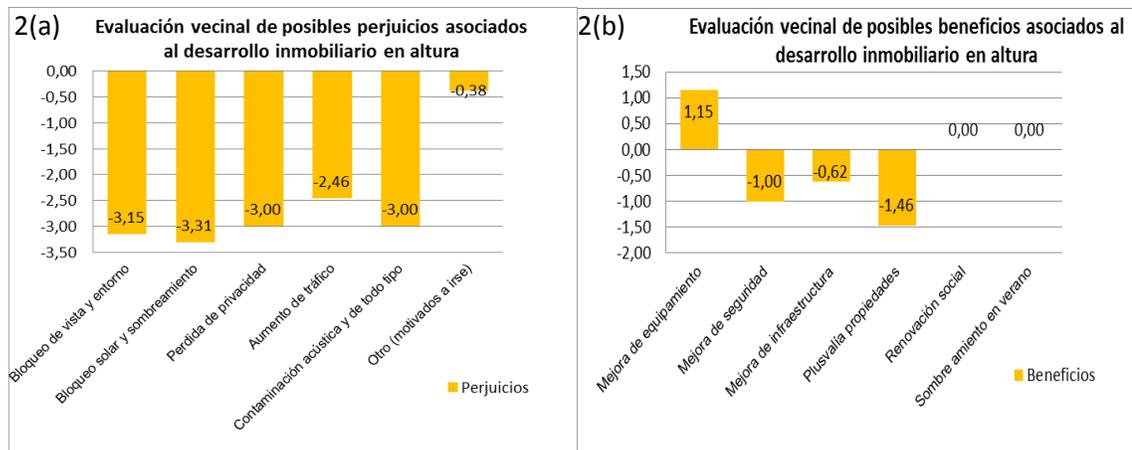
### Pregunta 2(a)-2(b)-3: Evaluación de posibles beneficios y perjuicios

En estas preguntas se consulta con opciones respecto de los perjuicios y beneficios producidos por el desarrollo inmobiliario en altura contiguo a la propiedad. Llama la atención que tanto las respuestas de perjuicios y beneficios de los encuestados entregan resultados ponderados mayoritariamente negativos.

El los perjuicios las respuestas son relativamente similares asociadas a: Bloqueos y vistas, sombreado, pérdida de privacidad, contaminación y tráfico. Gráfico (39) 2(a)

En los beneficios la única ponderación que entrego resultados positivos fue mejora de equipamiento. Gráfico (39) 2(b)

En el gráfico (39) 3 de torta complementario resultado de la pregunta 2, se observa que la proporción de perjudicados versus beneficiados es de 3:1, respecto al total de encuestados.



Gráficos 39 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

#### **Pregunta 4-5-6: Inclusión y aplicación de energías renovables.**

Estas preguntas se analizaran de forma analítica textual, ya que debido a los resultados no es necesaria una representación gráfica.

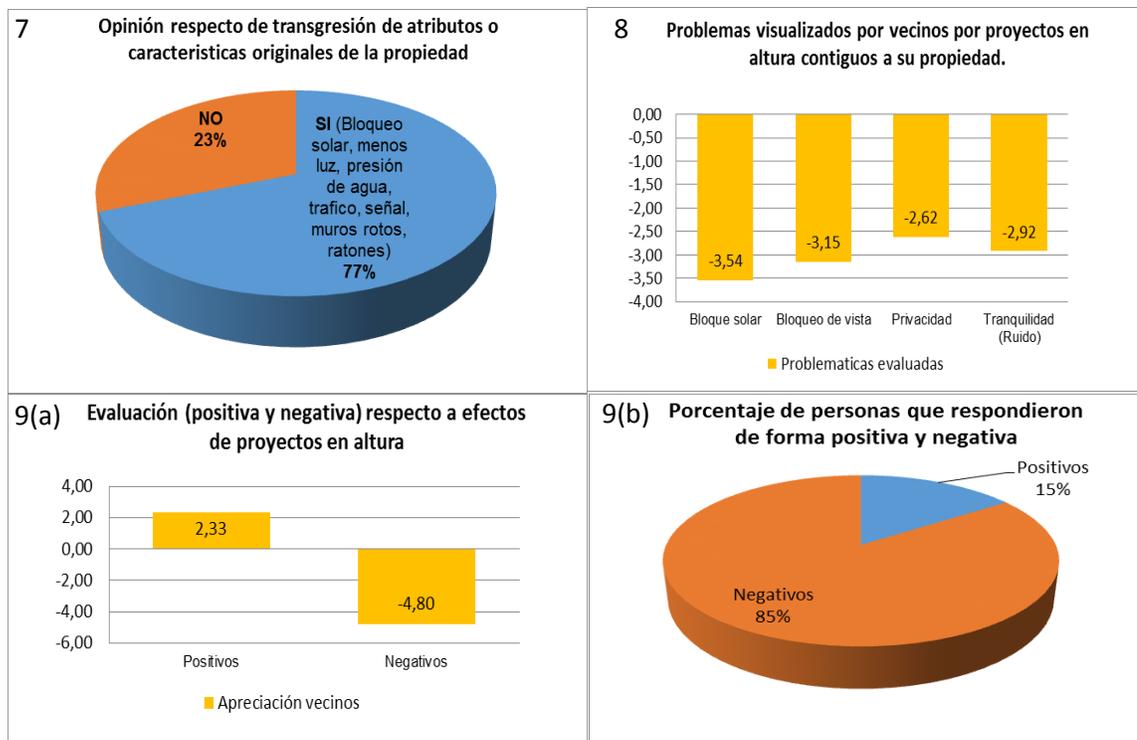
Pregunta 4: respecto a la opinión sobre la importancia de la inclusión de energías renovables en nuevos proyectos de renovación y modificación de barrios céntricos, la respuesta es todos de acuerdo con 5 puntos de importancia de un máximo de 5 puntos.

Pregunta 5: Respecto a la importancia que le dan los vecinos a la inclusión de energías no contaminantes y renovables en su propiedad; Todas las personas están de acuerdo que es muy importante con 4,77 puntos promedio

Pregunta 6: se observa que 7 de 13 personas está de acuerdo con instalar paneles fotovoltaicos con 2,15 puntos promedio de convencimiento de un máximo de 5. Por lo tanto se concluye que existe interés por este nuevo sistema de generación, pero a la vez existe dificultad de romper las barreras para la instalación. (Costos, inversión, conveniencia, mantención).

### Pregunta 7-8-9(a)-9(b): Evaluación perceptual proyecto en altura

La evaluación ponderada y graficada de las respuestas a estas preguntas, indicará si existe una correlación con preguntas anteriores, en relación a características y atributos que los encuestados consideraban poseía su propiedad y fueron afectados por los edificios contiguos, se puede observar que el primer Gráfico (40) 7, confirma la tendencia de relación 3:1 de sentirse afectados negativamente por los nuevos edificios contiguos a su propiedad, posteriormente en Gráfico (40) 8 se visualizan las características más afectadas según los vecinos, donde se puede apreciar que la mayor ponderación se la lleva el bloqueo solar y en segundo lugar el bloqueo de vista. En Gráfico (40) 9(a) se observan los promedios de atributos positivos y negativos respondidos por los encuestados, pero cuando se complementa con Gráfico (40) 9(b), se observa que tiene una tenencia notoria hacia los efectos negativos con un 85% vs un 15%.

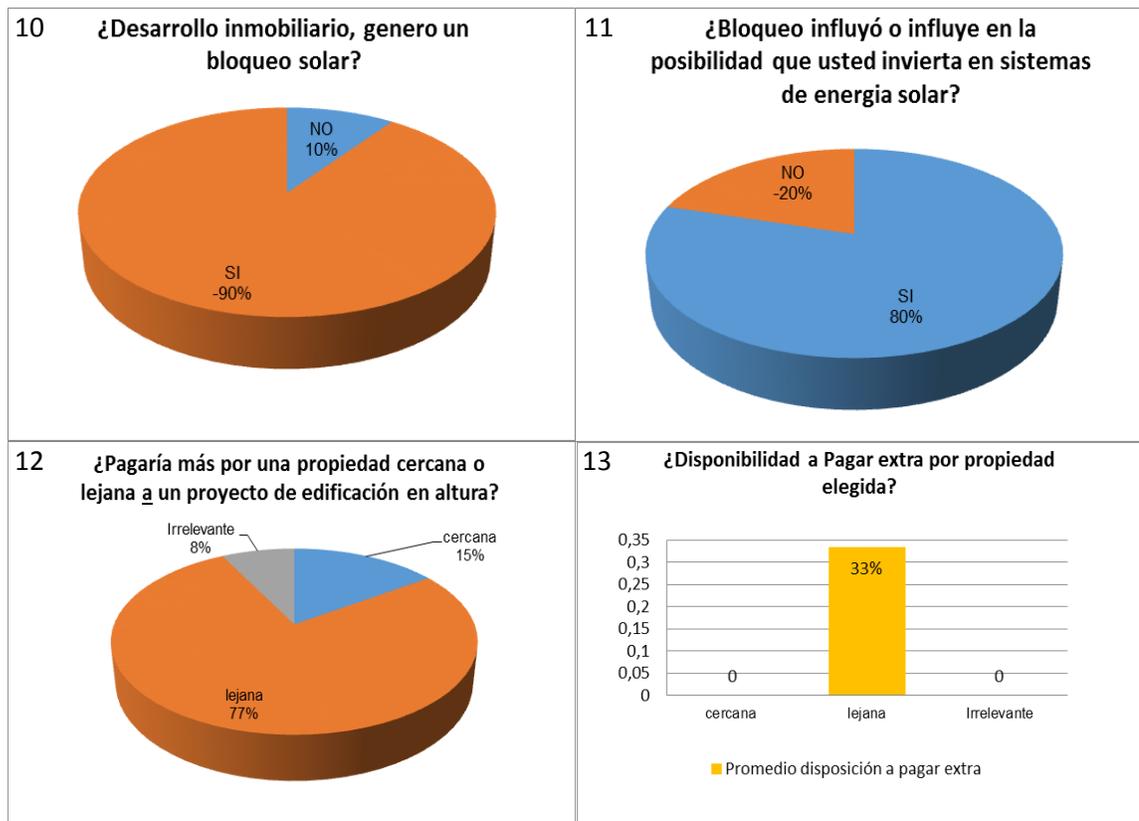


Gráficos 40 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 10-11-12-13: Inversión teórica para absorber externalidad

En este grupo de gráficos se concluye en relación a la confirmación cierta o no, de la importancia que dan los propietarios al bloqueo solar producido por las edificaciones en altura. Se puede observar del Gráfico (41) 10 que el 90% opina que se generó un bloqueo solar. El Gráfico (41) 11, indica que el 80% de los encuestados considera que influyo en la posibilidad de que invirtieran en sistemas de energía solar.

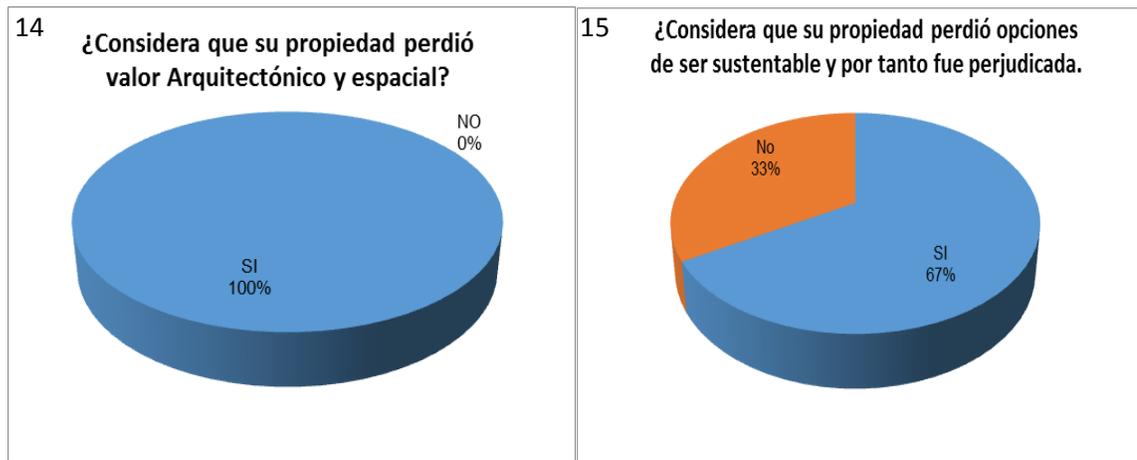
En los gráficos (41) 12 y 13 queda evidenciada la disposición a pagar por una propiedad alejada de la situación negativa que provoca un proyecto en altura inmediato, siendo en promedio un 33% adicional al valor de la propiedad la disposición a pagar.



Gráficos 41 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 14-15: Pérdida de valor funcional de vivienda

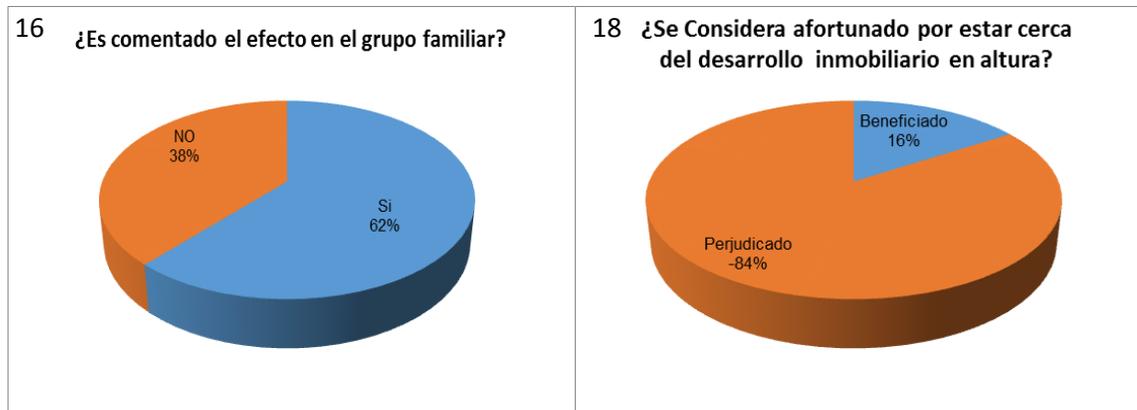
En el Gráfico (42) 14, queda clara la opinión respecto a la pérdida de valor arquitectónico y espacial de su propiedad posterior a la construcción del o los proyectos inmobiliarios, evidenciada en un 100% de las respuestas. Esto se matiza con una relación de 2:1 la apreciación a las posibilidades de ser sustentable con que quedo la propiedad, lo cual puede estar asociado a la falta de conocimiento técnico respecto a la cuantificación de pérdida de energía.



Gráficos 42 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 16-18-19: Percepción general y de normativa

Se refleja en la pregunta 18 y 19 la percepción mayoritariamente perjudicial con un 84 % del total y un 100% de acuerdo en la necesidad de mejorar la normativa respecto a estos temas, por otro lado el tema es conversado en la familia, pero no con una mayoría en relación 2:1.



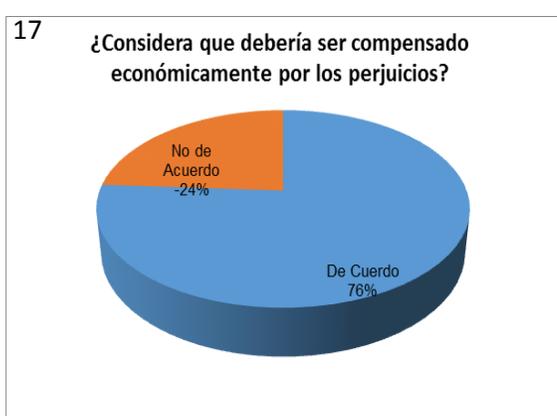


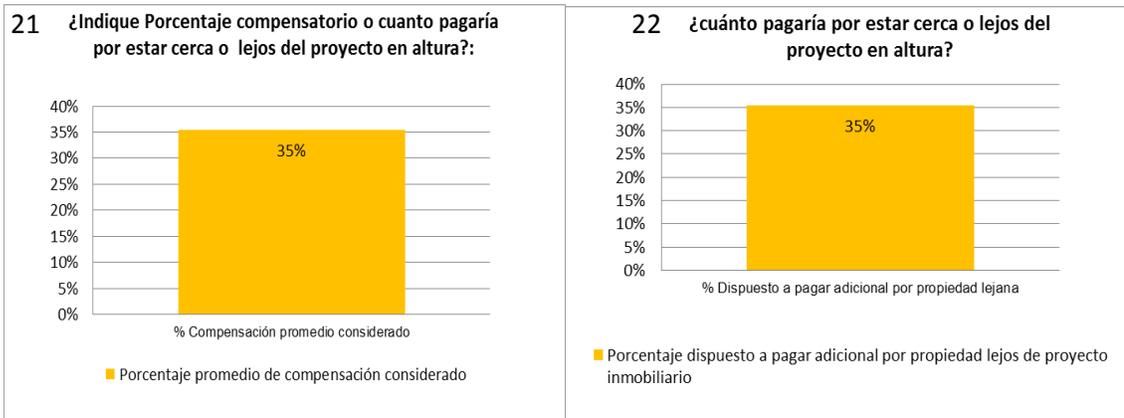
Gráficos 43 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 17-20-21-22: Compensación

Se puede ver que la pregunta 17 y 20, están separadas por 2 preguntas intermedias, pero ambas se complementan para reafirmar que se requiere una compensación por los efectos negativos provocados por los proyectos inmobiliarios.

En la pregunta 21 y 22 los resultados muestran una coincidencia entre el monto compensatorio y el costo previo que pagarían por asegurarse una lejanía del proyecto inmobiliario, el cual corresponde en promedio a un 35% para ambos casos.





Gráficos 44 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 23: Valor de propiedad, terreno y construcción.

En la pregunta se puede observar en promedio los valores de terreno y construcción que los propietarios saben o creen que tienen sus propiedades, y asociado a este conocimiento, el valor que ellos asignan a su propiedad. Con esto se puede determinar un valor estimado compensatorio asociados a los perjuicios que los vecinos perciben.

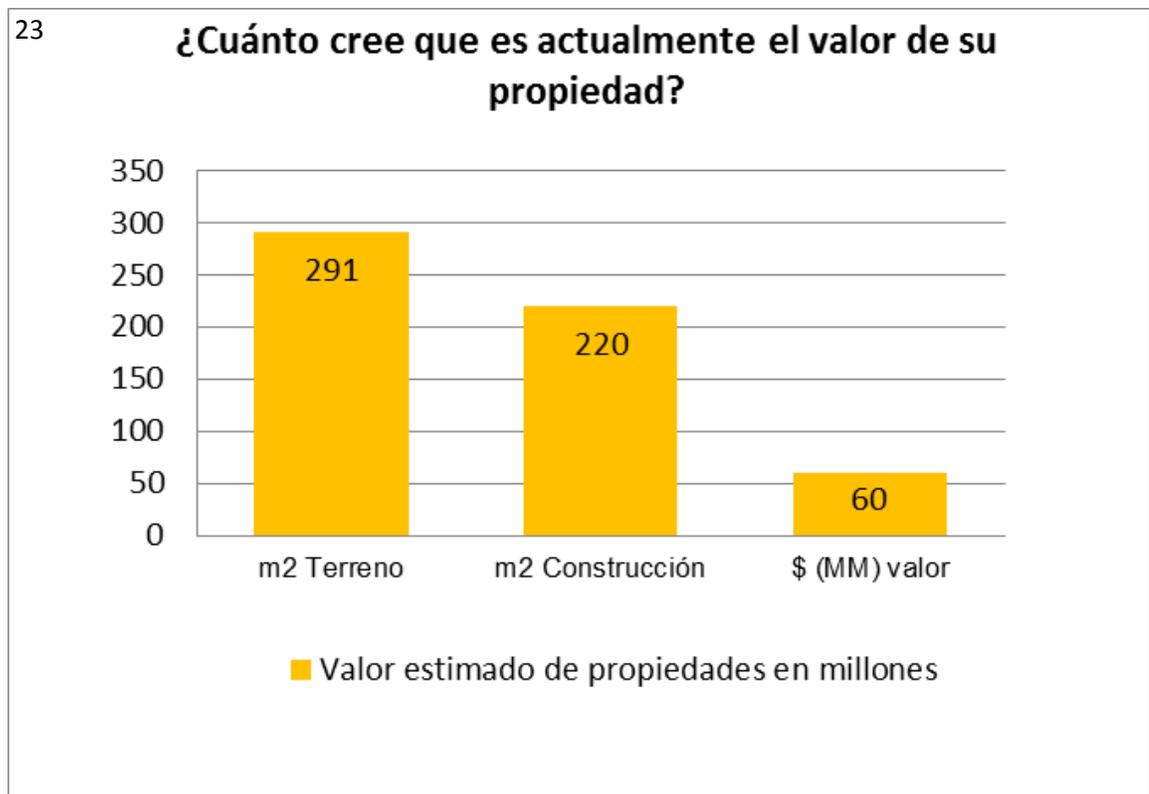


Gráfico 45 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

## 6.2.2. Análisis caso Ñuñoa

Universo factible de viviendas en manzanas afectadas: 26

Total de encuestas: 13

### Pregunta 1: Evaluación de atributos

Se consulta respecto a la evaluación de los vecinos asociado a atributos comunes considerados en las evaluaciones urbanas.

Como se puede observar en el Gráfico ponderado de todas las respuestas, todos los atributos al ser ponderados entregan una valoración negativa, siendo la primera mayoría el tráfico, la segunda el bloqueo de vista y entorno, y la tercera el bloqueo solar. Las menos significativas son la mejora en servicios, la infraestructura y seguridad.

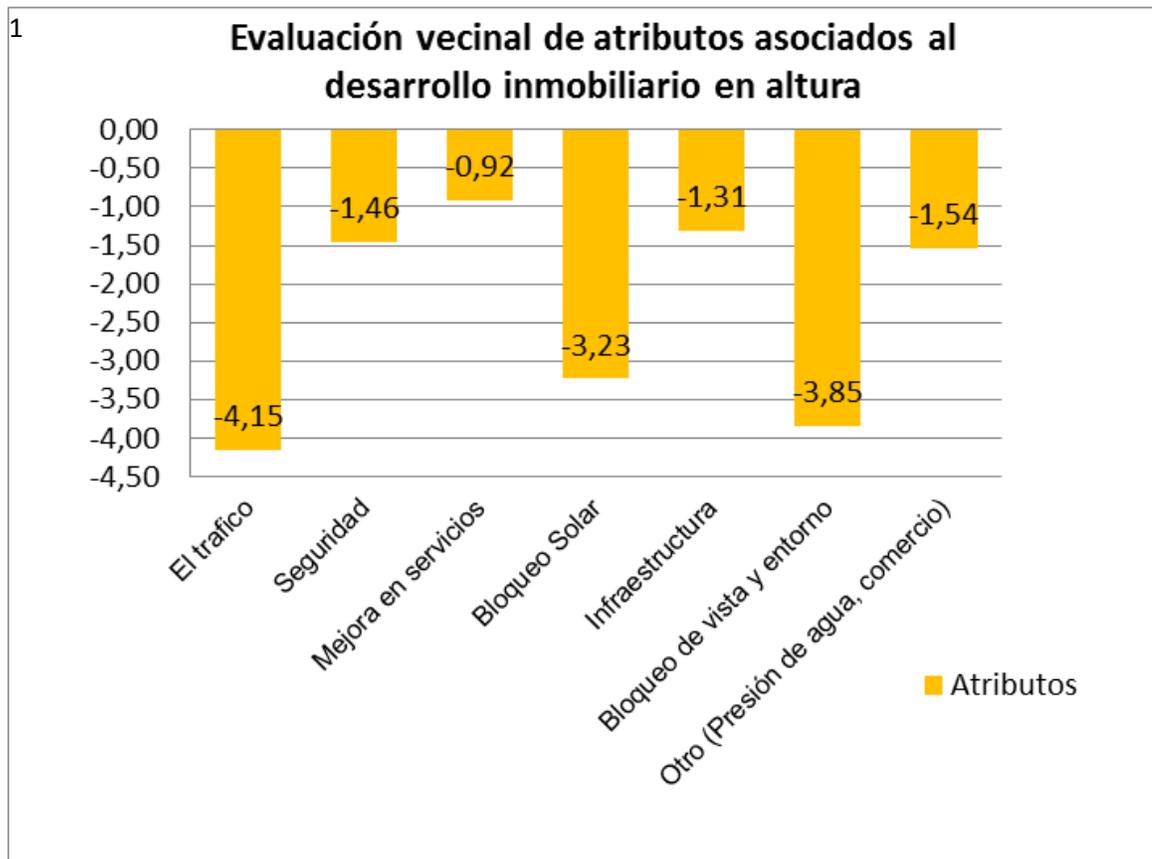


Gráfico 46 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

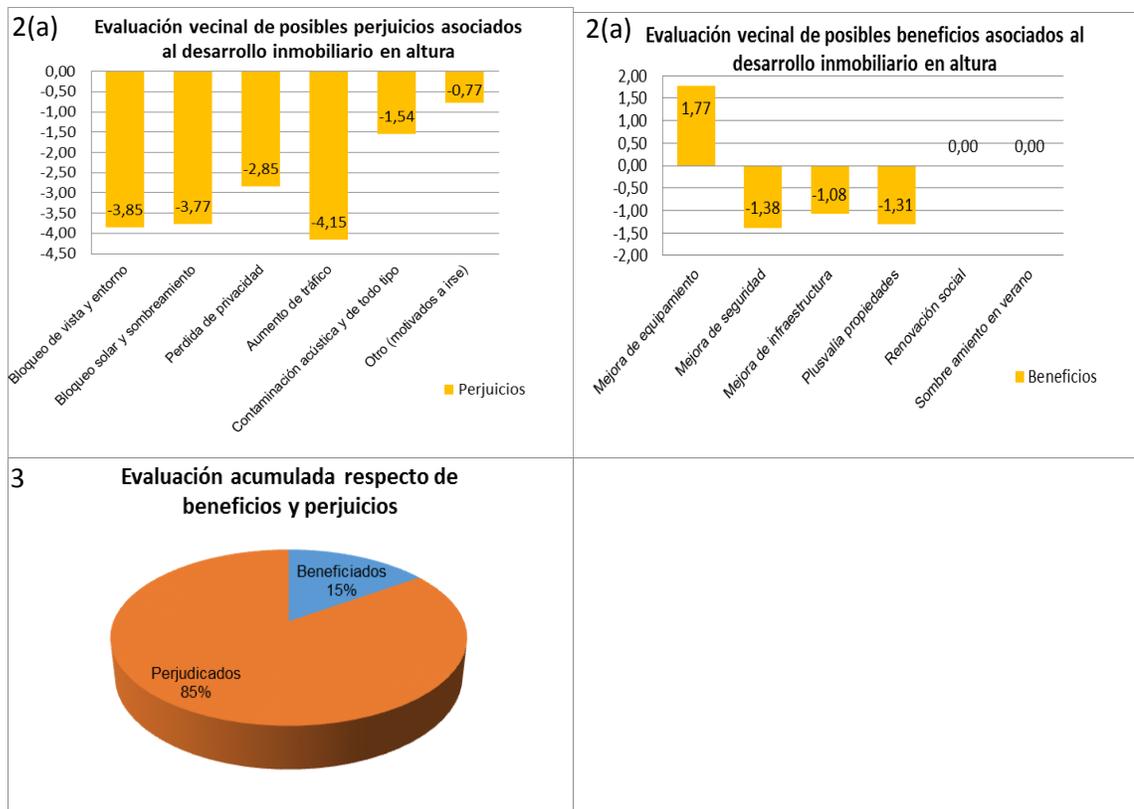
### Pregunta 2(a)-2(b)-3: Evaluación de posibles beneficios y perjuicios

En estas preguntas se consulta con opciones respecto de los perjuicios y beneficios producidos por el desarrollo inmobiliario en altura contiguo a la propiedad. Llama la atención que tanto las respuestas de perjuicios y beneficios de los encuestados entregan resultados ponderados mayoritariamente negativos.

En los perjuicios las respuestas son relativamente similares asociadas a: bloqueos y vistas, sombreamiento, pérdida de privacidad, contaminación, tráfico. Gráfico (47) 2(a)

En los beneficios la única ponderación que entrego resultados positivos fue mejora de equipamiento. Gráfico (47) 2(b)

En el gráfico (47) 3 de torta complementario resultado de la pregunta 2, se observa que la proporción de perjudicados versus beneficiados es de 6:1, respecto al total de encuestados.



Gráficos 47 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

#### **Pregunta 4-5-6: Inclusión y aplicación de energías renovables.**

Estas preguntas se analizaran de forma analítica textual, ya que debido a los resultados no es necesaria una representación gráfica:

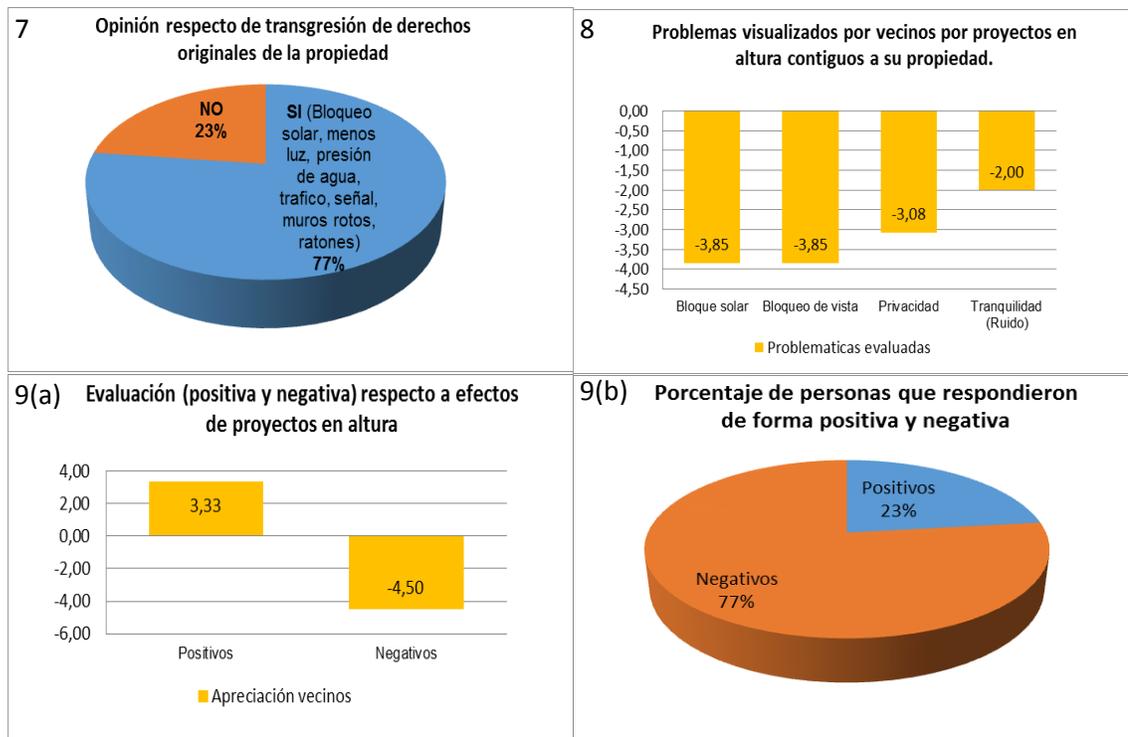
Pregunta 4, respecto a la opinión sobre la importancia de la inclusión de energías renovables en nuevos proyectos de renovación y modificación de barrios céntricos, la respuesta es todos de acuerdo con 4,85 puntos de importancia de un máximo de 5 puntos.

Pregunta 5, Respecto a la importancia que le dan los vecinos a la inclusión de energías no contaminantes y renovables en su propiedad; Todas las personas están de acuerdo que es muy importante con 4,64 puntos promedio.

Pregunta 6, se observa que 7 de 13 personas está de acuerdo con instalar paneles fotovoltaicos, con 2,08 puntos promedio de convencimiento de un máximo de 5. Por lo tanto se concluye que existe interés por este nuevo sistema de generación, pero a la vez existe dificultad de romper las barreras para la instalación. (Costos, inversión, conveniencia, mantención).

### Pregunta 7-8-9(a)-9(b): Evaluación perceptual proyecto en altura

La evaluación ponderada y grafica de las respuestas a estas preguntas, indicará si existe una correlación con preguntas anteriores, en relación a características y atributos que los encuestados consideraban poseía su propiedad y fueron afectados por los edificios contiguos, se puede observar que el primer Gráfico (48) 7, confirma la tendencia de relación 3:1 de sentirse afectados negativamente por los nuevos edificios contiguos a su propiedad. Posteriormente en Gráfico (48) 8 se analizan las características más afectadas según los vecinos, donde se puede apreciar que la mayor ponderación se la lleva el bloqueo solar y bloqueo de vista. En el Gráfico (48) 9(a) se observan los promedios de atributos positivos y negativos respondidos por los encuestados, pero cuando se complementa con Gráfico (48) 9(b), se observa que tiene una tenencia notoria hacia los efectos negativos con un 77% vs un 23%.

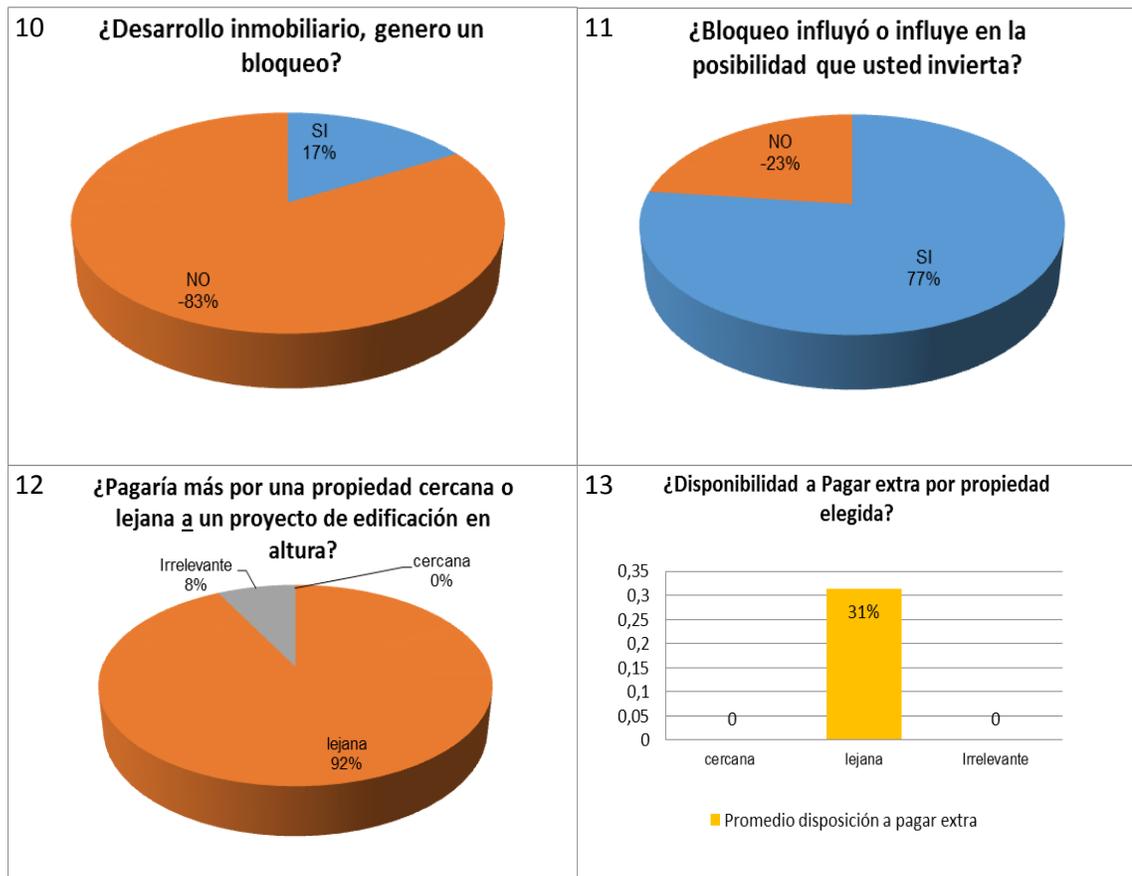


Gráficos 48 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 10-11-12-13: Inversión teórica para absorber externalidad

En este grupo de gráficos se concluye en relación a la confirmación cierta o no, de la importancia que dan los propietarios al bloqueo solar producido por las edificaciones en altura. Se puede observar del Gráfico (49) 10 que el 83% opina que se generó un bloqueo solar, del Gráfico (49) 11, indica que el 77% de los encuestados considera que influyo en la posibilidad de que invirtieran en sistemas de energía solar.

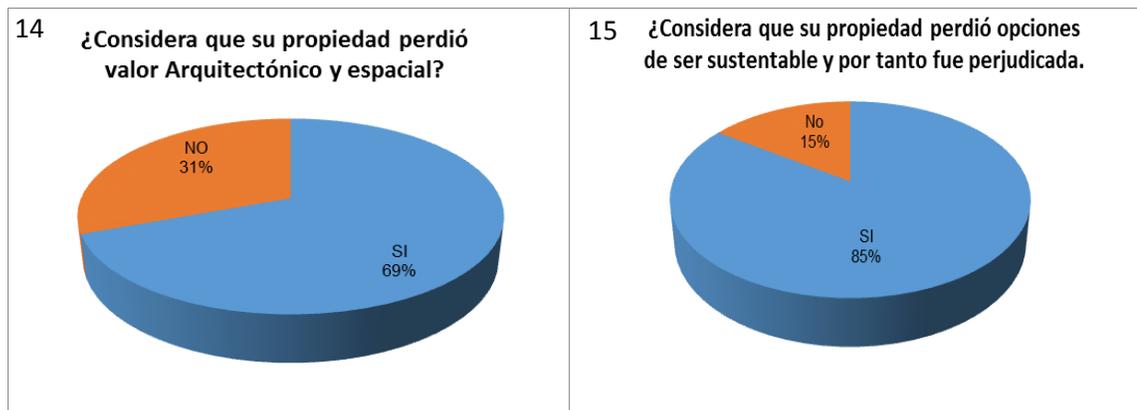
En Gráfico (49) 12 y 13 queda evidenciada la disposición a pagar por una propiedad alejada de la situación negativa que provoca un proyecto en altura, siendo en promedio un 31% adicional al valor de la propiedad la disposición a pagar.



Gráficos 49 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 14-15: Pérdida de sustentabilidad y valor arquitectónico

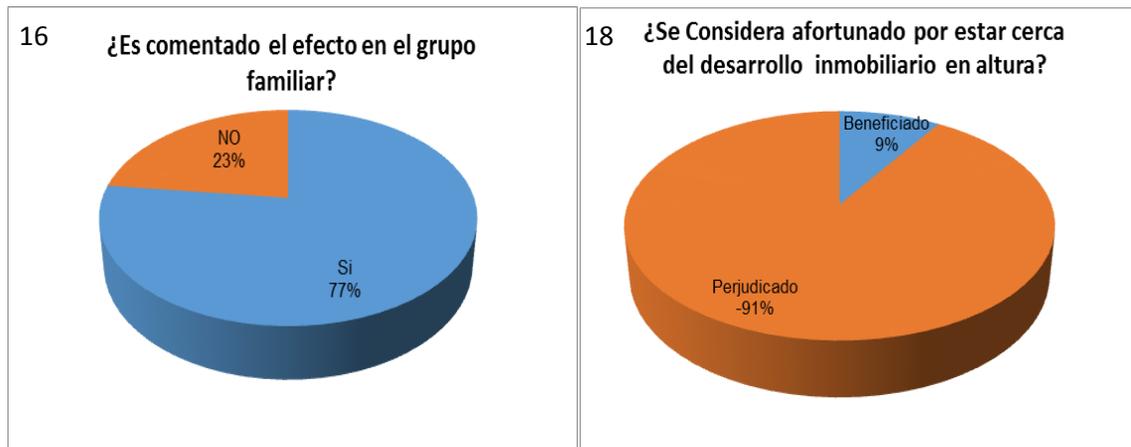
En el Gráfico (50) 14, queda clara la opinión respecto a la pérdida de valor arquitectónico y espacial de su propiedad posterior a la construcción del o los proyectos inmobiliarios, evidenciada en un 69% de las respuestas. Esto se matiza con una relación de 6:1 la apreciación a las posibilidades de ser sustentable con que quedo la propiedad, lo cual relaciona ambas proporciones.



Gráficos 50 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 16-18-19: Percepción general y de normativa

Se refleja en la pregunta 18 y 19 la percepción mayoritariamente perjudicial con un 91 % del total y un 100% de acuerdo en la necesidad de mejorar la normativa respecto a estos temas, por otro lado el tema es conversado en la familia en su mayoría en relación 3:1. Lo que da datos de un mayor conocimiento grupal del tema que en la comuna de Santiago.



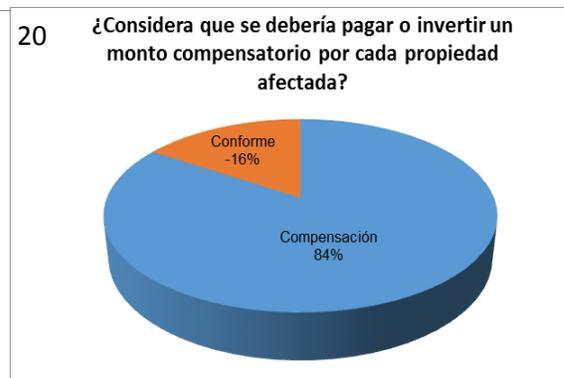
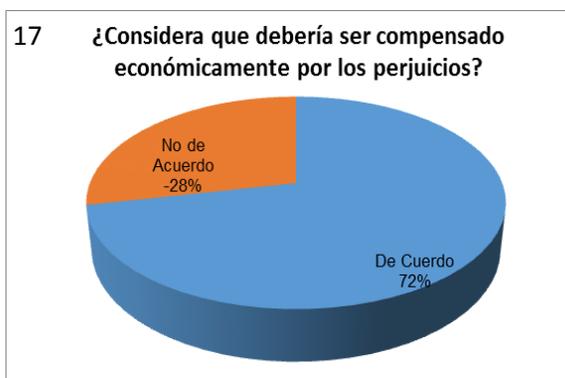


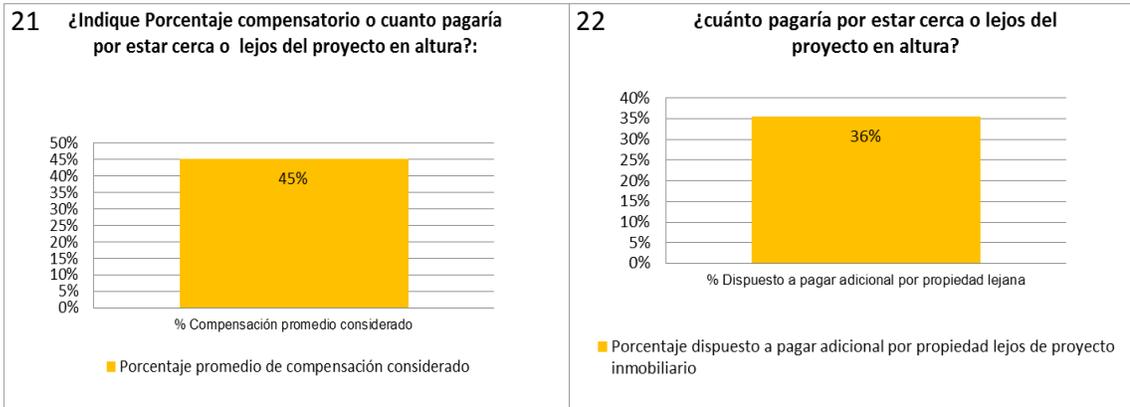
Gráficos 51 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 17-20-21-22: Compensación

Se puede ver que la pregunta 17 y 20, están separadas por 2 preguntas intermedias, pero ambas se complementan para reafirmar que se requiere una compensación por los efectos negativos provocados por los proyectos inmobiliarios.

En la pregunta 21 y 22 los resultados muestran una coincidencia entre el monto compensatorio y el costo previo que pagarían por asegurarse una lejanía del proyecto inmobiliario, el cual corresponde en promedio a un 45% para compensar y un 36% de pago extra en una supuesta compra.





Gráficos 52 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

### Pregunta 23: Valor de propiedad, terreno y construcción

En la pregunta se puede observar en promedio los valores de terreno y construcción que los propietarios saben o creen que tienen sus propiedades, y asociado a este conocimiento, el valor que ellos asignan a su propiedad, con esto se puede determinar un valor estimado compensatorio asociados a los perjuicios que los vecinos consideran les afecto.



Gráfico 53 de análisis elaboración propia en base a levantamiento de encuesta

## **7. Conclusiones**

### **7.1. Conclusiones teóricas y en bases a modelamiento**

Como se estableció en marco Teórico, concluyen estudios relacionados, que la energía solar y por lo tanto el acceso a ella, es un bien apreciado y necesario para el desarrollo futuro de las ciudades. (Knowles, 2003), (McCann, 2008). (Cárdenas & Uribe, 2012), (Bethe, 1939), (Ministerio de energía Chile, 2012). Las problemáticas energéticas mundiales establecidas en el protocolo de Kyoto, en conjunto con los análisis del consumo energético de las ciudades dan antecedentes de aquello (Edwards, 2008).

Existen propuestas en el área de la arquitectura de nuevos diseños urbanos para la optimización de energía solar (Knowles, 2003), (Stromann-Andersenn & Sattrup, 2011), diseño que siempre estará afectado por las condiciones geográficas, urbanas del emplazamiento y las tramas ya existentes.

Para tramas urbanas consolidadas no es fácil aplicar estas teorías, por lo cual, se debería determinar la mejor alternativa de renovación y crecimiento con el fin de absorber las externalidades producidas, teoría que no se observa generalmente aplicada a los cambios de la ciudad, como por ejemplo en la identificación de los casos de estudio de Ñuñoa y Santiago.

Se puede establecer que la concentración del mercado inmobiliario en sectores potencialmente rentables como se muestra en el punto 4.2.3, entrega antecedentes suficientes para detectar tramas urbanas, donde ocurren perjuicios dañinos para las personas que habitan estos barrios.

En el análisis 4.2.3 para determinar los casos de estudio, se detecta un desarrollo inmobiliario concentrado en comunas como Santiago, Ñuñoa. En el futuro posiblemente comunas como: Las Condes, Vitacura y La Reina, presentaran antecedentes de alto desarrollo inmobiliario concentrado, promovida por una centralidad o peri centralidad, que conduce a producir este perjuicio urbano.

La actual normativa existente asociada al bloqueo solar (análisis de sombras, distanciamientos, altura máxima y rasante) no provee un método de control de los perjuicios. La normativa de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción y de los Planes Reguladores de Santiago y Ñuñoa se consideran orientadas hacia obtener diseños arquitectónicos más armónicos de las edificaciones en altura, sin resguardar la armonía de confort de los barrios, provocando perjuicios a los habitantes originales, como se demuestra en análisis de pérdidas energéticas en punto 5 y apreciación de los vecinos en punto 6. Estos perjuicios no están considerados en normativas energéticas, urbanas ni constructivas.

Lo anterior ha permitido la aprobación de varios proyectos inmobiliarios con exceso de altura para la armonía urbana del barrio, como lo indica el análisis del capítulo 5 y 6. Un ejemplo es lo sucedido en el sector Matta-Santiago, donde los proyectos fueron aprobados con anterioridad a la modificación del Plan Regulador Local.

Se puede indicar que las modificaciones a la normativa se producen de forma posterior a las transformaciones urbanas realizadas por el mercado inmobiliario, como es el caso del sector sur de Av. Matta, donde la modificación del Plan Regulador, se produce en reacción a la concentración inmobiliaria, con los nombrados efectos ya provocados.

En el caso de Ñuñoa se ve una acción más planificada hacia la concentración del eje Irarrázaval, Se estima sin evaluar previamente el efecto de bloqueo solar en conjunto de todas las edificaciones construidas, como demuestran los resultados negativos establecidos en capítulo 5 y 6, donde los efectos perjudiciales de radiación son incluso mayores que en Santiago, aunque los efectos en la infraestructura de las viviendas es menor.

El software ECOTEC en capítulo 5 entregó una adecuada estimación de la realidad con datos obtenidos del modelo, que permitieron estimar los efectos producidos.

Los cálculos realizados proveen información respecto a la energía pérdida y porcentaje de asoleamiento, lo cual afecta la generación de energía eléctrica y agua caliente, habitabilidad e infraestructura como indican los resultados de análisis de cuestionarios, pérdidas de Radiación Directa, Difusa y exposición solar.

Los resultados obtenidos del análisis técnico y con el análisis de cuestionarios, demuestran que los barrios afectados por esta concentración de proyectos inmobiliarios en altura, estarán limitados para convertirse y evolucionar hacia barrios solares (Cárdenas & Higuera, 2015).

Al analizar los resultados del caso de estudio para Santiago, se puede concluir que el efecto bloqueo es negativo en el promedio anual. Con valores de pérdida de Radiación Directa en techumbre de un (-26%) y muros de un (-48%).

Adicionalmente pérdida de luminosidad por pérdida de Radiación Difusa es de un -9% en superficies horizontales y -6% en verticales (promedio anual).

El efecto es aún más perjudicial en invierno donde proporcionalmente la pérdida se aumenta notoriamente, además de disminuir la exposición solar.

Los valores de pérdida de Radiación Directa para este mes son: -76% en superficies horizontales y -76% en verticales.

El cambio de exposición solar invernal en caso Santiago pasa de ser 100% en muros y techumbres para viviendas sin obstrucción solar a 32% en muros y 30% en techumbres para las viviendas obstruidas por los proyectos

inmobiliarios, lo cual es significativamente perjudicial en todos los aspectos energéticos y de confort.

Para el caso de estudio de Ñuñoa, se puede concluir que el efecto bloqueo es ligeramente más negativo en el promedio anual que en caso Santiago. Se observa una pérdida de Radiación Directa en techumbres de un -34% y -71% muros. Y una pérdida de Radiación Difusa de -20% para techumbres y -63% para muros.

El efecto es aún más perjudicial en invierno donde proporcionalmente la pérdida se aumenta notoriamente, además de disminuir la exposición solar. Los valores para este mes son: en techumbres -81% y en muros un -86%.

El cambio de exposición solar invernal pasa de ser 93% originalmente para muros y techumbres a 21% para techumbres y 14% para muros.

## **7.2. Conclusiones en base a generación energética**

Los datos obtenidos en los modelos permitieron hacer una estimación con un kit Fotovoltaico domiciliario de mediano estándar (8m<sup>2</sup>), y calcular las pérdidas de radiación, para posteriormente determinar la energía posible de generar (con y sin bloqueo) con paneles fotovoltaicos y valorar económicamente en relación al valor de un Kwatts/hora.

Con el cálculo se estima que la pérdida por cada KIT bordearía las 7 UF anualmente, independiente de una instalación vertical u horizontal. Lo cual se corrobora con los antecedentes del capítulo 6. Adicionalmente se aprecian pérdidas de habitabilidad producidas por la disminución de energía, como son disminución de Radiación Difusa en techumbres y muros, lo cual alcanza hasta un 20%, disminuyendo la luminosidad interior de la vivienda y probablemente la temperatura media interior. Lo anterior es comentado en cuestionarios como información adicional, en relación a humedad interior, y poca luminosidad.

Los resultados técnicos demuestran una gran dificultad de las viviendas afectas para convertirse en casas de bajo consumo energético, casas de energía positiva (aportan energía al sistema), casas de energía neta o nula (no consumen energía contaminante) o pierden la condición de casas pasivas (si lo incorporaban originalmente), (Cárdenas & Higuera, 2015).

Los datos anteriormente expuestos son indicados por otros investigadores, por ejemplo en la investigación: *“An integrated simulation method for building energy performance assessment in urban environments”* indica que el microclima que rodea a un edificio tiene efectos directos sobre el consumo energético del mismo y sobre el conjunto edificado que lo rodea (Yanga. et al, 2012)

### **7.3. Conclusiones en base a percepción de vecinos del barrio afectado**

Posterior al análisis técnico de datos cuantitativos, se contrastaran con los resultados del levantamiento cualitativo obtenido con el cuestionario, donde las respuestas obtenidas y cuantificadas indicaran la percepción de los afectados.

El análisis cualitativo fue desarrollado y aplicado en base al método de valoración contingente, el cual entrego el valor de la disposición a pagar de los afectados en términos negativos. Por lo tanto, los afectados estimaron un pago adicional durante una compra teórica e indicaron que debería pagarse una compensación por perjuicios producidos a su propiedad y calidad de vida.

Durante el proceso de levantamiento de información, se determinaron las externalidades producidas, que conllevaron a la valorización indicada.

En relación a los datos obtenidos de cada agrupación de preguntas se puede concluir:

En el caso del primer análisis, se puede observar una evaluación negativa promedio en todos los atributos, tanto para el caso de Santiago como para el caso de Ñuñoa, siendo el atributo más negativo el bloqueo solar para Santiago y el tráfico para Ñuñoa.

En el segundo grupo se evaluó la valoración tanto de perjuicios como de beneficios, obteniendo prácticamente una evaluación negativa en todos los casos, siendo los mayores perjuicios el bloqueo solar, de vista, entorno y sombreadamiento para Santiago, y en el caso de Ñuñoa son el tráfico, bloqueo de vista y entorno y bloqueo solar.

En el tercer grupo, al ser más cualitativo no es graficado, ya que se estudia de forma más analítica, de este grupo se deduce que entre el 90 -100% de los encuestados, está de acuerdo con la inclusión urbana de energías renovables no contaminantes, y adicionalmente un 50% instalaría paneles en su vivienda.

Del cuarto grupo se observa en ambos casos que la evaluación perceptiva por parte de las personas del proyecto inmobiliario es totalmente negativa, siendo la apreciación peor evaluada el bloqueo solar y de vista tanto para el caso de Santiago como para Ñuñoa.

El quinto y sexto grupo evalúa la percepción de la pérdida de factibilidad de instalaciones de captación de energía solar, calidad de vida y valor arquitectónico, donde se aprecia que el 100% en Santiago considera que perdió

valor arquitectónico y 65 % considera que perdió sustentabilidad, a su vez en Ñuñoa el 69% considera que perdió valor arquitectónico y el 85 % considera que perdió sustentabilidad, esta diferencia entre casos de estudios, puede estar supeditada al valor de las propiedades. En el sexto grupo existe una tendencia clara de efecto negativo y necesidad de mejora de normativa existente.

El Séptimo grupo confirma una tendencia de más de 75% en ambos casos, con la opción a ser compensados por los efectos negativos hacia las propiedades. Se puede observar en este grupo que confluye todo lo anteriormente evaluado, y se consideran todas las condicionantes anteriores. La opción de compensación presente y valoración por consolidarse lejos del proyecto inmobiliario coincide en un 35% para Santiago, en cambio para Ñuñoa estos valores son de 45% por compensación y 36 % por alejamiento del proyecto.

El octavo análisis tiene como objeto indicar la tipología de las propiedades afectadas referenciando superficies de terreno, construida, y posteriormente el valor asignados por los propietarios a su propiedad. Se observa una diferencia significativa en la arquitectura por ende en el valor de las propiedades entre los casos de estudio Santiago y Ñuñoa. Se observa 333 millones para Ñuñoa y 60 millones para Santiago (valores asignados por propietarios).

En este sentido, se puede observar que el impacto sobre las propiedades es un impacto energético significativo para: posible generación de energía, habitabilidad, calidad medio ambiental de la vivienda, lo cual es verificado con los cálculos modelados. Se observan en estos cálculos las disminuciones de radiación y exposición. Apoyado en paralelo por la opinión y percepción de los vecinos afectados en los cuadrantes en estudio.

Estos atributos evaluados negativamente por los afectados, son percibidos combinadamente entre pérdidas de radiación y exposición, dependiendo de la hora y estación del año, más otras externalidades varias nombradas en el análisis del capítulo. Pero en su conjunto, una valorización de compensación de 35% del valor de la propiedad como valor a pagar antes del proyecto, y sobre este porcentaje para compensación.

Respecto a la pérdida energética como se referencia una pérdida de 7 UF anuales por kit estándar instalado (8m<sup>2</sup>). Por lo tanto claramente existen perjuicios: energéticos, de habitabilidad térmica, luminosidad, además de características espaciales de la propiedad (características físico ambientales de la calidad arquitectónica y entorno urbano) medidos a través de ambos métodos lo cual confirma la hipótesis y asumida por los modelos aplicados en Tel Aviv y otras ciudades para minimizar los efectos negativos del desarrollo sin consideración de estas variables.

El estudio desarrollado por investigadores de la Universidad de Chile a través una metodología estadística, obtuvo resultados concordantes con la presente

investigación, si bien posee una orientación hacia la gentrificación, los efectos finales demostrados son coincidentes, lo cual entrega fundamentos suficientes para indicar la necesidad de una mejora en la regulación. (Lopez, 2015), (La Tercera (2013).

Si existieran modelos estatales que promovieran el desarrollo de energías renovables de una forma más potente, que la ley Net Billing que paga al 50% del valor de mercado el kilowatt generado, el perjuicio se vería incrementado por las limitaciones de radiación.

Se puede concluir adicionalmente que la transformación urbana sin esta evaluación inter volumétrica y forzada por el mercado inmobiliario, provoca externalidades que incluso podrían generar desplazamiento social.

Finalmente se confirma la hipótesis del perjuicio provocado por algunos proyectos inmobiliarios sobre los barrios vecinos. Fenómeno provocado por la no existencia o inclusión en el ámbito normativo, de análisis de impacto urbano-energético de los nuevos proyectos transformadores urbanos.

Los barrios afectados verán limitado su potencial solar para evolucionar hacia barrios solares, con utilización de energías pasivas y activas. Y son perjudicados en su condición actual.

## 9. Referencias bibliográficas

Arroyo S, División de Energías Renovables, Subsecretaría de Energía, editado por Ministerio de energía Santiago Chile, 2015, [en línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015] Disponible en:

[http://www.sec.cl/pls/portal/docs/page/sec2005/electricidad\\_sec/ernc/generacion\\_distribuida/seminarios/tab6121713/principales\\_aspectos\\_regulatorios\\_de\\_la\\_ley20571.pdf](http://www.sec.cl/pls/portal/docs/page/sec2005/electricidad_sec/ernc/generacion_distribuida/seminarios/tab6121713/principales_aspectos_regulatorios_de_la_ley20571.pdf)

Azqueta D. (1994) Valoración económica de La calidad ambiental, Mcgraw-hill, universidad de Alcalá De Henakes.

Babbie, E. (2000). Fundamentos de la investigación social, International Thomson Editores, Ciudad de México.

Bethe Hans A. (1939), "*Energy production in stars*", *Physical Review*, vol. 55, pages 434-456. [en línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015]  
<http://journals.aps.org/pr/abstract/10.1103/PhysRev.55.434>

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, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

Cárdenas L. & Higuera E. (2015), El Barrio Solar, Reflexiones y aplicaciones en doce ciudades Iberoamericanas, Mairea libros España.

Capeluto IG et Al (2002), Climatic aspects in urban design—a case study, Faculty of Architecture and Town Planning, Technion—Israel Institute of Technology, 32000 Haifa, Israel

CNE (Comisión Nacional de Energía), Política energética: Nuevos Lineamientos. Santiago, Chile. Editado por la Comisión Nacional de Energía, 2008. 108 pags. [en línea][consulta: 15 noviembre 2015] Disponible en:  
[http://www.cne.cl/archivos\\_bajar/Politica\\_Energetica\\_Nuevos\\_Lineamientos\\_08.pdf](http://www.cne.cl/archivos_bajar/Politica_Energetica_Nuevos_Lineamientos_08.pdf)

Couso I (2008) Biblioteca del Congreso Nacional, Investigación sobre el uso de medición neta que permite la generación de energía por parte del consumidor en el contexto internacional.

DDU-ESPECIFICA N°80 Normas Urbanísticas, Rasantes (Sombras). Arts. 2.6.3 y 2.6.11 de la OGUC Santiago, Chile. Publicado por la División de Desarrollo Urbano. Ministerio de la Vivienda y Urbanismo. 11.09.2007. 2 pags.

Edwards, B. (2008). Guía básica de la sostenibilidad, Barcelona. Ed. Gustavo Gili. [en línea][Consulta: 12 Diciembre 2015] Disponible en: <http://arq-tent.com/guia-basica-de-la-sostenibilidad-de-brian-edwards-descarga-en-pdf-gratis/>

Franco R., (2014), Acceso solar: Estudio comparativo de acceso solar por el método descriptivo entre las ciudades: Jerusalén, Israel (31,8° Norte) y Bogotá, Colombia (4,5° Norte) Máster: Arquitectura, Energía y Medioambiente 2013-2014– ETSAB. Tutores: Isabel Crespo y Jaume Roset, Universidad Politécnica de Catalunya -, Barcelona, España.

González A. (2014, 25 Oct). Los pro y contra de ley que permite a las personas con paneles solares vender energía. [en línea] [consulta: 12 diciembre 2015] Los pro y contra de ley que permite a las personas con paneles solares vender energía. <http://www.emol.com/noticias/economia/2014/10/23/686500/ley-net-billing-que-permite-a-personas-inyectar-energia-autogenerada-a-la-red-y-recibir-pago.html>

Guba & Lincoln, (1994), sage publication California, "Competing Paradigms in Qualitative Research"

Guba, (2008), criterios de credibilidad en la investigación naturalista, la enseñanza su teoría y su práctica, Ediciones AKAL, Antártica.

Horn C (2006) HELIPLAST, "*La Energía Solar en Chile La Energía Solar en Chile, Pasado, presente y futuro Pasado, presente y futuro*" [http://www.heliplast.cl/energia\\_solar/energia\\_solar\\_en\\_chile/energia\\_solar\\_en\\_chile.pdf](http://www.heliplast.cl/energia_solar/energia_solar_en_chile/energia_solar_en_chile.pdf)

Howard E. (1902), Garden Cities of Tomorrow, General Books, Memphis 2009.

Iqbal M. (1983), an introduction to solar radiation, Department of Mechanical University of British Columbia, Vancouver, British Columbia, Canada.

Inzunza JC (2008) meteorología descriptiva, Departamento de geofísica, Universidad de Concepción. [en línea] [consulta: 12 diciembre 2015] disponible en: [old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/metodologia\\_descriptiva/cap1.pdf](http://old.dgeo.udec.cl/~juaninzunza/docencia/metodologia_descriptiva/cap1.pdf)

Knowles R. (2003), The Solar Envelope: its meaning for energy and buildings. California, USA., School of Architecture, University of Southern.

[en línea], [consulta: 30 abril 2016] Disponible en: [http://www.fau.usp.br/aut5823/Acesso\\_ao\\_Sol/Knowles\\_2003\\_Solar\\_Envelope.pdf](http://www.fau.usp.br/aut5823/Acesso_ao_Sol/Knowles_2003_Solar_Envelope.pdf).

La Tercera (2013), Cómo afectó la edificación en altura a los residentes de las comunas históricas, Valentina Pozo (base estudios académicos Universidad de Chile, Lopez E., Arriagada C.). [En línea], [consulta: 30 septiembre 2016] Disponible en: <http://www.latercera.com/noticia/como-afecto-la-edificacion-en-altura-a-los-residentes-de-las-comunas-historicas/>.

Lopez E. et al (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, Vol 41, N° 124. [En línea] [Consulta: 12 septiembre 2016] Disponible en: <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1490/826>

Machalec J. et al (2014) Cap. 4: Ingeniería Sostenible. Energía, Medio Ambiente y Cambio Climático, Los residuos sólidos urbanos en el proceso de indigestión II Congreso Argentino de Ingeniería - CADI 2014, VIII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería - CAEDI 2014, Provincia de Buenos Aires. [En línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015] Disponible en: [fce.unse.edu.ar/sites/default/files/pdf/resoluciones/Capitulo4.pdf](http://fce.unse.edu.ar/sites/default/files/pdf/resoluciones/Capitulo4.pdf)

McCann C. (2008), A Comprehensive Review of Solar Access Law in the United States, Suggested Standards for a Model Statute and Ordinance Colleen McCann Kettles, Florida Solar Energy Research and Education.

Ministerio de energía. Estrategia Nacional de Energía 2012-2020. Santiago, Chile. Editado por el Ministerio de Energía, 2012. 38 págs. [en línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015] Disponible en: <http://www.minenergia.gob.cl/>

Moreno J. (1995) La medición de las externalidades ambientales: un enfoque espacio-temporal, Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid.

Moreno R (2013) Renovables, SLU. Energías renovables y limpias: solar, eólica, geotérmica, hidráulica, mareomotriz. [en línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015] Disponible en: <http://energias-renovables-y-limpias.blogspot.com/>.

Protocolo de Kyoto de la convención Marco de las naciones unidas sobre el Cambio climático, Kioto 1998.[en línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015] [www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf](http://www.cambioclimatico.org/sites/default/files/kpspan.pdf).

Riera P. 1994, Manual de Valoración Contingente. Contingente.: Instituto de Estudios Fiscales. Madrid,[en línea] [Consulta: 12 Diciembre 2015] Disponible en:[pagines.uab.cat/pere.riera/sites/pagines.uab.cat.pere.riera/files/manualcvm2.pdf](http://pagines.uab.cat/pere.riera/sites/pagines.uab.cat.pere.riera/files/manualcvm2.pdf).

Stromann-Andersen J (2011) the urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains, Volume 43, Issue 8, ELSEVIER.

[en línea] [Consulta: 10 Octubre 2016] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778811001605>.

Sullivan R. (1998) Validation Studies of the DOE-2 Building, Energy Simulation Program, Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California Berkeley.

Yanga X. et al (2012) an integrated simulation method for building energy performance assessment in urban environments, Volume 54, ELSEVIR.

[en línea] [Consulta: 10 Octubre 2016] Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778812003970>.

## Anexos

### Anexo 1

Opitra, [www.opitra.cl](http://www.opitra.cl), centro industrial Lo Espejo N° 860, Lo Espejo RM. Fono Ventas: (56 2) 24080012 - 24093480 Whatsapp: +569 42625289

Kit Full Off Grid Energía Solar Hogar 1.000W Alto Consumo



#### Especificación de producto:

“Los kits Solares Fotovoltaicos Off Grid Hogar son una excelente alternativa a la hora de requerir soluciones de energía solar en forma rápida y simple de utilizar. Puede aplicarse a usos tales como: iluminación, ahorro, en caso de cortes eléctricos, en zonas sin suministro de energía o por seguridad.

Sistemas diseñados para trabajar en lugares que no hay factibilidad eléctrica o usuarios que desean independizarse de las compañías eléctricas.

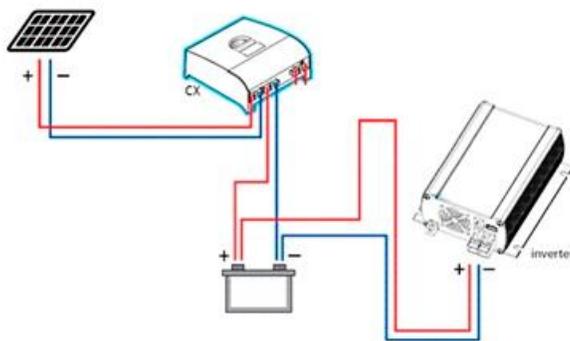
Al contar con modo UPS puede sincronizarse con la red eléctrica o bien utilizarlo con un sistema de respaldo externo como generadores diésel o gasolina para cargar las baterías en casos de que el consumo aumente.

Además sistema de Energía Solar escalable permite aumentar la cantidad de paneles solares y de baterías si el consumo lo amerita, sin tener que cambiar la inversión ya existente.

Sistema Solar Fotovoltaico capaz de producir como máximo 1.000w Hora, dependiendo de la radiación solar existente y de la zona geográfica a instalar. Funcionan en todo Chile.

La generación Solar Fotovoltaica es almacenada en un banco de baterías de ciclo profundo de 400 amperes diseñados para este kit y esta corriente continua se distribuye y almacena en 12 o 24v dependiendo de la configuración elegida. Luego es transformada en Energía Eléctrica en 220v AC por medio de un Inversor de Onda Pura Profesional. El Inversor al ser onda Pura Industrial soporta peak de partida de motores o equipos eléctricos de alto consumo siempre y cuando no excedan la capacidad máxima de este.

Se recomienda utilizar Simulador Fotovoltaico Opitra para determinar la cantidad óptima como además utilizar equipos de ahorro energético en su hogar como ampolletas Led y cuidar la energía solar producida”.



### **Características Técnicas del Kit Solar Fotovoltaico:**

#### **INVERSOR**

Marca *Konig Sonne*  
 Tipo de Inversor *Off Grid*  
 Modelo *Onda Pura Onda Sinusoidal*  
 Clase *Industrial UPS con Bobinas*  
 Potencia Nominal *1.000W*  
 Potencia Peak Milisegundos *3.000W*  
 Voltaje DC Entrada *24V*  
 Voltaje AC Salida *220V 50hz*  
 Modo de Carga *Alternativo*  
*UPS 220V 50hz*  
 Conexión a Tierra *SI*  
 Display *SI*  
 Display modo Distancia *SI (Opcional)*  
 Cable Conexión Distancia *RJ 11 6 Hilos*  
 Peso del Inversor *14 Kilos*

#### **PANELES SOLARES**

Características eléctricas *Pack de 4*  
 Paneles *250w Poly*  
 Marca *Konig Sonne*  
 Certificación *SEC Nº 6960*  
 Tipo de Módulo *POLICRISTALINO*  
 Potencia máxima (*Pmax*) *250W*  
 Tensión en *Pmax (Vmp)* *30.48V*  
 Intensidad en *Pmax (Imp)* *8.24A*  
 Tensión a circuito abierto (*Voc*) *36.8V*  
 Intensidad de cortocircuito (*Isc*) *8.85A*  
 Tensión máxima del sistema *IEC: 1000V /*  
*UL: 600V*  
 Valor máximo del fusible en serie *10ª*

#### **BATERIAS**

Marca *Chisol*  
 Amperaje *100AH x 4 Unidades*  
 Voltaje *12V*  
 Tipo *Ciclo Profundo*  
 Modelo *Para Sistemas Solares*  
 Clase *VRLA*  
 Tipo *Sellada Recargable*  
 Dimensiones *32,5 X 16,7 X 21,7cms*  
 Peso *25,1 kg*

#### **ACCESORIOS**

Regulador de Carga Solar *50ah 24v*  
 Cable MC4 *1 Rollo de 20 mts 6 mm2*  
 Cable MC4 *1 Rollo de 6 mts 4 mm2*  
 Conector MC4 Doble Par: *3 Unidades*  
 Cable Conector Baterías: *4 Unidades 1 mts*  
*2 Unidades 20 cms*  
 Valores IVA incluido

## Anexo 2

### ENCUESTA

Valoración del desarrollo inmobiliario en altura. Por parte de propietarios inmediatos de viviendas unifamiliares.

Hola. Estamos realizando un estudio para una Tesis de Urbanismo en la, Universidad de Chile, sobre el desarrollo inmobiliario en la comuna. Desearíamos que nos contestara unas preguntas, si es tan amable.

Nombre:

Hora de inicio:

Rango Edad:

18-30: \_\_\_\_\_

30-40: \_\_\_\_\_

40-50: \_\_\_\_\_

50-60: \_\_\_\_\_

60-70 \_\_\_\_\_

70 o más \_\_\_\_\_

1. ¿Considera que el desarrollo inmobiliario, genera mayor cantidad de atributos positivos o negativos al sector?

Positivos \_\_\_\_\_ Negativos \_\_\_\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

Asigne puntuación de 0 a 5 del más influyente al menos influyente, (+positiva o -negativa sea el caso)

- El trafico \_\_\_\_\_
- Seguridad \_\_\_\_\_
- Mejora en servicios \_\_\_\_\_
- Bloqueo Solar \_\_\_\_\_
- Infraestructura \_\_\_\_\_
- Bloqueo de vista y entorno \_\_\_\_\_
- Otro \_\_\_\_\_

2. ¿Considera que su propiedad se ve perjudicada o beneficiada por el desarrollo inmobiliario en altura inmediato?

Perjudicada \_\_\_\_\_ beneficiada \_\_\_\_\_

Valore del 0 al 5 de lo menos a lo más influyente

#### Perjuicios:

Bloqueo de vista y entorno \_\_\_\_\_

Bloqueo solar y sombreadamiento \_\_\_\_\_

Pérdida de privacidad \_\_\_\_\_

Aumento de tráfico \_\_\_\_\_

Contaminación acústica y de todo tipo \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

#### Beneficios:

Mejora de equipamiento \_\_\_\_\_

Mejora de seguridad \_\_\_\_\_

Mejora de infraestructura \_\_\_\_\_

Plusvalía propiedades \_\_\_\_\_

Renovación social \_\_\_\_\_

Sombreamiento en verano \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

3. ¿Considera que en general fueron beneficiados o perjudicados por la ubicación de los proyectos en altura cercanos a su propiedad?

Beneficiados\_\_\_ perjudicados\_\_\_

4. ¿Considera importante dentro de la renovación y modificación de barrios céntricos la inclusión de energías renovables (Paneles fotovoltaicos para generación de electricidad, paneles para calentamiento de agua, aprovechamiento energía solar y ventilación con diseños arquitectónicos).

SI\_\_\_ NO\_\_\_

Con que nivel de importancia, influencia o incidencia del 0 al 5-----

5. ¿Qué importancia le da usted a la eficiencia energética y uso de energías no contaminantes y de bajo consumo en su propiedad?

Indique con qué nivel de importancia, influencia o incidencia del 0 al 5\_\_\_

6. ¿Ha pensado alguna vez en adquirir o invertir en algún sistema de energía renovable como celdas fotovoltaicas o sistemas térmicos?

Si su respuesta es afirmativa, Valore del 0 al 5 grado de convicción o convencimiento\_\_\_  
(0 es menos y 5 es más)

7. ¿Considera que el desarrollo inmobiliario en altura ha degradado o perjudicado condiciones que consideraba eran derechos de su propiedad? **Violación**

SI\_\_\_ NO\_\_\_

¿Cual?\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. ¿Considera que se genera un bloqueo espacial producido por las edificaciones en altura cercanas a su propiedad?:

SI\_\_\_ NO\_\_\_

Si su respuesta es afirmativa, señale con qué nivel de importancia, influencia o incidencia del 0 al 5 calificaría Ud. los siguientes atributos: (positiva o negativa sea el caso)

Bloque solar\_\_\_\_\_

Bloqueo de vista\_\_\_\_\_

Privacidad\_\_\_\_\_

Tranquilidad (Ruido) \_\_\_\_\_

Oro\_\_\_\_\_

9. ¿Considera más significativos los efectos positivos o negativos producidas por el desarrollo inmobiliario en altura inmediato?

Positivas\_\_\_\_ Negativas\_\_\_\_

Qué nivel de importancia, influencia o incidencia del 0 al 5

10. ¿Considera que el desarrollo inmobiliario inmediato, generó un bloqueo solar a su propiedad?

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ Qué nivel de importancia, influencia o incidencia del 0 al 5:\_\_\_\_\_

11. ¿Considera que este bloqueo influyó o influye en la posibilidad que usted invirtiera en un sistema de energía solar?

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_

Con que nivel de importancia, influencia o incidencia del 0 al 5 \_\_\_\_\_

12. Si tuviera que comprar una propiedad idéntica a la suya pero pudiera elegir la ubicación ¿pagaría más por una propiedad cercana o lejana a un proyecto de edificación en altura?

Cercana\_\_\_\_, Lejana\_\_\_\_

13. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar extra por la propiedad preferida?:

\$ \_\_\_\_\_ Millones

14. ¿Considera que su propiedad perdió valor asociado al diseño arquitectónico original, por cambiar las condiciones de acceso solar, privacidad, otros?

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ cual en orden de importancia:

\_\_\_\_\_

15 ¿Considera que su propiedad perdió la posibilidad de convertirse en una propiedad sustentable con energía renovable y por lo tanto tiene un perjuicio económico?

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ cuan influyente \$\_\_\_\_\_

Otro más trascendente: \_\_\_\_\_

16 Las personas de su grupo familiar ¿le han comentado respecto de estos perjuicios o

beneficios? SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_

Cuales\_\_\_\_\_ Valore del 0 al 5 grado de importancia\_\_\_\_\_

17 ¿Considera que debería ser compensado económicamente por los perjuicios provocados por los proyectos Inmobiliarios en altura?).

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ Valore del 0 al 5 grado de convicción o convencimiento\_\_\_\_\_

18 ¿Se Considera afortunado por estar cerca del desarrollo inmobiliario en altura?

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ Valore del 0 al 5 grado de convicción o convencimiento ¿Por qué?.

19 ¿Cree que debería haber una normativa que; contemplará mayor desarrollo técnico espacial en aspectos de protección al acceso solar o derecho solar, privacidad, etc y mecanismos compensatorios?

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ Valore del 0 al 5 grado de convicción o convencimiento\_\_\_\_\_

20 ¿Considera que se debería pagar o invertir un monto compensatorio por cada propiedad afectada?,

SI\_\_\_\_ NO\_\_\_\_ Valore del al 5 grado de importancia \_\_\_\_\_

¿Por qué?\_\_\_\_\_

21 ¿Indique valor compensatorio o cuanto pagaría por estar cerca o lejos del proyecto en altura?:?:\_\_\_\_\_ Millones \_\_\_\_\_% por ciento ¿Por cercanía o lejanía?

22 Si tuviera que comprar la propiedad, ¿cuánto pagaría por estar cerca o lejos del proyecto en altura? Cercana \_\_\_\_\_lejana\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Millones\_\_\_\_\_ % por ciento

23 ¿Cuánto cree que es actualmente el valor de su propiedad?: \$\_\_\_\_\_ Millones  
M2 terreno\_\_\_\_\_

M2 construidos\_\_\_\_\_

Tendría inconveniente en dejarnos su número de teléfono, por si tuviéramos alguna pregunta adicional que hacerle? [Apuntar el número, si accede a dejarlo]:\_\_\_\_\_

Para llenar por entrevistador finalizada la entrevista

La persona entrevistada es:

Masculina\_\_\_\_\_

Femenina\_\_\_\_\_

Fecha de la entrevista:

Hora término de la entrevista:

Número de la entrevista de esta serie:

Entrevistador/entrevistadora [nombre]:

Condiciones atmosféricas:

[Marcar más de una casilla, según corresponda]

Muy caluroso (+ de 25°)	
Caluroso (de 20° a 25°)	
Fresco (de 10° a 20°)	
Fr(o(- de 10°)	
Sol	
Sol y nubes	
Nubes	
Lluvia	
Lluvia fuerte y prolongada	