



*Mitigación de las Islas de calor urbanas
mediante diseño residencial bioclimático*

Hsintzy Huang Lin

Mitigación de las Islas de calor urbanas mediante diseño residencial bioclimático

Hsintzy Huang Lin



UNIVERSIDAD
DE CHILE

Semestre primavera 2021
Profesor Guía: Jaime Díaz Bonillas
Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Agradecimientos

Agradecer primero que todo a mi familia y amigos por las enseñanzas, apoyo y compañía que me han entregado en el camino.

Agradecer a mi profesor guía, Jaime Díaz por su dedicación y paciencia que me ha entregado en este proceso.

A mi amiga y compañera de trabajo, Alejandra Egger por su apoyo y compañía en todos los momentos buenos y malos que he tenido.

A Carlos Sandoval, por apoyarme, aconsejarme y siempre compartiendome sus ideas para poder seguir avanzando en mis proyectos.

Finalmente agradecer a Isidora, Alexis, Cecilia, Elizabeth, Pablo, Catalina y Salvador por sus risas y compañía durante el proceso de toda esta carrera.

ÍNDICE

| | | |
|-----------|---|----|
| | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 01 | PROBLEMÁTICA | |
| | 1.1 Clima urbano e Isla de calor urbano | 8 |
| | 1.1.2 Morfología urbana | 11 |
| | 1.1.3 Materialidad | 13 |
| | 1.2 Estrategias para urbanismo bioclimático | 15 |
| 02 | LOCALIZACIÓN | |
| | 2.1 Corredor de viento | 20 |
| | 2.1 Comuna Cerrillos | 21 |
| | 2.1.2 Variables climáticas | 22 |
| | 2.1.3 Contexto demográfico | 23 |
| | 2.2 Antecedentes del proyecto CPB | 25 |
| | 2.2.1 Proyecto Ciudad de los Vientos | 26 |
| | 2.2.2 Proyecto Ciudad Parque Bicentenario | 27 |
| | 2.2.3 Situación actual | 28 |
| | 3.1 Licitaciones convocadas | 29 |
| | 3.1.2 Elección de lote | 30 |
| | 3.1.3 Tipología de vivienda y usuario | 30 |
| | 3.1.4 Normas urbanísticas | 31 |
| 03 | PROYECTO | |
| | 3.1 Referentes | 33 |
| | 3.2 Estrategias de proyecto | 39 |
| | 3.3 Propuesta programática | 45 |
| 04 | BIBLIOGRAFÍA | 48 |



Introducción

En los últimos años el cambio climático se ha manifestado con mayor intensidad una de las variables más notable es el aumento de olas de calor y temperatura en la ciudad generando malestares y discomfort térmico dentro de las viviendas y en el espacio público. A este fenómeno de aumento de temperatura en la ciudad se le denomina el efecto isla de calor urbano.

Esto es debido al crecimiento demográfico junto con el aumento o mantenimiento de la población de las zonas urbanas, lo cual implica la necesidad de disponer de una infraestructura necesaria para las personas de la urbe, como viviendas, vialidad, servicios, entretenimiento y equipamientos propios de una ciudad.(Williams, 2019). Por lo tanto a medida que se va densificando la ciudad, implica el cambio de uso de suelo y coberturas de suelos desde condiciones naturales a artificiales, disminuyendo la cantidad de zonas rurales o áreas verdes. Este

es debido al crecimiento demográfico junto con el aumento o mantenimiento de la población de las zonas urbanas, lo cual implica la necesidad de disponer de una infraestructura necesaria para las personas de la urbe, como viviendas, vialidad, servicios, entretenimiento y equipamientos propios de una ciudad.(Williams, 2019). Por lo tanto a medida que se va densificando la ciudad, implica el cambio de uso de suelo y coberturas de suelos desde condiciones naturales a artificiales, disminuyendo la cantidad de zonas rurales o áreas verdes. Este cambio de coberturas naturales por espacios construidos conlleva a generar una serie de impactos sobre el medio ambiente de la ciudad, debido a que las superficies urbanas son capaces de absorber, almacenar y emitir mayor calor que las áreas rurales que circundan a las ciudades (Pickett et al., 2001; Withford et al., 2001; Romero & Molina, 2008).

Sin embargo, es importante también entender el cambio morfológico de la ciudad ya que esta modifica las condiciones climáticas tales como el asfalto, los edificios y el trazado de la red viaria modifican los balances de radiación entre el suelo y el aire, reducen la evaporación, aumentan la escorrentía superficial y disminuyen la velocidad del viento a la vez que aumenta la turbulencia. (García & Martilli, 2012)

Además, se debe tener en cuenta los materiales de construcción utilizados en viviendas, edificaciones, tejados, calles y avenidas de circulación vehicular y peatonal, almacenan la radiación solar durante las horas de insolación directa y proceden a transmitirla al aire cuando ésta cesa al anochecer. Otro punto importante es la operación del edificio, la generación de calor producto de la actividad en el interior de los edificios, se disipa en el aire de la calle, provocando un calentamiento del aire durante el día y la

noche. Estas fuentes antropogénicas de calor actuales aumentan los requerimientos de climatización en los edificios.(Bozonnet, Belarbi & Allard, 2006). Por lo tanto, estas diversas variables han conllevado a las transformaciones climáticas generando islas o puntos de calor urbano.

Es por esto, entendiendo que la morfología de la ciudad y el diseño del edificio pueden influir en la modificación de las condiciones climáticas y ambientales en relación con la concentración de puntos de calor, por lo que se plantea proponer criterios y estrategias de diseño de un conjunto de edificios bioclimáticos para la mitigación de isla de calor urbano y poder mejorar el comportamiento térmico ya sea en el interior o exterior del edificio.

1

PROBLEMÁTICA

Clima urbano y el fenómeno isla de calor urbano

El calentamiento global se ha manifestado en los últimos años con mayor intensidad en donde una de las variables más percibida es el aumento de temperatura en el planeta, lo cual ha generado un desequilibrio térmico en las ciudades debido a que el desarrollo urbano de estas mismas y la actividades antropogénicas han emitido una gran cantidad de gases contaminantes generando el efecto invernadero que en consecuencia llegan a transformar los climas de diversos lugares.

El crecimiento demográfico ha provocado la acelerada urbanización de la ciudad cambiando el uso y coberturas del suelo, la geometría de las edificaciones, la materialidad, entre otros, han ido interviniendo las condiciones climáticas locales. Sin embargo estos cambios espaciales generados por el humano no sólo han alterado y generado un clima urbano, sino que también han ido alterando la calidad de vida de las personas que habitan la ciudad, suscitando condiciones adversas para la salud y comodidad. (Romero & Molina, 2008). Es por esto que el clima es una variable importante a considerar al momento de planificar el desarrollo urbano teniendo en cuenta una adecuada gestión ambiental.

Por otro lado las ciudades y conurbaciones generan trastornos climáticos locales debido a las

inversiones térmicas producidas por el calor antropogénico; la conductividad de los materiales empleados en las construcciones que son muy superiores a la que tendría el entorno en su estado natural; la reflexión múltiple de la energía del sol por la proliferación de superficies lisas brillantes; la altura de las edificaciones que impiden el paso del viento, dificultando la dispersión de contaminantes; por último, la implementación del pavimento de las calles que reduce la evapotranspiración, y con ello el mantenimiento de la temperatura ambiente más elevada que la que se produciría en un estado natural (Naredo, 2000).

Una de las problemáticas más concurrente debido a la alteración del clima urbano es el aumento de temperatura y las olas de calor en la ciudad que se le conoce como el fenómeno efecto isla de calor urbana (ICU), en donde se produce mayores temperaturas del aire en el centro de las ciudades en comparación con sus áreas suburbanas circundantes. Este fenómeno se relaciona principalmente con la alta densidad edilicia, la alta absorción de los materiales presentes en la ciudad, la escasez de espacios verdes, las características morfológicas de los cañones urbanos, y el calor antropogénico liberado (Oke et al., 1991).

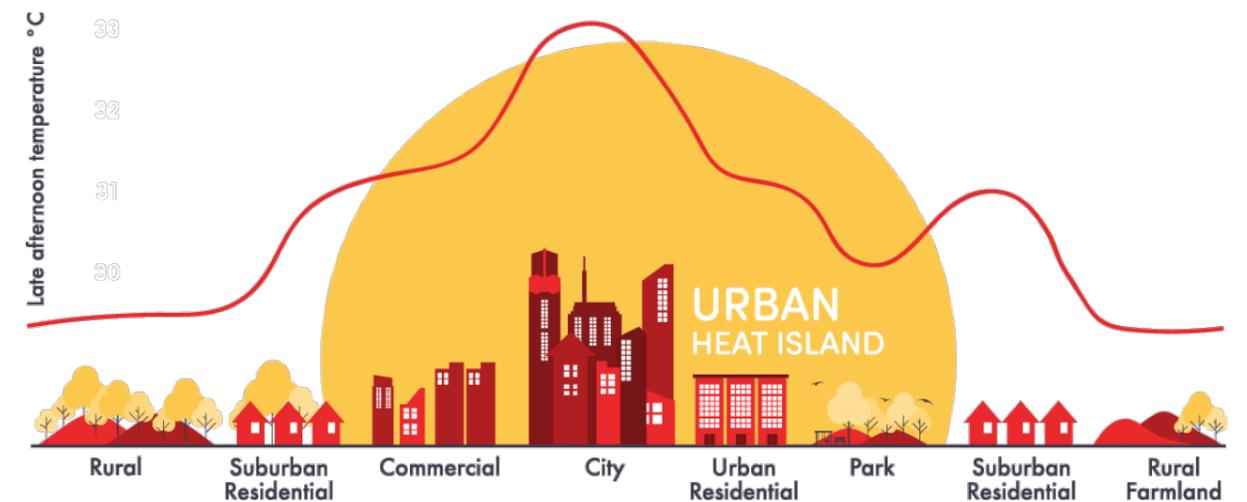


Fig 1. Diagrama del efecto de la Isla de Calor Urbana (ICU).
Fuente: Elaborado por Skopje Lab, 2018

Sin embargo, una de las variables más importante que no se puede desconsiderar son las condiciones climáticas, topográficas y geográficas del lugar emplazado, ya que es importante conocer la topografía del lugar ya que dan cuenta de las características de la tierra, como por ejemplo la presencia de montañas, llanuras y valles, que influyen en el clima en todas las escalas. Estas tienen influencia en el flujo de aire que puede obstruir y redireccionar el viento, la temperatura del aire que influye en balance energético superficial y la generación de circulaciones y la calidad potencial del aire. Siendo la influencia en la temperatura del aire el de mayor interés debido a su relación con el efecto del clima urbano, ya que la topografía puede magnificar la intensidad de la circulación de la isla de calor urbano (Oke et al., 2017). (Ver tabla)

Por otro lado, los elementos hídricos tales como ríos, canales, lagos y lagunas cumplen diversas funciones claves para garantizar el equilibrio medioambiental de la ciudad. Entre sus funciones cabe destacar que los cuerpos azules aportan a la disminución de la temperatura del aire y le proporcionan humedad a través de la evaporación. Por otro lado ayuda a mitigar los efectos adversos de la urbanización y generar un ambiente más sano tanto para personas como para otras especies (Bustos, 2020)

La vegetación también es una variante muy importante, ya que uno de los factores que causa la isla de calor es la falta de áreas verdes. Según (Honjo et al, 2003) señalan que la presencia de superficies vegetadas es decisiva para la mitigación de las islas de calor urbanas, ya que parques y jardines se comportan como “islas de frescor” y generan un fenómeno llamado “brisa de parque” durante la noche, contribuyendo a enfriar los espacios construidos. A su vez mejora las condiciones microclimáticas en áreas urbanas tales como la captación de partículas contaminantes, regulación de temperatura y ayuda a evitar condiciones de viento indeseables.

Por lo tanto, es importante considerar en primer lugar la variables climáticas y topográficas del lugar para recién poder planificar y diseñar la ciudad, considerando la materialidad, la densificación y aprovechar las variables climáticas que puedan contribuir en el confort lumínico, acústico y térmico de los espacios habitados. También tener en cuenta la relevancia de que esta puede generar un impacto ambiental alterando el clima urbano de la ciudad.

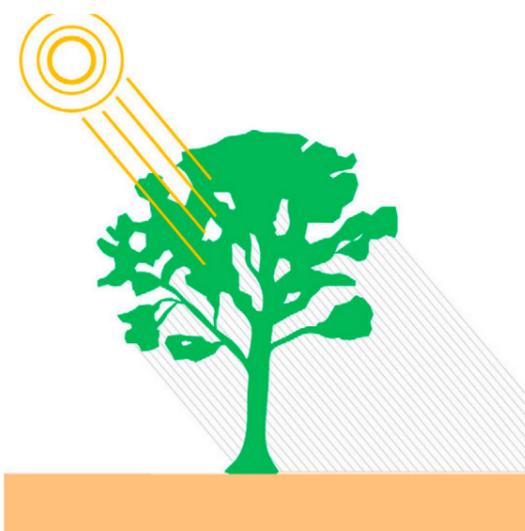


Fig 2. La vegetación provee sombra
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.



Fig 3. La vegetación contribuye redireccionar el viento
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.

| Escenario orográfico | Efecto mecánico | Efecto termal | Calidad del aire |
|---|--|--|--|
| Cima de montaña  | La velocidad del viento aumenta debido a mayor elevación. La presencia de nubes y la precipitación es mayor. | En condiciones de tranquilidad, existe mayor irradiación solar y pérdida de radiación de onda larga. Existe un mayor rango diurno y de temperatura estacional. | Cuando hay viento se presenta buena calidad del aire, pero con potencial smog fotoquímico en días claros y tranquilos. |
| Pendiente  | Presencia de fuertes vientos (en el lado de sotavento) que descienden por la pendiente en determinadas circunstancias. | Si la orientación es hacia el sol, la superficie y el aire adyacente se calientan, causando vientos ascendentes por la pendiente (caso contrario ocurre cuando la orientación no es hacia el sol). Por la noche las pendientes más altas se enfrían más rápido y se producen vientos cuesta abajo. | Existe una buena calidad del aire, a menos que se encuentre en una zona de recirculación o cerca del nivel de inversión térmica. |
| Valle  | El efecto depende de la geometría del valle en relación con la dirección del viento. Si es perpendicular (alineado) al eje del valle, el valle puede estar protegido (expuesto). | Los vientos a través del valle se desarrollan durante el día debido a flujos anabáticos (menor densidad del aire y sube por las laderas) y durante la noche que son los catabáticos (mayor densidad del aire por el enfriamiento y bajan por la ladera). Los flujos catabáticos son más fuertes en la capa superficial nocturna de poca profundidad. | Calidad del aire muy pobre debido a la acumulación de aire fresco en el fondo del valle por la noche. |

Tabla 1. Clasificaciones topográficas comunes de las ciudades y sus efectos mecánicos, termales y de calidad.
Fuente: Elaboración de Williams (2019) extraído de Wanner & Filliger (1989); Oke et al., (2017).

Morfología urbana

Las ciudades están compuesta por diferente morfología urbana, entendida como la configuración tridimensional de las edificaciones y los espacios creados entre ellas, en las cuales dependiendo de las características de cada una va generar una relación con el microclima urbano, en especialmente con el viento, el asoleamiento y la temperatura del aire. Es por esto que es necesario tener en cuenta, ya que condiciona el comportamiento térmico del espacio urbano. (Hernández, A. et al, 2013)

En primer lugar, las geometrías de los edificios modifican el perfil del viento ya que representan obstáculos aerodinámicos que reducen la eliminación del calor dependiendo de las medidas y distancia entre los edificios. (Nieto & León, 2019) En la ciudad los numerosos edificios cercanos crean lo que se llama el cañón urbano, que es uno de los componentes morfológicos modificatorios del microclima y este está compuesto por tres parámetros fundamentales que sería la altura, el ancho y la distancia de los edificios. A su vez estos parámetros se simplifican en tres relaciones (Chicas, 2012):

A) Relación H/W: describe la proporción del cañón urbano, en función de la altura (H) y ancho de la calle (W). Esta variable se considera mucho su influencia en relación el paso de viento y radiación solar.

Partiendo por los caudales de viento que varían dependiendo de la uniformidad o variación de la altura de los edificios y su relación con la anchura de la calle, generando a su vez los diferentes patrones de movimiento del mismo. Es por esto que las edificaciones en altura suponen una barrera importante para los vientos, ya que cuando convierten los flujos superiores en diferentes corrientes pueden multiplicar por tres la velocidad de viento inicial. (Cabras, 2014)

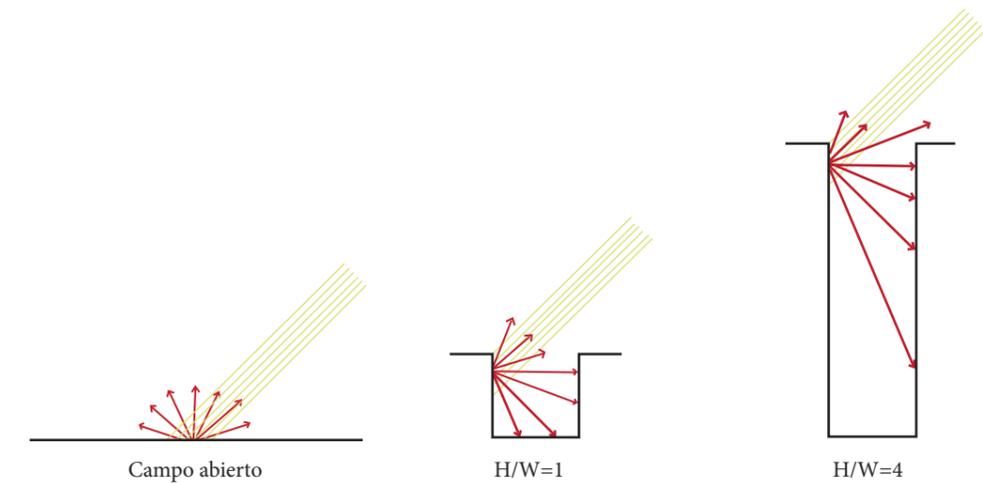
En cuanto a la incidencia solar según (Ludwing 1970), la relación (H/W) y distancia de los edificios colindantes y enfrentados, influyen en el porcentaje de radiación entrante en el cañón urbano de manera directa e indirecta, en la reflexión de onda, absorción de onda corta y emisión de onda larga.

A su vez, el aumento de la superficie expuesta a los procesos de intercambio térmico complica la entrada de la radiación solar, determina una interacción entre las superficies que lo componen y limita la turbulencia del aire. De hecho los cañones urbanos detienen una mayor cantidad de radiación solar, debido a las múltiples reflexiones de los rayos solares en las paredes de los edificios y en la superficie de la carretera. (Cabras, 2014).

B) Orientación del cañón (θ): describe el ángulo en grados del cañón respecto al eje Norte-Sur u otra dirección cardinal. (Andreou & Axarli, 2012) menciona la orientación del cañón urbano en relación con la dirección del viento predominante, al estar alineado el cañón urbano con la dirección del viento ofrece mejores condiciones de temperatura del aire. En cambio cuando son calles estrechas y sinuosas hacen lento el flujo de aire.

C) Factor de visibilidad del cielo (SVF): describe la porción del cielo visible desde una superficie dada, en un punto específico o dentro de un área urbana.

Es por esto, considerar estas variables y relaciones mencionadas, ya que inciden en el aumento o disminución de la temperatura del aire, modifican los patrones de circulación del viento, aumentan o disminuyen la acumulación de calor en las fachadas, afectan la absorción de radiación solar y permite o no la siembra de arborización, etc. (Nieto & León, 2019).



Campo abierto

La mayor parte de la radiación es reflejada lejos o emitida, después de su absorción, como radiación de onda larga hacia al cielo.

H/W=1

Gran parte de la radiación se refleja hacia los otros edificios o el piso y es eventualmente absorbida cerca del nivel de la calle.

H/W=4

La mayoría de la absorción de la radiación tiene lugar muy por encima del nivel de la calle, como consecuencia la cantidad de radiación que llega al piso y calienta el aire cerca de este sería menor que en caso del cañón con un H/W menor

Fig 4. Incidencia solar en relación a H/W

Fuente: Elaborado por Cabras E (2014) basado en Oke; Boundary layers climate (1987).

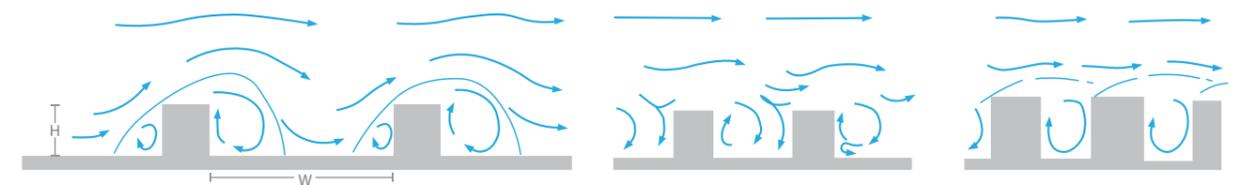


Fig 5. Comportamiento flujos de viento en relación a H/W

Fuente: Oke, Boundary layer climates (1987)

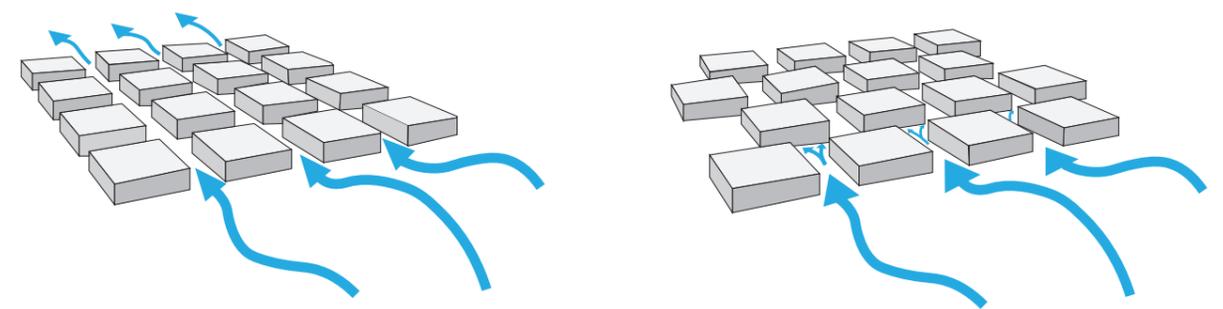


Fig 6. Orientación de la morfología urbana en relación al viento

Fuente: M. Santamouris et al, Atmospheric Environment (1999).

Materialidad

Los materiales utilizados en las envolventes de los edificios y la estructura urbana desempeñan un papel muy importante en el balance térmico de una ciudad. Ellos absorben la radiación solar e infrarroja y disipan parte del calor acumulado a través de procesos de convección y radiación hacia la atmósfera, aumentando la temperatura ambiente (Santamouris; Synnefa; Karlesiet,2011).El rendimiento térmico de los materiales está determinado principalmente por sus características ópticas y térmicas, el albedo y la emisividad térmica, son los factores más importantes (Doulos; Santamouris;Livada, 2004).

Dependiendo de la capacidad de reflectividad de las superficies, ésta llega a modificar el campo radiante, ya que la radiación solar puede ser más o menos reflejada por los parámetros evitando la acumulación de la energía en los mismos o incrementándola. Es por esto que es importante considerar el albedo de los materiales, ya que este indica el porcentaje de radiación solar que cualquier superficie refleja respecto

a la radiación que incide sobre la misma. Los materiales con un mayor albedo presentan una menor acumulación de calor en las superficies y por el contrario de menor albedo, permite la acumulación de energía incrementando su temperatura superficial.(Hernández, A. et al, 2013)

Por otro lado, la elección de los materiales según color también es importante considerar ya que, los materiales de colores más oscuros presentan un albedo menor a los materiales más claros. Esto es debido a que los materiales oscuros reflejan menos la radiación incidente sobre ellos, por lo que absorben mayor energía y acumulan calor en su interior, absorbiendo y re-radiándolo al ambiente circundante dependiendo de la temperatura del material y del aire. En cambio los materiales de colores más claros reflejan una mayor porción de la radiación que inciden sobre ellos, por lo tanto su temperatura superficial será menor porque tiene menor absorción de energía. (Hernández, A. et al, 2013)

Según (Roth et al,1989 y Voogt et al, 2003) la formación de islas de calor es favorecida por materiales de construcción relativamente densos, que son lentos en calentarse y enfriarse, y almacenan una cantidad importante de energía, así como por el reemplazo de las superficies naturales por superficies impermeables, donde hay menos agua disponible para la evaporación, el cual contrarresta el calentamiento del aire.

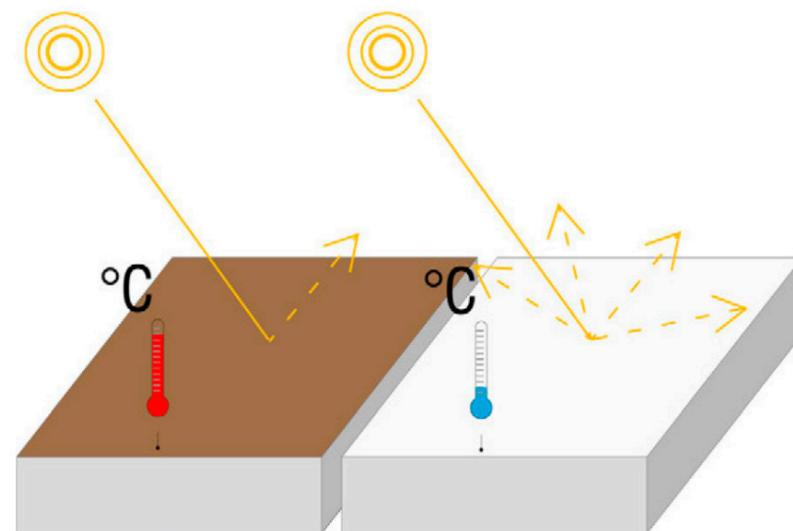


Fig 7. Albedo y temperatura superficial de los materiales.
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.

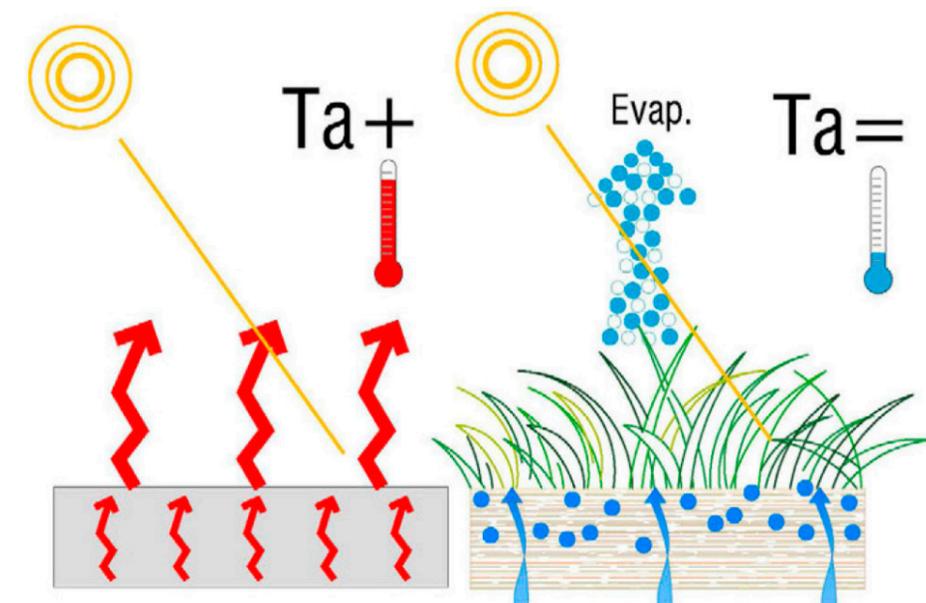


Fig 8. Suelo impermeable frente a suelo natural.
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.

Estrategias para el Urbanismo Bioclimático

Entendiendo las variables que influyen en efecto isla de calor urbano, se plantea proponer un conjunto de residencia bioclimática que pueda definir ciertos lineamientos y estrategias para mitigar las islas de calor. Por lo tanto se pretende abordarlo desde el diseño urbano bioclimático para proyectar el diseño de la morfología del lugar, entendiendo las variables climáticas del lugar que afecta en ella y luego a su vez aplicar los mismos criterios de diseño bioclimático en la arquitectura.

Según (Bustamante et al, 2014) “El “Urbanismo bioclimático” tiene como punto de partida recoger las condicionantes meteorológicas del clima de la región para, desde allí, trazar las relaciones con los espacios urbanos y con la masa edificatoria. Vinculando la planificación urbana con el diseño urbano y arquitectónico, es posible lograr un desarrollo más sostenible de los crecimientos urbanos y gestionar eficazmente recursos que faciliten una mejor calidad de vida a sus usuarios.” Por lo tanto, se va tener en cuenta las variables climáticas locales, ya que permiten establecer una serie de criterios para el diseño urbano con el fin de lograr el confort higrotérmico.

Radiación solar: Se debe considerar esta variante ya que este afecta en el diseño de la ubicación y orientación del proyecto y define el tamaño y la aperturas de los vanos para la entrada de luz y la sombra que proporcionan los elementos que sobresalen del edificio y la sombra que genera el propio edificio. Además se debe tener en cuenta la intensidad de la radiación en verano y en invierno y la duración que genera durante el día.

Temperatura-Humedad: Dependiendo del clima de la zona, presenta diferentes temperaturas las cuales van a definir el tipo de aislamiento y protección térmica que se va aplicar en el proyecto para no perder calor en invierno y ganar calor en verano. La humedad también influye en los intercambios térmicos del lugar llegando a ser muy seca o muy húmeda. Por lo tanto sería una buena estrategia considerar la

implementación de vegetación en espacios público y cuerpos de aguas o humedales que a través de la evapotranspiración regula la temperatura y aporta en la humedad en climas secos.

Viento: Esta variable climática cumple un rol súper importante ya que regula la temperatura y contribuye en la ventilación del lugar disminuyendo la temperatura y transportar partículas contaminantes. A su vez esta variable se ve muy influenciado en la morfología de la ciudad, ya que una mala orientación o geometría de los edificios puede generar una obstrucción de esta creando turbulencias que puede afectar en el discomfort termico del lugar.

Por consiguiente, después de definir las variables climáticas que influyen en el lugar, estas deben trabajar junto al diseño del proyecto considerando los factores del lugar como la orientación y la morfología del lugar para aprovechar al máximo las variables que permite potenciar el diseño pasivo del proyecto.

Además, la configuración formal y volumétrica del edificio determina la relación de éste con el exterior tales como las posibilidades de aportación solar, exposición a vientos y superficie de intercambio térmico con el exterior. En cuanto a la forma del edificio se debe considerar las características geométricas y volumétricas que lo definen:

- Compacidad (grado de concentración de las masas que compone el edificio)
- Porosidad (proporción entre volumen lleno y vacío del edificio)
- Esbeltez (alargamiento sobre la vertical)

Por lo tanto, a través del estudio de estas variables la forma del edificio debe dar respuesta al clima y microclima del emplazamiento. Tratar de minimizar las pérdidas de calor en épocas frías y ganar en épocas calurosas, facilitar la protección contra los vientos no deseados y favorecer la ventilación natural en lugares necesarios.

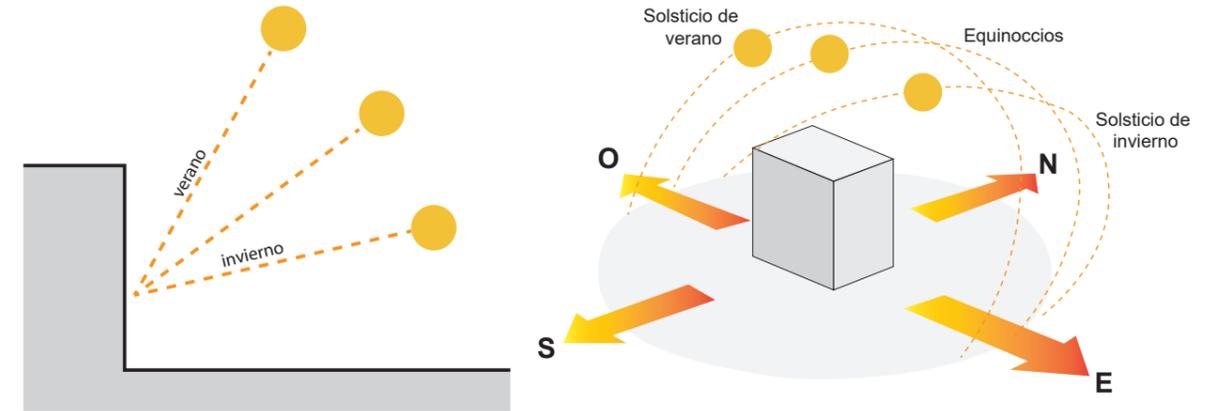


Fig 9. Variación estacional y diaria
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.

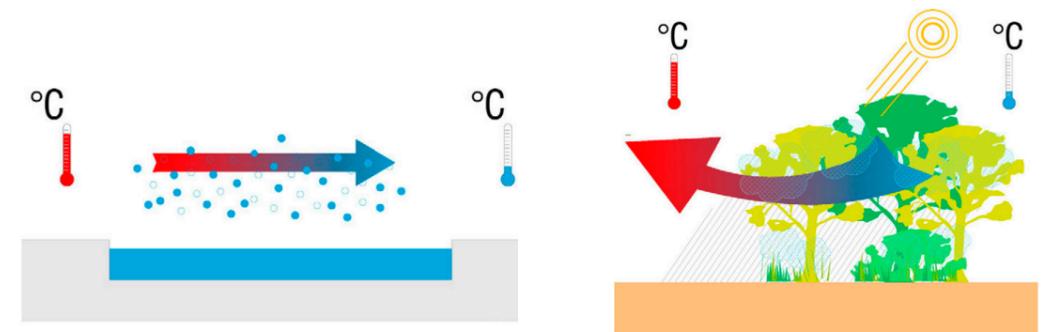


Fig 10. Evapotranspiración y enfriamiento.
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.

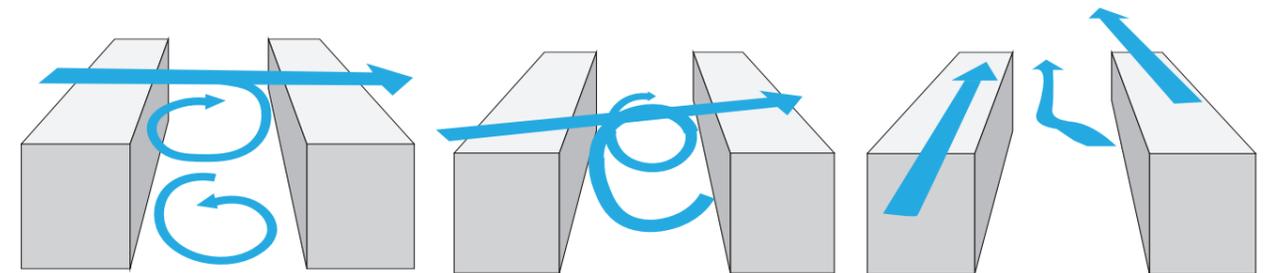


Fig 11. Dinámica del viento en relación a la orientación de la morfología.
Fuente: Hernández, A. et al (2013) Manual de diseño bioclimático.

En Hong Kong (Ng, 2009) realizó una investigación sobre la planificación de ciudades sustentables y que pudieran permitir el paso de la ventilación natural a la ciudad para mejorar la calidad de aire en los diferentes espacios de la ciudad. En los cuales implementaron ciertos criterios del urbanismo bioclimático, las cuales se podría considerar para implementarlo en las estrategias del diseño urbano.

1. Ancho y orientación de las calles: Las calles deben estar orientadas paralelamente en el sentido del viento predominante, a su vez deben ser anchas y cumplir mínimos en relación con la altura de las edificaciones que la conforman. De esta manera puede funcionar como corredores de ventilación contribuyendo al confort térmico del lugar.

2. Altura y distanciamiento entre edificios: Se deben aumentar las distancias de los edificios perpendiculares a la dirección del viento y en conjunto se deben garantizar corredores de viento de mayor o menor magnitud dependiendo de estos distanciamientos. Además evitar construcciones continuas ya que actúan como barreras de viento, a su vez los predios de los edificios deben contemplar por lo menos un 25% del suelo predial libre para aumentar la permeabilidad y porosidad. Por último se debe

variar la altura de los edificios aumentado en el sentido de la dirección del viento. El concepto de altura escalonada puede ayudar a optimizar el potencial de captura de viento del propio desarrollo.

3-Vinculación de espacios abiertos: los espacios abiertos deben estar conectados y alineados de los espacios abiertos pueden estar conectados y alineados de tal manera que formen corredores o corredores de ventilación. Las infraestructuras a lo largo de los corredores deben ser de poca altura.

4-Sombreado, vegetación y materiales frescos: Se debe incorporar plantación de árboles de copas anchas y densas a lo largo de la calle, plazas o áreas apartadas para maximizar la comodidad de los peatones, reduciendo el efecto de isla de calor urbano. Se recomienda el uso de materiales fríos en los pavimentos y fachadas de los edificios para disminuir la absorción de la radiación solar. Los materiales fríos se caracterizan por una alta reflectividad solar y, si es posible, por un alto nivel de emisión. Para calles, se debe considerar el uso de material de pavimentación con un alto porcentaje de áridos blancos. Un cuerpo de agua grande también puede servir como fregadero fresco.

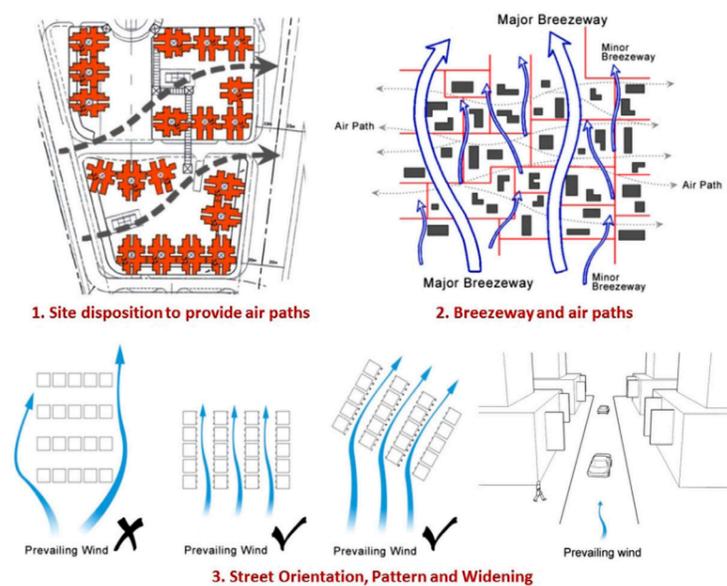


Fig 12. Orientación del cañón urbano respecto a la dirección del viento. Fuente: Ng, (2009).

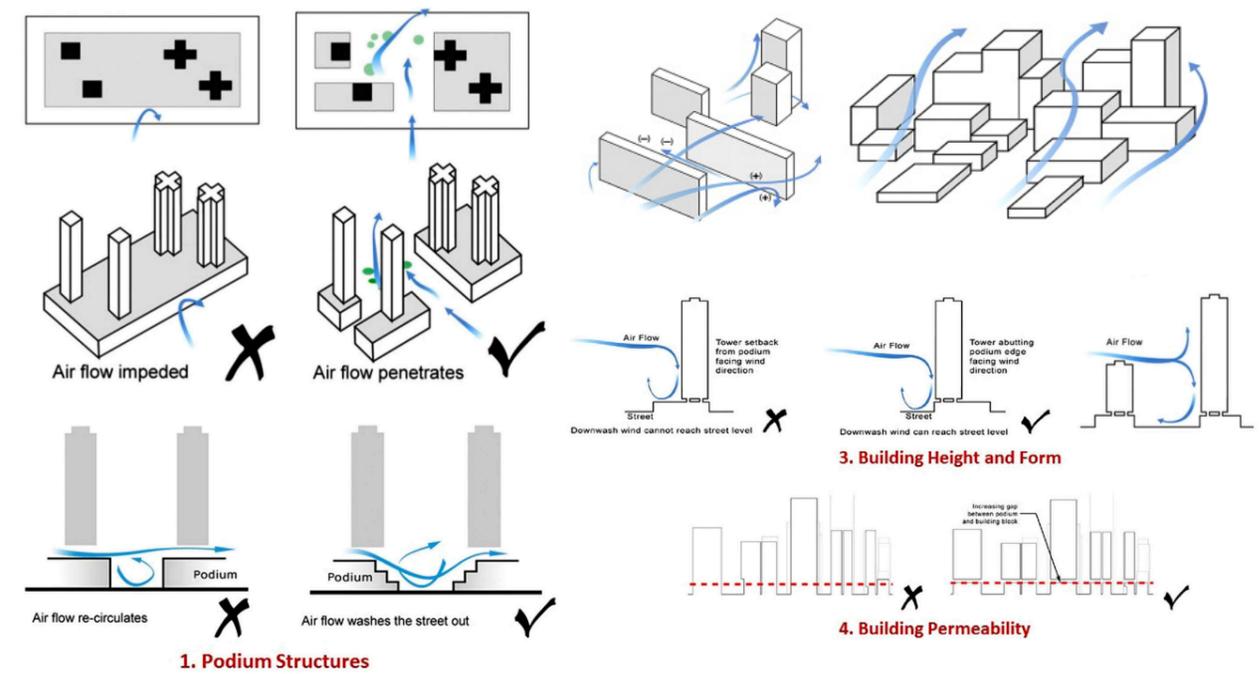
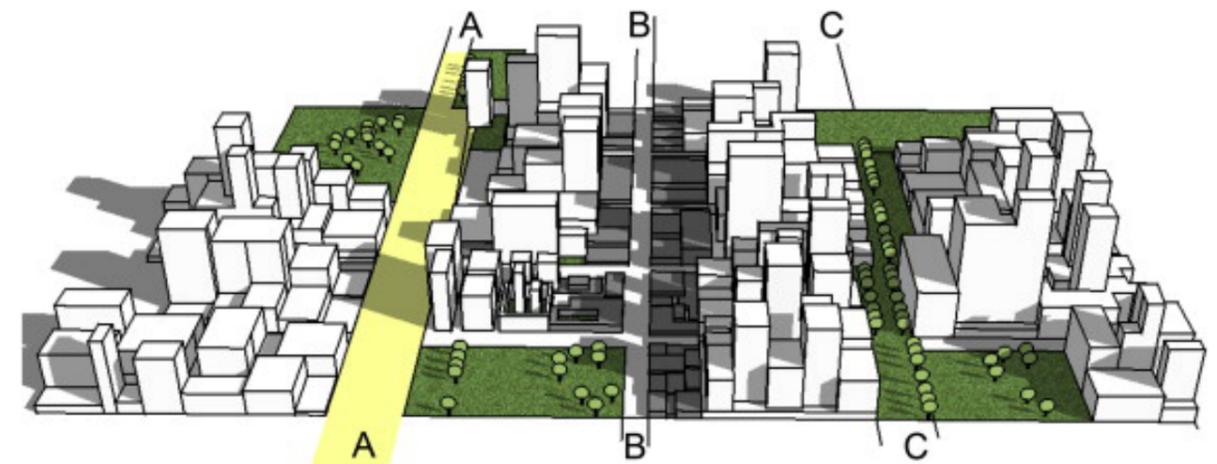


Fig 13. Consideración en el diseño geométrico frente a la dirección del viento. Fuente: Ng, (2009).



1-Ruta A-A una espacios abiertos a través del corredor. 2-Ruta B-B una espacios abiertos con edificios de poca altura, 3-Ruta C-C un parque lineal que conecta los espacios abiertos.

Fig 14. Diseño de corredores que conecte espacios ayudando el paso del viento. Fuente: Ng, (2009).

2 LOCALIZACIÓN

Corredor de viento

El lugar por donde se pretende desarrollar el proyecto se va emplazar en la comuna de Cerrillos, específicamente en el terreno del ex-aeródromo, principalmente por la variable climática específica que se genera en la zona el viento, ya que en el terreno está la zona del cono de aproximación de Cerrillos y durante el día por el sector entra aire costero limpio que penetra al valle, y en la noche esta se devuelve, sacando fuera la contaminación de la ciudad. Cabe destacar que esa área corresponde al eje ventilación

más importante de Santiago, porque los vientos que predominan en esta ciudad van desde el suroeste hacia el noreste.

Sin embargo, este corredor de ventilación puede ser gravemente alterado por la transformación de uso de suelo, pasado de ser un eje de ventilación a un eje de contaminación, y privar a la ciudad uno de las pocas fuentes de aire limpio, necesarias para mitigar los efectos de su saturación por contaminantes atmosféricos. (González, 2010).

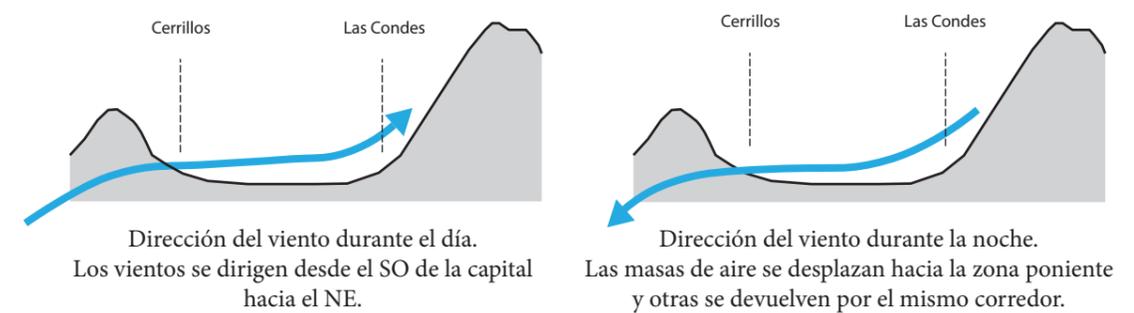


Fig 15. Esquema dirección del viento.
Fuente: Elaboración propia en base de Salas, J. F. (2003).

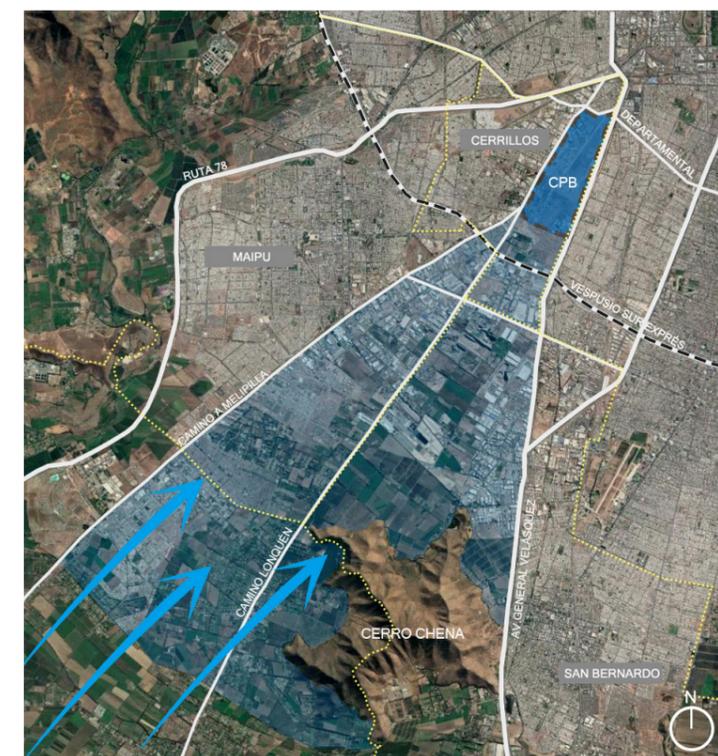


Fig 16. Cono de aproximación y dirección del viento.
Fuente: Elaboración propia en base de Google Earth

Comuna de Cerrillos

La comuna de Cerrillos está compuesta principalmente por grandes extensiones de terreno destinados a uso industrial y comercial debido a la cercanía de las autopistas y principalmente por la presencia del antiguo aeródromo, que actualmente cumple una función de parque urbano, los cuales suponen una importante barrera al establecimiento de la población y que en conjunto representan cerca del 40% del total de la superficie comunal.

Por otro lado, en los últimos años con el mejoramiento de la conectividad de la comuna, tales

como autopistas, líneas de metro y locomoción colectiva, aumentaron la dotación de equipamientos y servicios. A su vez con el cambio normativo de uso de suelo, ha generado nuevos sectores residenciales a través del desarrollo inmobiliario, principalmente en el sector oriente de la comuna, entorno a la Autopista Central (General Velásquez) y las avenidas Américo Vespucio y Pedro Aguirre Cerda, lo cual ha significado una expansión residencial muy importante en la comuna.

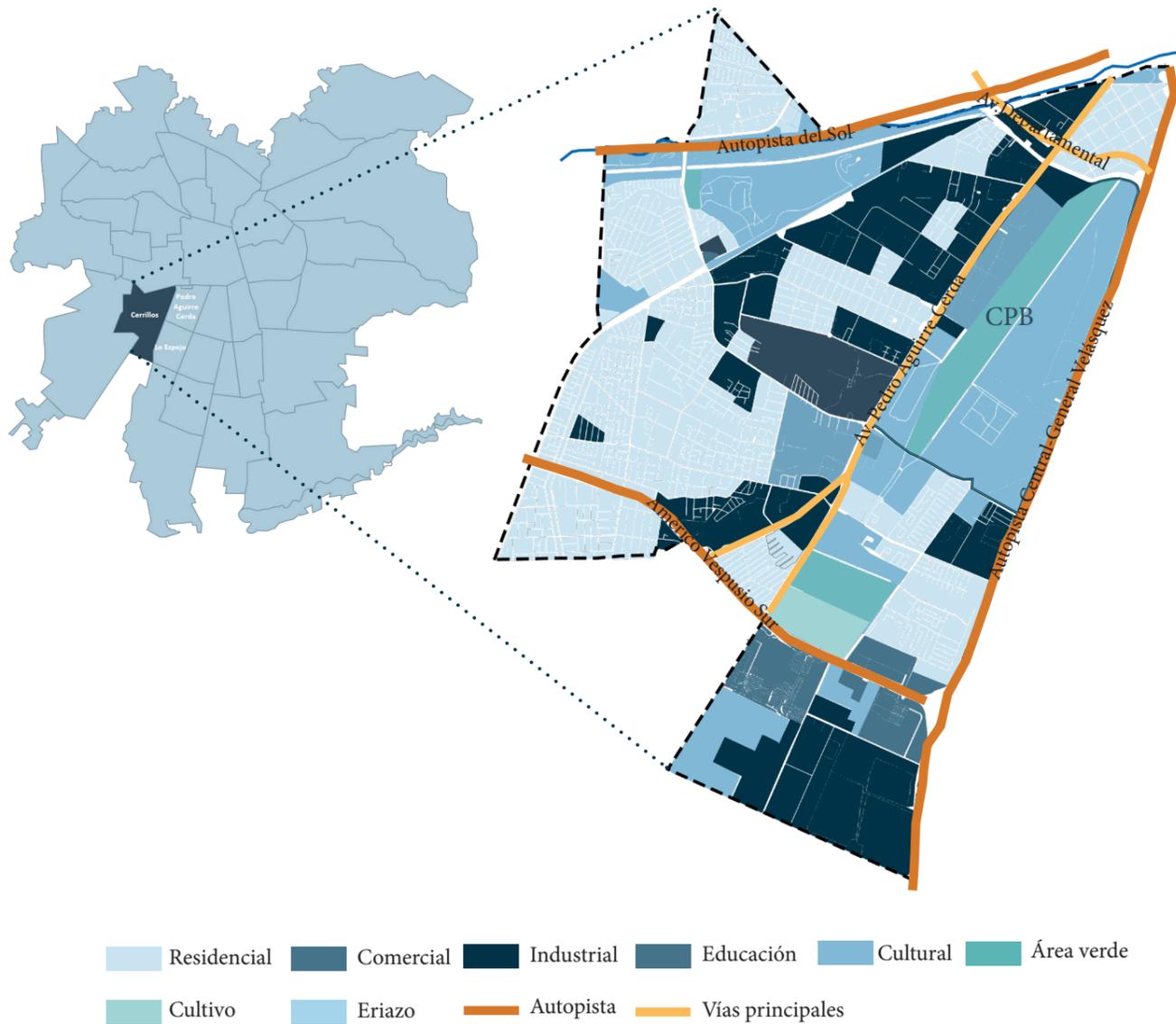


Fig 17. Uso de suelo Comuna Cerrillos
Fuente: Elaboración propia en base del PRC.

VARIABLES CLIMÁTICAS

La comuna de Cerrillos se inserta dentro del dominio climático templado mediterráneo, característico de la zona central del país. Este tipo de clima se caracteriza por una estación cálida y seca prolongada, de una duración de 6 a 8 meses y una estación fría y lluviosa corta durante el invierno. Además el clima de Cerrillos se encuentra influenciado por su emplazamiento en pleno valle central de Santiago, que, al encontrarse rodeado de grandes elevaciones en todo su perímetro, ocasiona una especie de enclaustramiento climático de toda la cuenca de Santiago, donde se emplaza la comuna.

Temperatura

Santiago presenta un periodo de 4 meses calurosos entre noviembre y marzo. La temperatura máxima promedio diaria es de 27°C. La temperatura máxima promedio alcanza los 30°C o superior a ésta.

Radiación solar

Según la página de WeatherSpark, el día más corto es el 20 de Julio, con 10 horas aproximadamente de luz natural, en cambio el día más largo es el 21 de Diciembre, con 14 horas aprox. De luz natural. Por lo tanto, hay que tener en cuenta que la dirección que incide mayor insolación en verano en las fachadas de los edificios es en el Noroeste.

Precipitación

Como se mencionó anteriormente Santiago se caracteriza por tener un clima seco debido a que presenta pocas precipitaciones durante el año. Las precipitaciones se registran durante las temporadas invernales, especialmente durante los meses de mayo, junio, julio y agosto y presenta 369,5 mm de agua caída promedio anual (Biblioteca Congreso Nacional). Por lo tanto presenta una temporada seca de 7 a 8 meses aproximadamente.

Vientos

Como se mencionó anteriormente los vientos predominantes en la cuenca de Santiago corresponden a vientos Sur y del SurOeste, procedentes de la costa, estos se internan a través de los valles del Maipo y Mapocho. Como muestra en la tabla la velocidad de los vientos es mayor en verano que en invierno y aún cuando dicha velocidad no llega a niveles intensos, la diferencia es tal que en invierno el viento casi no incide en el confort térmico peatonal.

| Velocidad Viento (km/h) | Tipo de Viento | Disminución sensación térmica (°C) |
|-------------------------|----------------|------------------------------------|
| 2 | Aire Ligero | 1-2 |
| 5 | Brisa Ligera | 4 |
| 11 | Brisa Moderada | 6 |
| 22 | Brisa Fresca | 8 |

Fig 18. Velocidad de viento y confort térmico.
Fuente: Bustos, (2021). Extraída de Meteoblue.cl

| MES | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Dirección | SSO ↗ | SO ↗ | SSO ↗ |
| Velocidad (km/h) | 7 | 7 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 7 |
| Temperatura día °C | 26 | 25 | 23 | 19 | 15 | 11 | 11 | 13 | 15 | 19 | 23 | 25 |

Fig 19. Tabla de dinámicas de viento y temperatura promedio anual de Santiago.
Fuente: Bustos, (2021). Extraída de Meteoblue.cl

Contexto demográfico

Cerrillos presenta una población que alcanza a las 80.832 personas, según las cifras entregadas por el último censo del año 2017 y además presenta una superficie comunal que alcanza a los 16,77 km², la densidad de población en Cerrillos es de 4.820,04 hab/km², cifra que se encuentra muy por sobre la media regional que es de 461,77 hab/km². (Ilustre Municipalidad de Cerrillos, 2019)

Según los datos registrados en Censo 2017, la población según rango etario, se concentra entre los 30-65 años, luego siguiendo 14-29 años, por lo cual es una comuna que se puede decir que es joven y que está en progreso de crecimiento y desarrollo.

Las actividades con más ocupación por los mismos habitantes de la comuna es en el sector comercial en donde el 5% participa en microempresas, 38,7% en las pymes y 56,3% las grandes empresas. Luego siguiendo el transporte, industrias y construcción por lo que se puede notar anteriormente en uso de suelo de la comuna.

Por otra parte uno de los problemas que presenta en la comuna según los datos RSH (2019), Cerrillos es una de las comunas con más hogares en tramo 40 de la Región Metropolitana (50,6%), junto a hogares en hacinamiento crítico (16%) y con más hogares con personas dependientes y/o adultos mayores (39%). (Ilustre Municipalidad de Cerrillos, 2019)

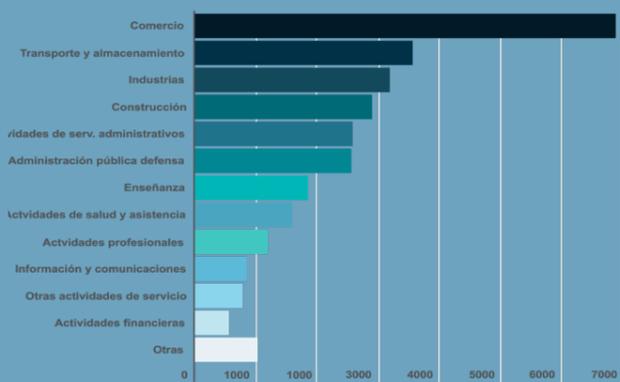


Fig 20. Ocupación según rama (2017)

Fuente: Elaboración propia. PLADECO Cerrillos, (2019)

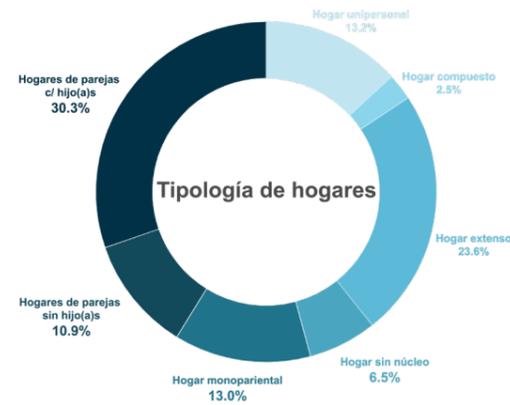


Fig 21. Tipología de hogares.

Fuente: Elaboración propia. Censo (2017)



Fig 22. Población por grupo de edad.

Fuente: Elaboración propia. PLADECO Cerrillos, (2019)



Fig 23. Contexto demográfico de la comuna.

Fuente: Atlas, (2017).

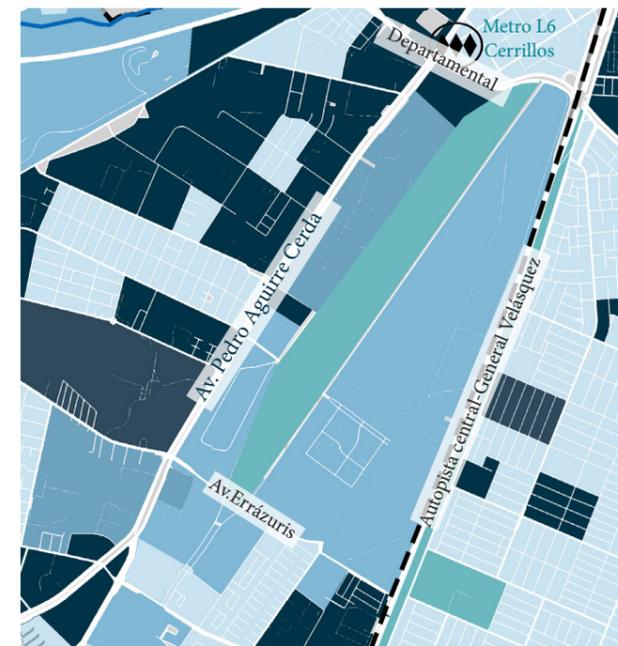
El proyecto Ciudad parque Bicentenario está rodeado de tres unidades vecinales de la comuna y por el lado oriente está la comuna de Pedro Aguirre Cerda y Lo Espejo, la cual está limitada por la autopista Central- General Velásquez.

El lote al cual está localizado la Ciudad Parque Bicentenario pertenece a la unidad vecinal 35 de la comuna, la cual se caracteriza por ser un sector de actividad industrial como residencial, con la presencia de equipamiento y comercio de escala metropolitana (mall). Además en esta unidad se ha generado un importante polo de desarrollo inmobiliario en los terrenos del ex aeródromo y por el sur, se ha ido desarrollando una cantidad importante de viviendas tipo villas y condominios, tanto de vivienda unifamiliar de baja altura, como también vivienda densificada en altura. Adicionalmente hacia el sector de avenida Américo Vespucio, se ha ido consolidando el comercio de escala metropolitana o intercomunal, como mall y supermercados, y hacia la parte sur de avenida Américo Vespucio el sector industrial.

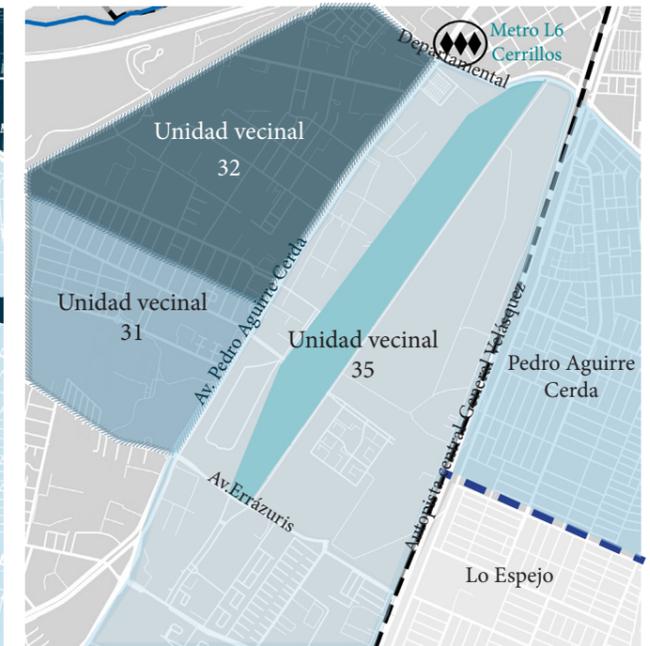
Al lado poniente del parque está la unidad vecinal 32 que es una zona ocupada mayoritariamente por la actividad industrial y con presencia de algunas viviendas en su gran mayoría de tipo unifamiliar (aislada o pareada) de baja altura (1 o 2 pisos).

Luego la unidad vecinal 31 ubicada también en el lado poniente del parque y aledaña de la unidad vecinal 32, se caracteriza por ser uno de los sectores más antiguos y consolidados de Cerrillos, se concentra el 9,43% del total de población comunal, donde destacan los sectores habitacionales de Población Gasco, Fanac Aeropuerto Cerrillos, Viña del Mar, Villa Los Cerrillos, entre otros, todos correspondiente a vivienda unifamiliar de baja altura.

Pasando a analizar la comuna de Pedro Aguirre Cerda en la cual se destaca por tener poblaciones con alto déficit habitacional, viviendas con presencia de hacinamiento y falta de áreas verdes y acceso de servicios y equipamientos.



Contexto CPB



Unidades vecinales y comunas cercanas a CPB

Fig 24 y 25. Contexto CPB

Fuente: Elaboración propia en base del PRC.

Antecedentes del proyecto CPB

Después del cierre del Ex-aeródromo, en el año 2001 el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en conjunto con el Colegio de Arquitectos de Chile (COARQ) organizaron un Concurso Internacional de Ideas para el desarrollo del plan maestro de este mega lote, en donde se plantea el objetivo de "aprovechar la oportunidad de reconversión urbana, teniendo en cuenta sus dimensiones y su localización, desarrollar un proyecto de alto impacto en la ciudad y señalar una nueva manera de hacer ciudad, más acorde con los requisitos de nuestros tiempos, tanto desde la perspectiva de las necesidades urbanas en general, como la de los hogares y las personas, respondiendo en mejor forma a las crecientes exigencias de calidad de vida." (MINVU, 2001).

El proyecto ganador fue el denominado "Ciudad del Viento" diseñado por los jóvenes arquitectos chilenos Cristián Ulloa y Rubén González ambos de la Universidad de Chile. En la cual propusieron un diseño de desarrollo urbano sustentable, basándose en los criterios de "Sustentabilidad urbana" y de "Equidad urbana". Sin embargo este proyecto no fue considerado para ejecutarlo sino que se consideraron algunas ideas para las futuras licitaciones del terreno.

Posterior al concurso, el año 2002 el MINVU organizó una licitación pública para la ejecución de un Plan Maestro Urbano de carácter flexible, en el que se definirá el proceso del diseño urbano del Plan, el modelo de gestión y la estrategia de implementación. En la cual, las bases de licitación plantearon la necesidad de un proyecto que guiará el desarrollo de la gestión urbana posterior mediante la elaboración de diagnósticos urbanos e inmobiliarios, de servicios, transporte, los proyectos asociados y etapas para la adecuada gestión futura de los paños (MINVU 2002). Finalmente esta licitación fue ganada por un consorcio de consultoras llamado "Asociación Portal Bicentenario" correspondiente a un equipo multidisciplinario representado y coordinado por URBE Arquitectos Ltda. Debido al reemplazo del dise-

ideas del diseño anterior, el nuevo proyecto se le dio como nombre "Ciudad Parque Bicentenario".

Luego, a fines del año 2004 se organizó un concurso para el diseño del parque de setenta hectáreas. Se presentaron siete proyectos, resultando ganador el proyecto de la oficina chilena Montealegre y Beach" (Eliash H, 2006). y posteriormente fue ejecutado e inaugurado en 2011.

Posteriormente, en febrero del 2008, se adjudicó el proyecto Centro Cívico Portal Bicentenario al equipo profesional compuesto por Eliash arquitectos en conjunto con Carlos Martner, Carolina Devoto, Núcleo Paisajismo y Montalva Quindos Propiedades.

A mediados del 2009 se organizó un concurso abierto para el desarrollo de Comunidades de Ingresos Diversos, en uno de los macrolotes del límite sur de la propuesta. Sin embargo el desarrollo del Plan Maestro fue detenido en el año 2010 dado por cuestionamientos al proyecto respecto su estatus jurídico y al reflote de los argumentos respecto a la necesidad de un aeropuerto de emergencia.

Luego de 4 años en noviembre de 2016 fue aprobada y publicada en el diario oficial la Modificación al Plan Regulador Metropolitano N°105 (MPRMS - 105). Esta Modificación le entrega normativa a los terrenos de CPB y permite el desarrollo de proyectos habitacionales y de equipamiento, por lo cual se retoma el proyecto y se inicia la construcción de 16.800 viviendas en los lotes vacíos del terreno.

Proyecto Ciudad del viento

El proyecto ganador en la cual se había planteado la propuesta original para la urbanización del terreno del ex-aeródromo, Ciudad del Viento, plantearon que el proyecto era generar "Un modelo urbano integrado al medio ambiente, densa en población, con un alto porcentaje de áreas verdes, equipamientos y servicios". Se propone "transformar el lugar en un ejemplo de reciclaje de terrenos urbanos que articule a sus habitantes al medio natural y a los procesos de la ciudad como ecosistema" (González, R.; Ulloa, C., 2001). Para lo que se genera una urbanización mezclando "principios de sustentabilidad económica, ecológica, social y cultural, haciéndose cargo del reciclaje de la ciudad y en la ciudad", en suma, un modelo de urbanización (González R.; Ulloa C., 2001)

Además el proyecto lo denominaron "Ciudad del Viento" debido a que tuvieron en consideración a la entradas de vientos locales a la cuenca de Santiago, que ayudaba a ventilar y exportar los contaminantes fuera de la ciudad, por lo cual en proceso de diseño se basaron en esta variable para diseñar la infraestructura urbana, el espacio público y el modo de entender los procesos biológicos y ecológicos de la ciudad. (González, R., Ulloa, C., 2001).

En la propuesta del plan maestro plantea el diseño de un modelo de urbanización sostenible, en la cual propusieron un parque central dispuesto en el sentido de los vientos predominantes, dentro del parque proponen estrategias de minimización del caldeoamiento de la masa urbana, así como la incorporación de espacios naturalizados como zonas de arborización densa y la anexión de vegetación y fauna mediante programas urbanos específicos, y alternativas de humidificación del área, luego esta se enlaza con tramas de parque transversales que lo conlleva a los distintos barrios residenciales, en el sector oriente se caracteriza por tener un barrio residenciales con programa social, educacional y comercio menor; en el poniente, barrios residenciales con industria inofensiva de escala pequeña, comercio y programa urbano de equipamiento y servicios de carácter intercomunal y

urbano de equipamiento y servicios de carácter intercomunal y metropolitano. (González, R.; Ulloa, C., 2001)

Por otra parte los barrios, presentan una solución densa en población y con mixtura de usos de suelo, como se había mencionado anteriormente. Estos barrios permiten una alta concentración de población (sobre 300 hab/há) fomentando el crecimiento hacia el interior de la ciudad. Ellos se alternan en un continuo verde, que mantiene baja la temperatura media de la zona, para evitar la formación de una isla térmica que desvíe el paso del viento (González R.; Ulloa C., 2001).

Por lo tanto, el proyecto deja más de la mitad de la superficie del terreno despejado para uso destinado a áreas verdes y espacio público preservando la condición medioambiental del terreno como entrada de vientos bajos. Estos parques según (González, R.; Ulloa, C., 2001) "un territorio transformado en un espacio público útil y simbólico, cuyo objetivo es hacer evidentes los procesos ecológico-urbanos que contiene. Una 'ecología artificial' cuyo objetivo es minimizar el impacto del proyecto sobre la ciudad".

Si bien el proyecto ganador no fue realizado, sin embargo algunos de los diseños planteados fueron considerados en el proyecto de Ciudad Parque Bicentenario.



Fig 26. Imagen objetivo del proyecto Ciudad del Viento. Fuente: Gonzáles & Ulloa, (2001).

Proyecto Ciudad Parque Bicentenario

La Ciudad Parque Bicentenario como se había mencionado anteriormente es un proyecto de gestión urbana liderado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que plantea la reconversión urbana de los terrenos del Ex-Aeródromo. En donde el terreno, por su tamaño y localización constituye una oportunidad única para la implementación de políticas públicas que promuevan el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Santiago.

El Proyecto consiste en el desarrollo urbano de los terrenos que en total suman una superficie de 250 hectáreas, que aspira albergar en 20 años a unas 60-80.000 personas, que vivirán en un barrio completo, con parques, equipamientos,

servicios, comercio y redes que dan lugar a una modalidad de vida urbana socialmente integrada y con buena calidad de vida.

Hasta la fecha, el desarrollo del proyecto se ha ejecutado 57 ha del Parque Bicentenario de Cerrillos, la Plaza Cívica y la implementación del Centro Nacional de Arte Contemporáneo en el ex Terminal Aéreo. Se suma a esto, la ejecución de las vialidades correspondientes al Loteo Etapa I y los primeros tres proyectos residenciales que se están ejecutando en CPB, con un total de 1.523 viviendas, todos los cuales consideran Proyectos de Integración Social regulados por el DS N°19, (V. y U.), de 2016.

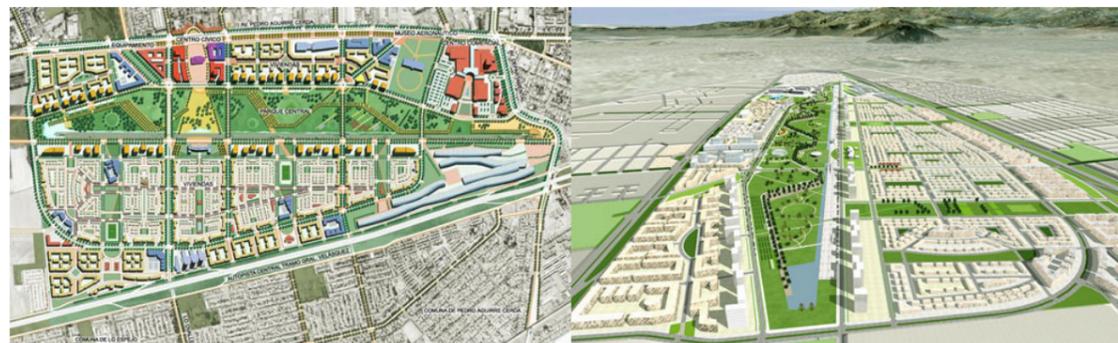


Fig 27. Imagen objetivo del proyecto CPB. Fuente: Gonzáles & Ulloa, (2010).

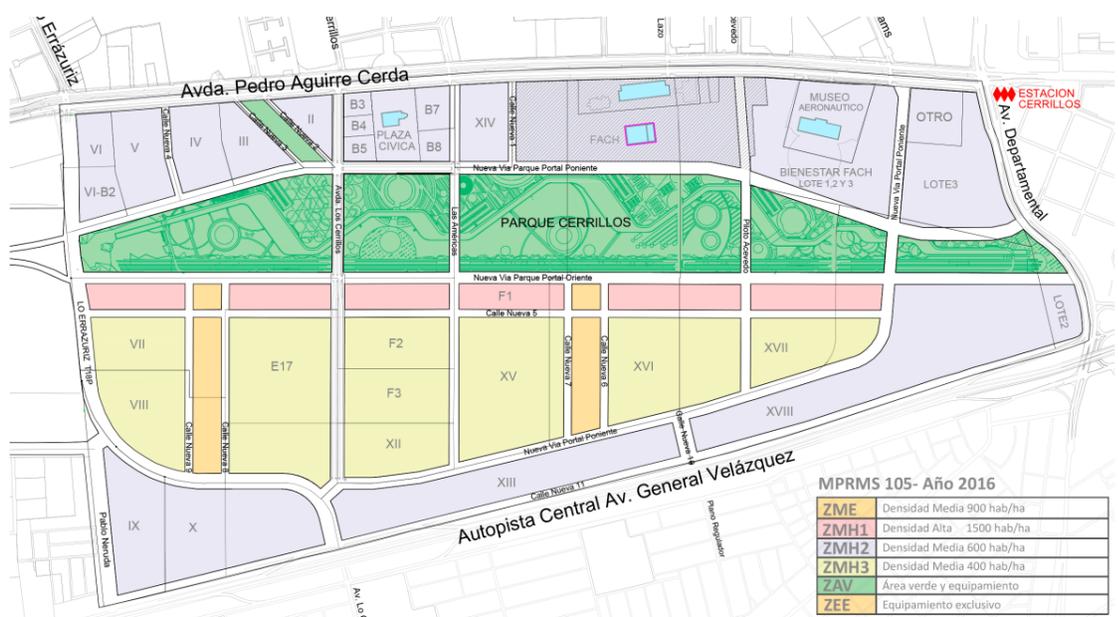


Fig 28. Plan Regulador Metropolitano 105. Fuente: MINVU, (2016)

Situación actual

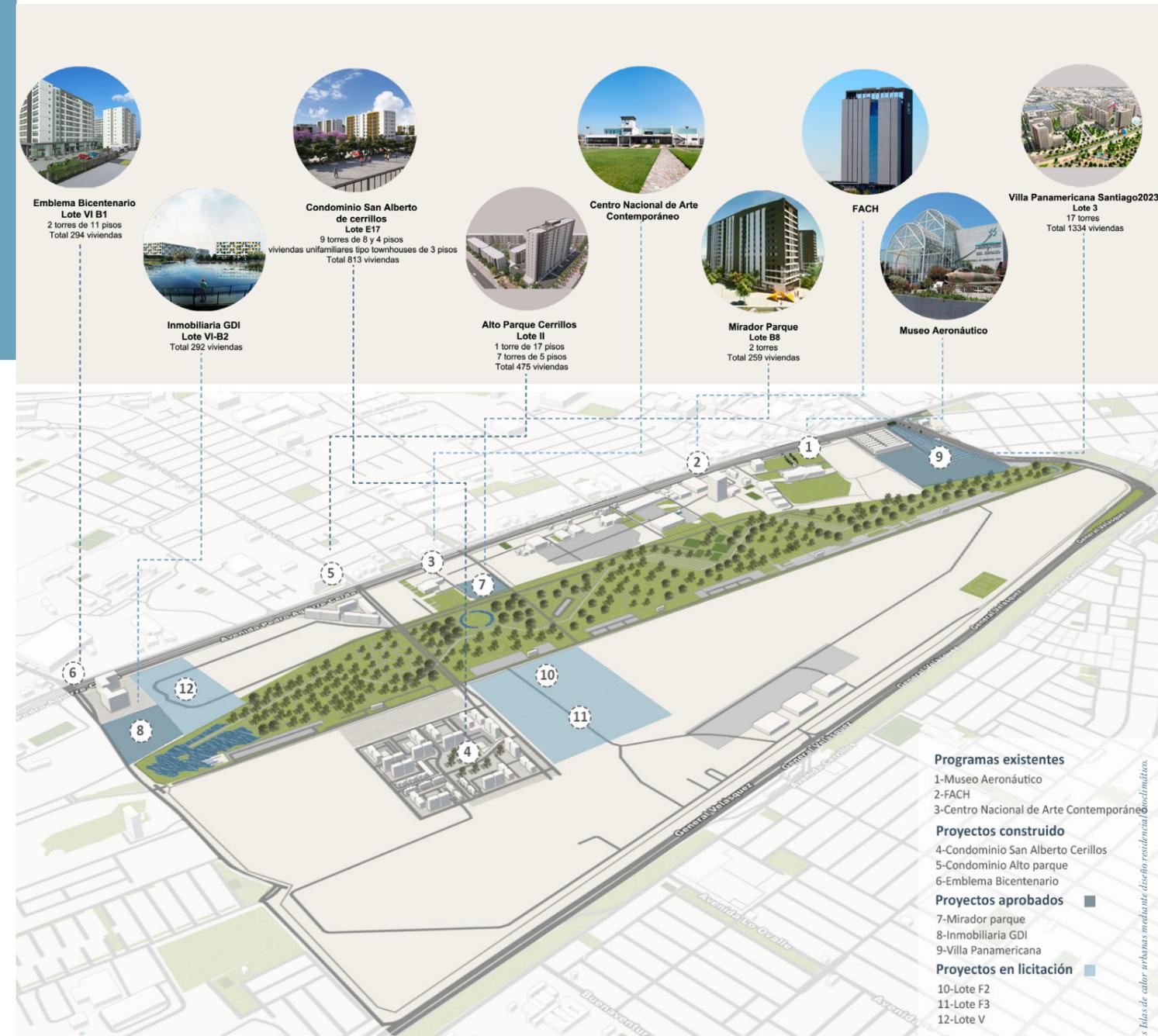


Fig 29. Contexto actual CPB. Fuente: Elaboración propia

Licitaciones convocadas (2020-2021)

LICITACIÓN 1

(Proyecto de integración social)/18 Julio 2020

Esta licitación pretende construir dos conjuntos habitacionales en dos lotes ubicados en diferentes zonas del Parque Bicentenario de Cerrillos. El primero se encontrará en un terreno de 13.348 m² (Sup. Bruta) al sur del parque, frente a la laguna artificial, donde se busca albergar 259 viviendas. El segundo se encontrará en un terreno de 6.915 m² (Sup.Bruta) al centro del parque bicentenario, donde se busca también albergar 259 viviendas.

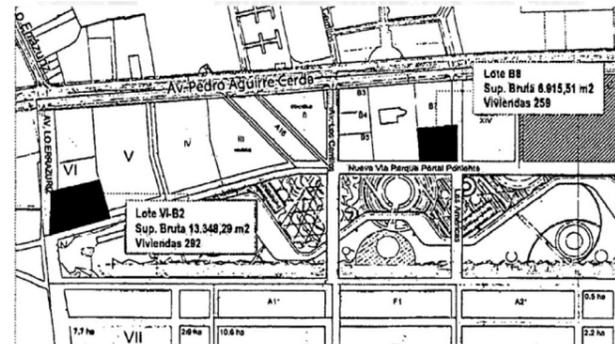


Fig 30. Lote VI y B8
Fuente: BCN, (2020)

LICITACIÓN 2

(Villa Panamericana)/15 Junio 2020

En esta licitación se pretende desarrollar un proyecto habitacional que albergue a los deportistas que vienen a participar en los Juegos Panamericanos Santiago 2030.

Una vez acabados los juegos, los departamentos serán destinados a familias que obtengan el subsidio que entrega el Programa de Integración Social y Territorial para atender parte del déficit habitacional de la comuna de Cerrillos y comunas adyacentes.

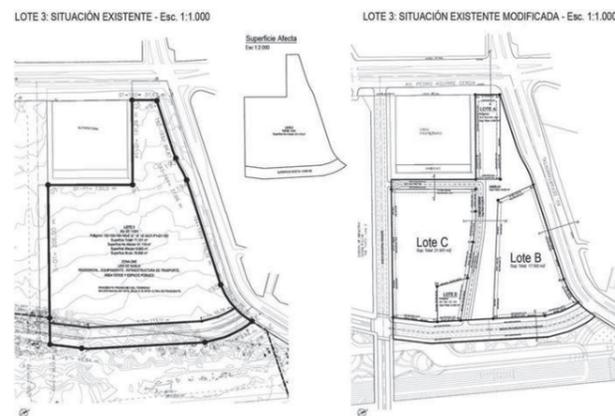


Fig 31. Lote 3
Fuente: BCN, (2020)

LICITACIÓN 3

(Proyecto de integración social)/19 Julio 2021

Esta licitación pretende construir dos conjuntos habitacionales en dos lotes juntos ubicados al frente de las zonas del Parque Bicentenario de Cerrillos. El primero (F2) presenta un terreno de 42.618 m² (Sup. Bruta) que se pretende albergar 424 viviendas, luego el lote aledaño (F3) presenta un terreno de 41.791 m² (Sup. Bruta) que se pretende albergar 418 viviendas.

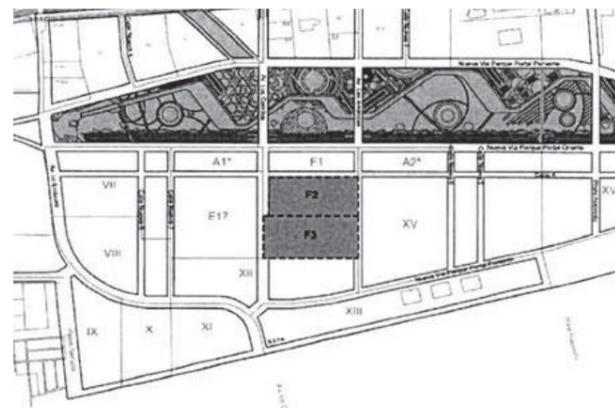


Fig 32. Lote F2 y F3
Fuente: BCN, (2021)

Elección de Lote a trabajar

A través de las licitaciones y requerimientos analizados que plantea el plan maestro se toma en cuenta ciertos puntos para la elección del lote, partiendo por, se va elegir un lote que tenga una mayor densidad, ya que presenta mayor desafío al momento de diseñar en altura y teniendo en cuenta su geometría y variables climáticas en este caso el viento y la radiación solar que pueda aportar a su diseño y no influir en la obstrucción del paso del viento. Luego que esté emplazado cercano al parque y a la laguna ya que estas dos variables contribuyen en la humificación del lugar y forman un plus para la mitigación de la isla de calor en la zona. Por lo cual se va elegir el lote V, la cual cumple las siguientes características según la normativa Modificación al Plan Regulador Metropolitano N°105 (MPRMS – 105) pertenece al uso de suelo ZMH2 de densidad media 600 hab/ha.

Tipología vivienda y usuario

Se toma en consideración las bases de los requerimientos de las licitaciones de los proyectos habitacionales de integración social DS19 que están ubicados en el lote del Portal Bicentenario, las cuales deben cumplir dentro de los objetivos del Minvu que sería disminuir el déficit habitacional de los sectores vulnerables y medios de la población, reduciendo la inequidad y fomentando la integración social, por lo que se hace necesario generar proyectos habitacionales que cumplan dicha finalidad en todas las regiones del país. (Minvu)

En cuanto a tipología se propone de uso mixto, en la cual no solo sea un edificio residencial, sino que abarque actividades comerciales que es la principal ocupación de la comuna y espacios de ocio que pueda compartir con los mismos residentes que habitan en el mismo lugar.

| Lote | Rol SII | Superficie Bruta | Cabida Estimada unidades habitacionales | Dirección | Sector | Comuna |
|------|---------|------------------|---|--------------------------|----------------------------|-----------|
| V | 901-114 | 36.042,75 | 906 | Pedro Aguirre Cerda 6700 | Ciudad Parque Bicentenario | Cerrillos |

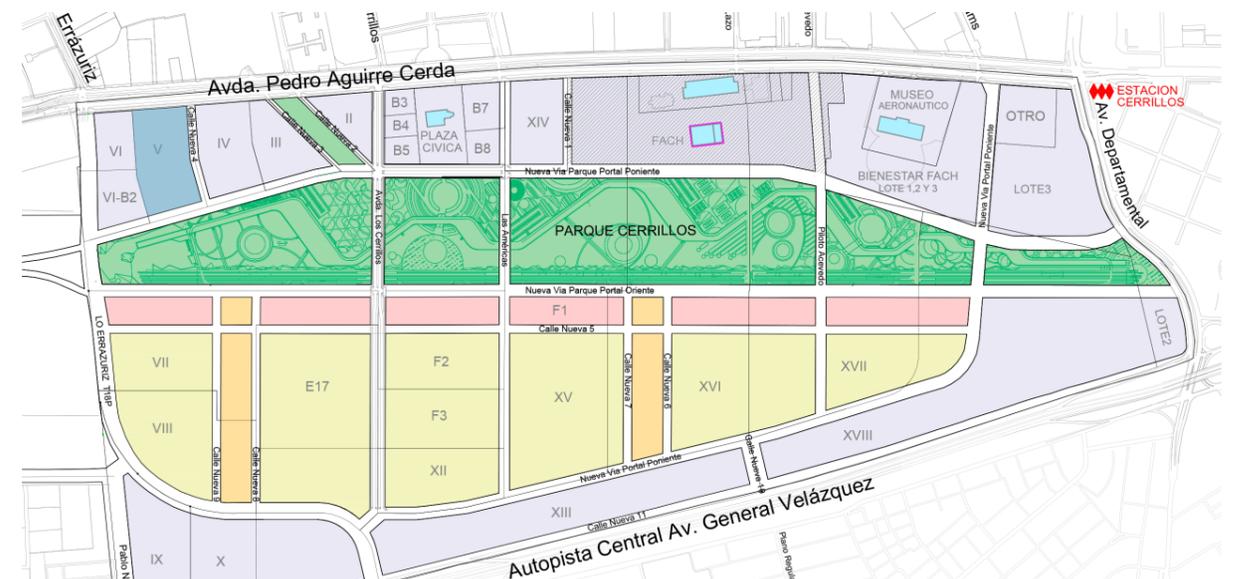


Fig 33. Elección Lote V.
Fuente: Elaboración propia en base del PRMS.

Normas Urbanísticas

| | |
|-----------------|--|
| Usos permitidos | Residencial, Equipamiento, Área verde y Espacio Público |
| Usos prohibidos | <p>-Todos lo usos de suelo no mencionados como permitidos</p> <p>- En el tipo de uso equipamiento de la clase comercio, se prohíbe los establecimientos destinados al funcionamiento de discotecas y de estaciones o centros de servicio automotor y discotecas.</p> <p>-En el tipo de uso equipamiento de la clase deporte, se prohíbe los establecimientos destinados a estadio.</p> <p>-En el tipo de uso equipamiento de la clase educación, se prohíbe los establecimientos destinados al funcionamiento de centros de rehabilitación conductual</p> <p>-En el tipo de uso equipamiento de la clase salud, se prohíbe los establecimientos destinados al funcionamiento de cementerios y crematorios.</p> <p>-En el tipo de uso equipamiento de la clase seguridad, se prohíbe los establecimientos destinados a cárceles y centro de detención.</p> <p>-El uso de infraestructura. Se prohíbe las edificaciones o instalaciones destinadas a infraestructura de transporte, energética y sanitaria.</p> <p>-El uso actividades productivas. Se prohíbe las industrias y las instalaciones de impacto similar identificadas como grandes depósitos, talleres o bodegas industriales, calificadas como grandes depósitos, talleres o bodegas industriales, calificadas como inofensivas, molestas y peligrosas e insalubres o contaminantes.</p> |

| Normas urbanísticas | Residencial | Equipamiento |
|---------------------------------------|--------------------|----------------|
| Superficie subdivisión predial mínima | 150 m ² | |
| Coefficiente de Ocupación de Suelo | 0,6 | 0,6 |
| Coefficiente de Constructibilidad | 2,4 | 2,4 |
| Altura Máxima de la Edificación | 25 m | 14 m |
| Sistema de Agrupamiento | Aislado y Pareado | Aislado |
| Distanciamiento | Aplica O.G.U.C. | Aplica O.G.U.C |
| Antejardín | 3 m | 3 m |
| Densidad bruta máxima | 600 hab/Há | No se aplica |

Tabla 3. Normas urbanísticas del lote elegido.

Fuente: Elaboración propia a base de Ilustre Municipalidad de Cerrillos. (s.f.)

3

PROYECTO



Fig 34. Vista Vivienda
Fuente: Plataforma arquitectura, (2018)

Referentes

A continuación se analiza diferentes proyectos que están diseñados en base de las estrategias bioclimáticas, partiendo con estudios volumétricos para definir la orientación y estudios de asoleamiento y ventilación del lugar, luego en la decisión del diseño arquitectónico.

1-BHP, un prototipo de vivienda multifamiliar bioclimático desarrollado en Colombia

El proyecto es un prototipo de vivienda multifamiliar que está basado en conceptos de arquitectura bioclimática; su diseño desarrolla estrategias pasivas para la mitigación de los efectos del clima de Bucaramanga que generan sensación de discomfort.

Las unidades de vivienda fueron concebidas pensando en el bienestar de los usuarios; su orientación reduce la exposición solar y favorece la ventilación natural permanente, garantizando las condiciones de confort térmico de manera prolongada y reduciendo la necesidad de utilizar el aire acondicionado.



Fig 35 y 36. Esquema vista del proyecto y su función frente a las variables climáticas del lugar.
Fuente: Plataforma arquitectura, (2018).

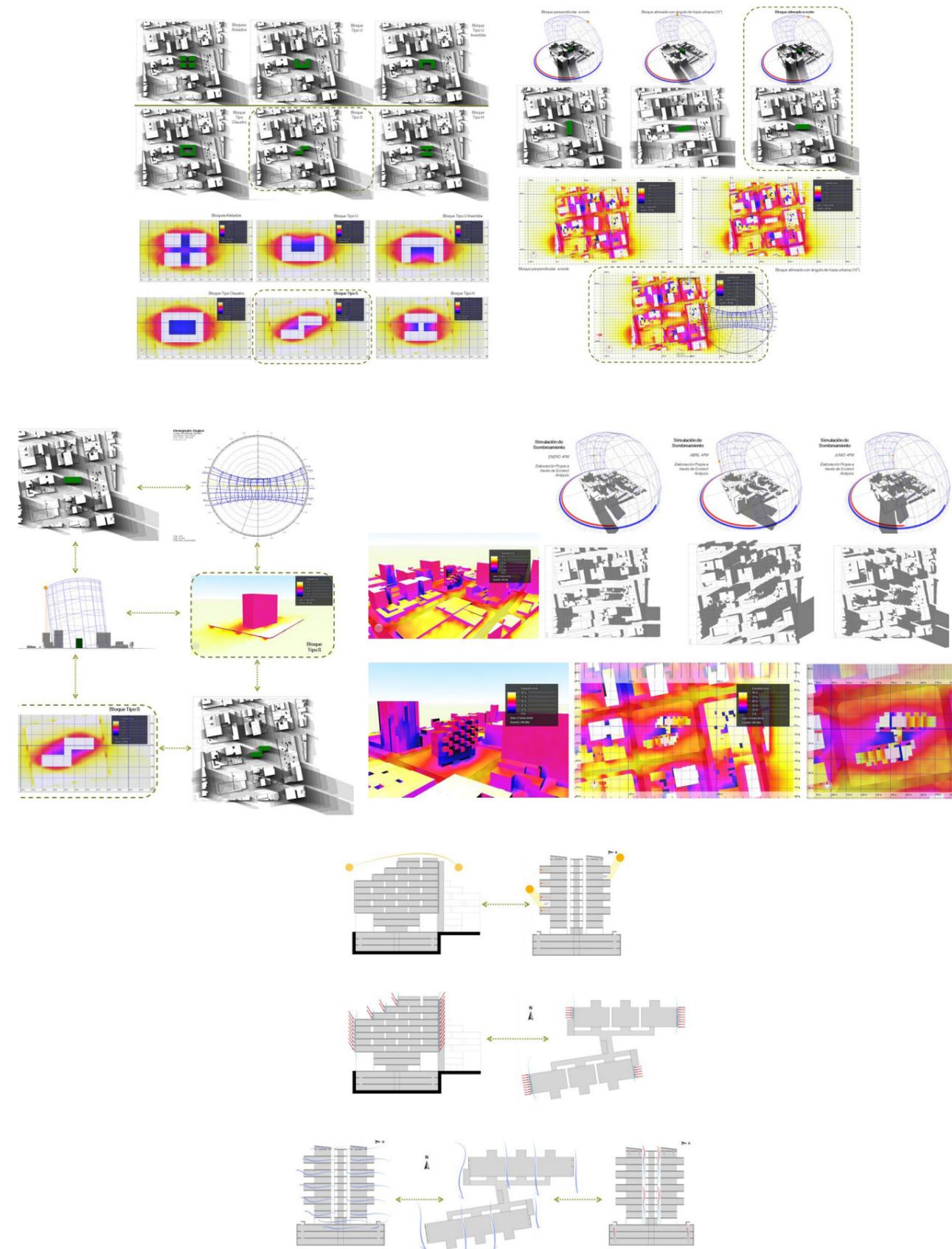


Fig 37 y 38. Estudio de volumetría que presenta mejor comportamiento frente a las variables climáticas del lugar.
Fuente: Plataforma arquitectura, (2018)



Fig 39. Vista del barrio Symbiosis.
Fuente: Plataforma arquitectura, (2015)

2-Concurso Internacional 'Architecture at Zero': Symbiosis, viviendas en modo energía cero

El proyecto consiste en un Eco-quartier -barrio residencial bajo principios ecológicos- que dialoga con su entorno urbano generando una simbiosis plena, propuesta formada por siete edificios residenciales (240 unidades) y un gran zócalo comercial que dan respuesta a un programa de energía zero de viviendas más uso comercial.

La estrategia que utilizaron parte en generar un corredor verde que conecte los diferentes equipamientos comerciales y apartamentos que se emerge en la primera planta de los 7 módulos.

Luego orientaron una de las fachadas en dirección al sur para aprovechar el máximo soleamiento y a su vez permitiendo la ventilación natural. Por consiguiente juega con los módulos extrayendo masas para la creación de espacios comunitarios, tales como huertos que a su vez

contribuyen a la captación de aguas lluvias que es luego reutilizado por el edificio.

En cuanto a la arquitectura propusieron un diseño sustentable a partir de la elección de materiales locales y durables como la madera y acero, la cual es un sistema constructivo no agresivo al entorno. Cabe destacar el diseño de la envolventes, en la fachada sur dispone de ventanas abatibles ayudando a la regulación de entrada de luz solar para el calentamiento y ventilación natural dependiendo de las estaciones del año. Por el lado norte implementaron un panel de algas que captura la radiación solar para producir energías que utilizará el mismo edificio.

Por lo cual es un proyecto muy innovador y sustentable, la cual aprovecha las condiciones climáticas y estrategias de diseño arquitectónico para que el edificio pueda alcanzar a sustentarse por sí mismo sin generar mucho impacto ambiental

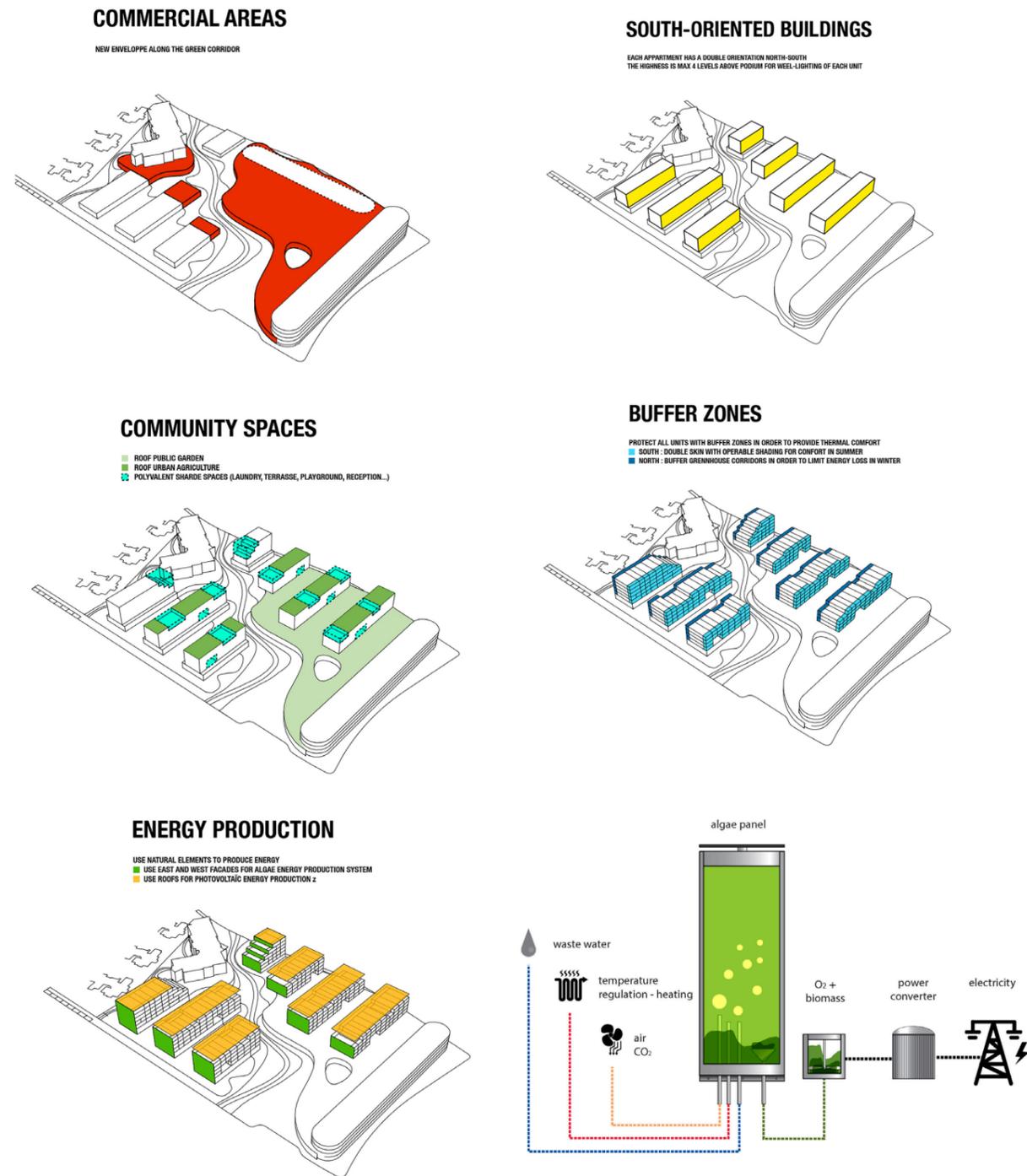


Fig 40. Estrategias de diseño.
Fuente: Plataforma arquitectura, (2015)



Fig 41. Vista exterior del barrio.
Fuente: Plataforma arquitectura, (2016)

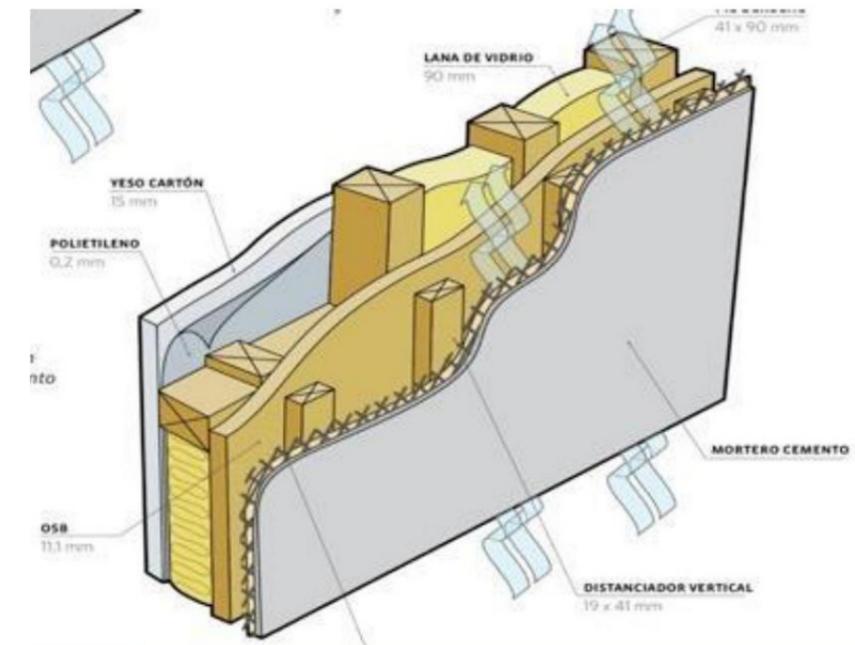


Fig 44. Sistema constructivo del muro ventilado.
Fuente: Madera21, (2016).

3- Barrio Ecosustentable oasis de Chañaral

El proyecto busca promover el uso de madera en la construcción de viviendas sociales que se caracteriza por tener más de 50 metros cuadrados por cada vivienda.

Cabe destacar que incorporaron una serie de innovaciones tecnológicas, entre las cuales destaca un muro ventilado a través del cual circula el aire. La aplicación de esta solución constructiva permite refrescar la casa durante el verano y aislarla en invierno, manteniendo una temperatura de confort de entre 16 y 25 grados Celsius el 98% del tiempo.

A su vez implementaron el uso de energía eléctrica de paneles fotovoltaicos, la obtención de agua caliente sanitaria y calefacción de sistemas solares térmicos en forma complementaria a las redes tradicionales, todo lo cual contribuye a la eficiencia energética de la vivienda y el ahorro para las familias que las habitan.



Fig 42 y 43. Huerto comunitario
Fuente: Plataforma arquitectura, (2016)



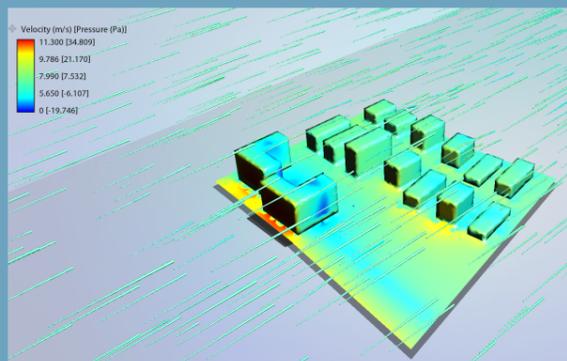
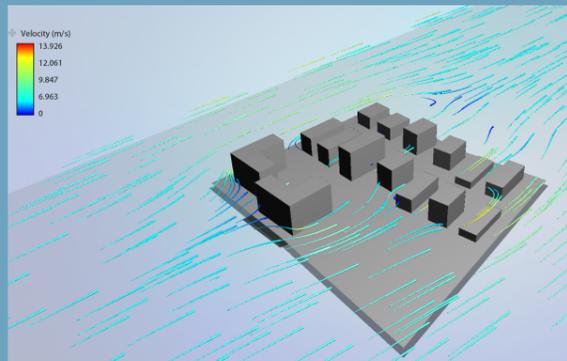
Fig 45. Vista 3D funcionamiento de la residencia.
Fuente: Plataforma arquitectura, (2016)

Estrategias de diseño

Se hizo un estudio de diferentes prototipos analizando el efecto del viento que fluye al pasar por esos módulos. Se utilizó el programa Flow Design en la cual, simula el movimiento del viento y analiza la velocidad y presión que se genera en el área, en donde más rojo hay una mayor velocidad y presión y mientras más azul existe una menor velocidad y presión.

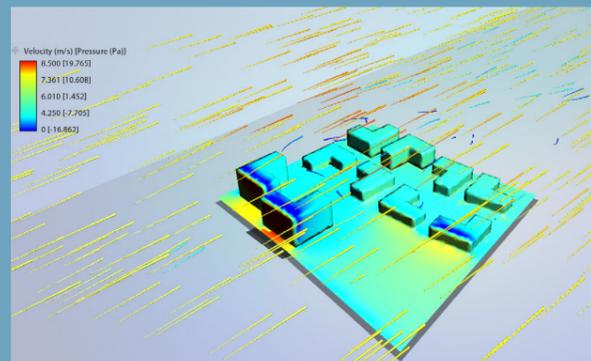
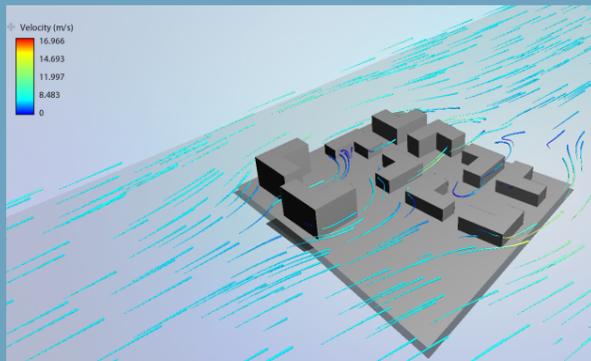
Caso 1

Los modelos planteados van en dirección paralela al viento y con una separación adecuada entre los módulos. El primer módulo de estudio es un paralelepípedo en donde muestra una circulación de viento muy fluido.



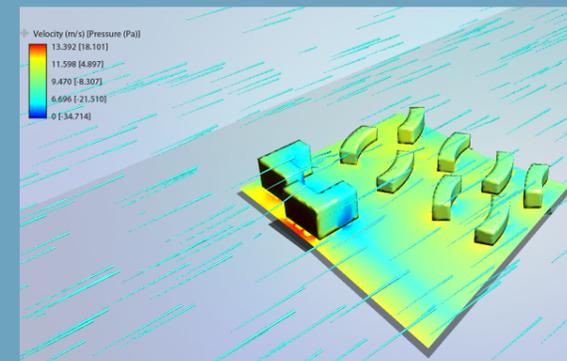
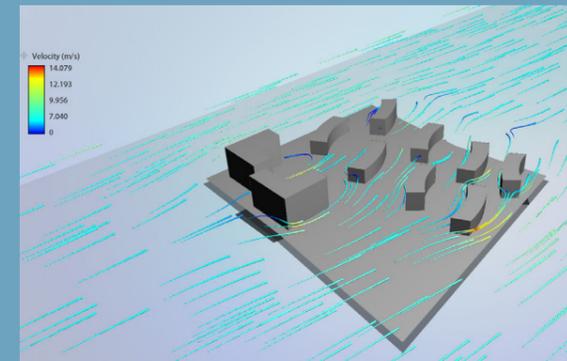
Caso 2

Luego el segundo se intentó con un volumen de forma de L se puede ver que en la fachada que va en forma perpendicular al viento genera un poco el bloqueo del viento y el espacio de contención que genera el viento tiende a generar turbulencia en la zona. Por lo que este modelo el viento tiende a bloquearse en alguna zona.



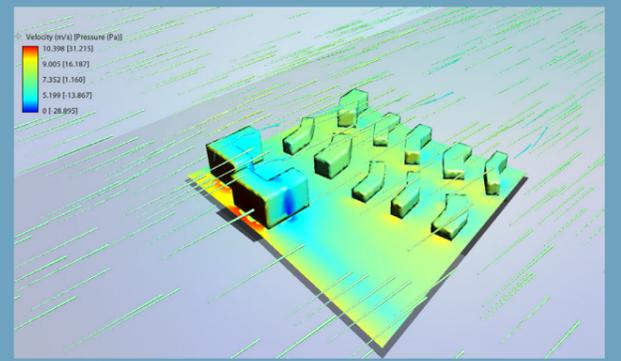
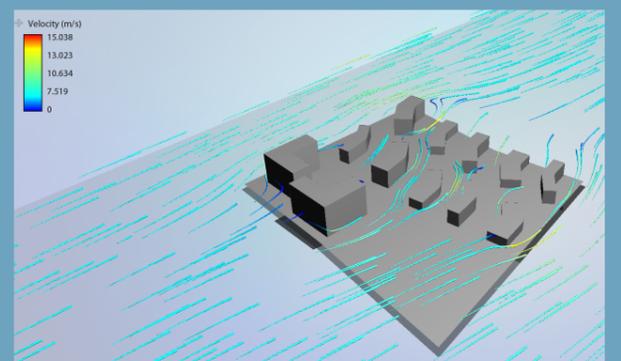
Caso 3

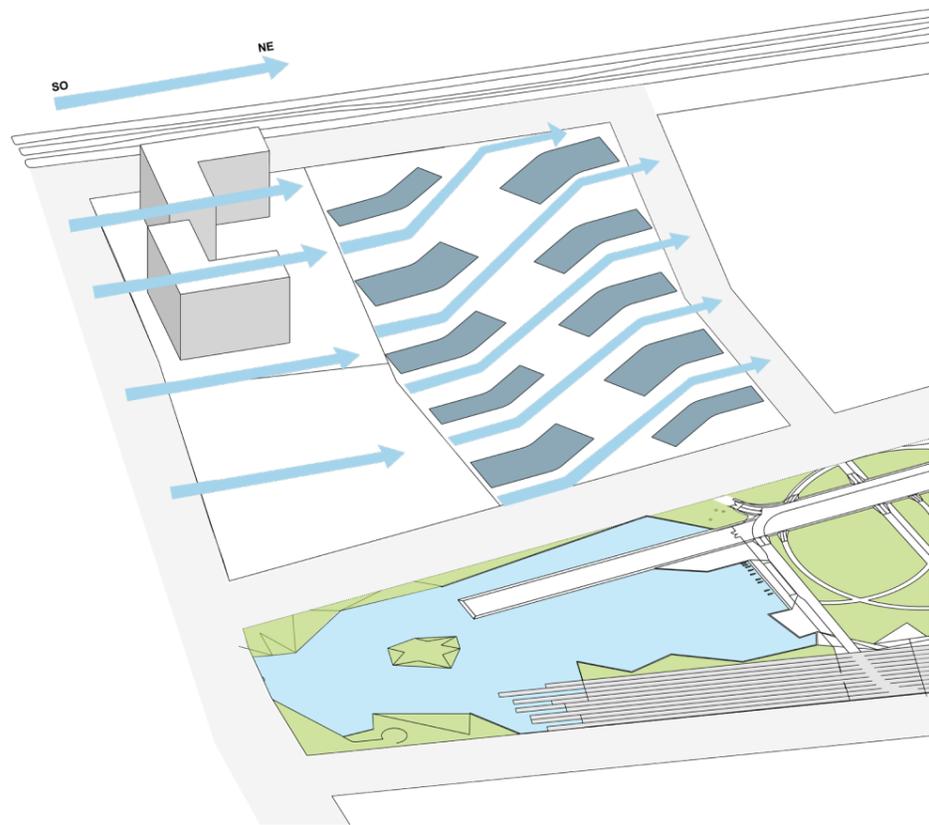
En el tercera prueba se probó con un modelo en forma rectangular curvo y que está el modelo no va en forma paralela al viento si no que está rotado a 30 °, se puede observar que en viento va en dirección siguiendo a las forma del modelo, por lo que no existe obstrucción y genera mayor velocidad y presión en la zona. Por lo que puede aportar a la disminución de la temperatura.



Caso 4

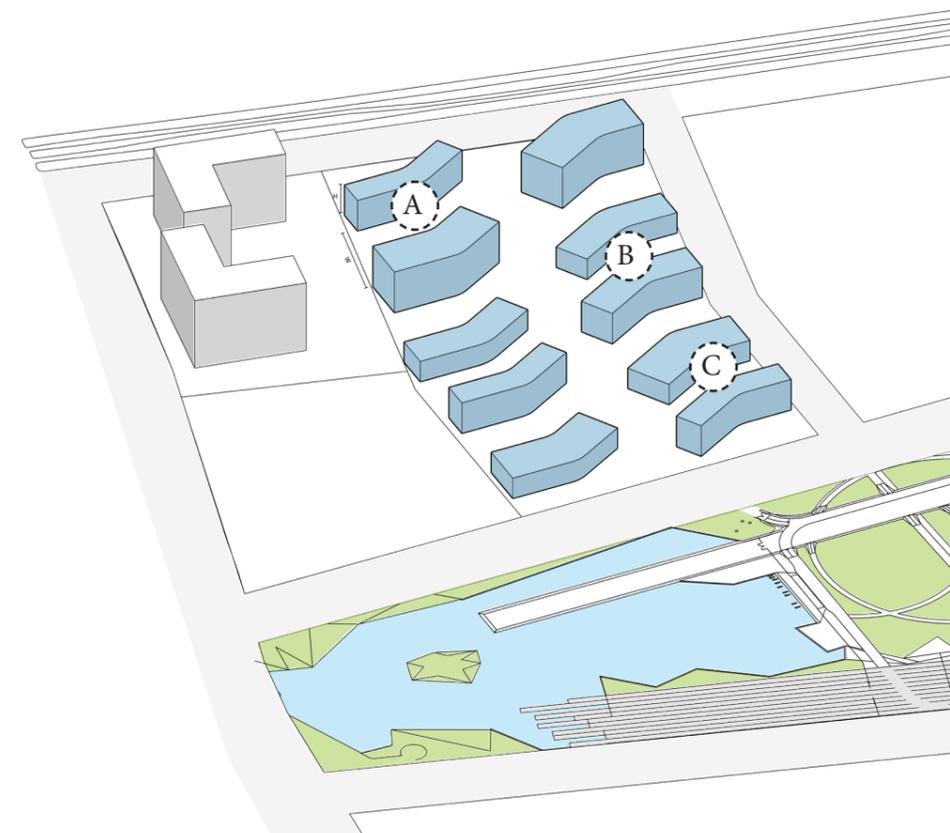
Luego el modelo final estudiado que es parecido al caso anterior tiene una forma de un rectángulo que se curva en el centro y se extiende paralelamente, en este modelo el viento pasa con más velocidad y presión en comparación con los modelos anteriores permitiendo el paso del viento sin ninguna obstrucción generado por las fachadas. Por lo cual, este será el modelo por cual se va trabajar para el proyecto.



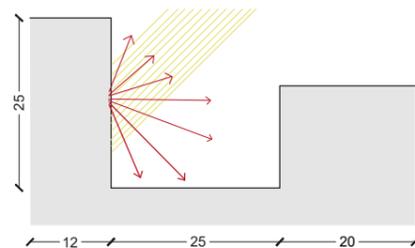


a) Orientación de los edificios en relación al viento

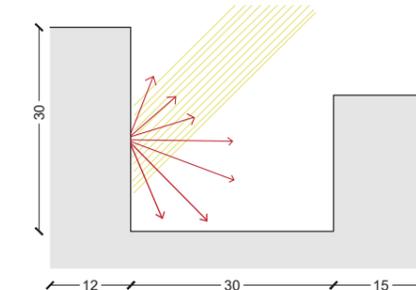
Se propone que los módulos estén orientados paralelamente o en un ángulo de 30° en dirección al viento.



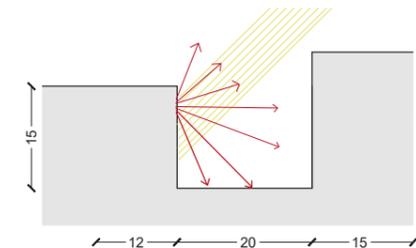
Caso A



Caso B



Caso C



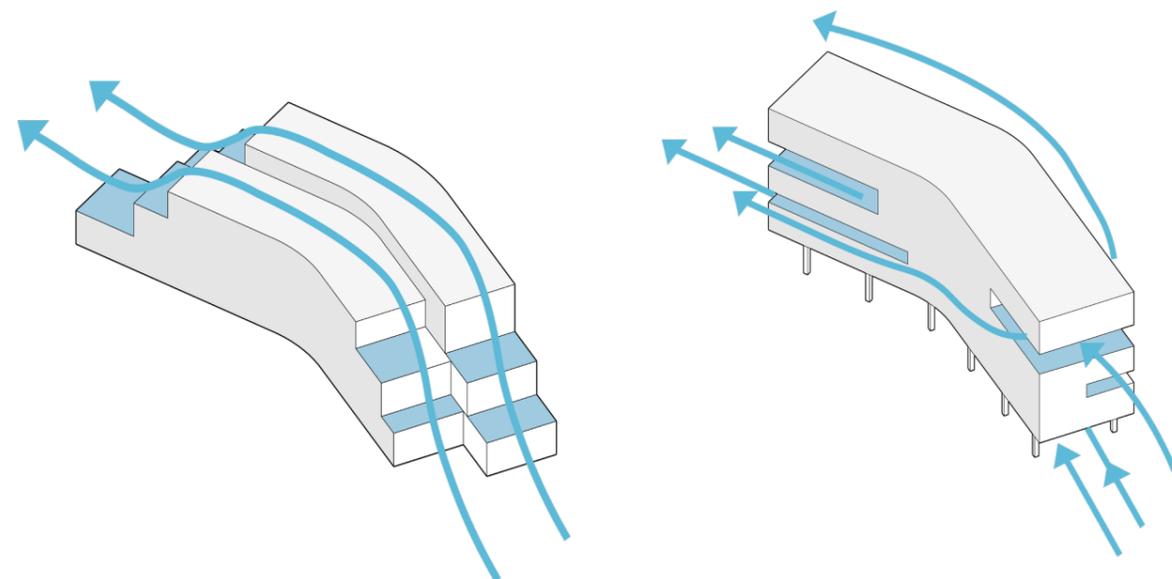
b) Relación Altura / Ancho (H/W)

Se va variar las alturas de los edificios y generar una separación moderado entre ellos, tal que H/W sea menor o igual a 1.



c) Generar corredores de ventilación y espacios abiertos

Se generan corredores verdes o de paseo paralelos y perpendiculares a la dirección del viento y estos a su vez se conectan con espacios abiertos como plazas para potenciar la ventilación y disminución de temperatura.



d) Aumentar la permeabilidad y porosidad de los edificios

Generar una menor ocupación de suelo construido y generar espacios permeables en los edificios, a través del escalonado y vacíos en plantas superiores.

Propuesta programática

Usuario objetivo

Se va proponer distintos tipos de departamentos en las cuales se van a adaptar a cada grupo familiar (familia vulnerable y de sectores medios) requerido en el Proyecto habitacional DS 19 que está exigiendo el MINVU en los edificios residenciales que se está construyendo en CPB, por lo cual después se diseña según cantidad de integrantes y tipo de usuario (adulto mayor, niño, adolescente, etc.)

| | | | |
|----------------------|---|---------------------------|--|
| Tipología de Hogares |  | Hogar unipersonal | Estudiante universitario, Divorciado |
| |  | Hogares parejas sin hijos | Pareja que está iniciando su vida laboral |
| |  | Hogares parejas c/ hijos | pareja con un hijo pareja con 2-3 hijos |
| |  | Hogar monoparental | Madre o Padre Soltero con un hijo |
| |  | Hogar extenso | Núcleo familiar que convive con un pariente del hombre o de la mujer (abuelo(a)s, tío(a)s) |

| | | | |
|-------------|---|---------------------------------------|--|
| Residencial |  | Departamentos clase media | Dormitorios, living-comedor, cocina, logia, terraza y baño |
| | | Departamentos para familia vulnerable | |
| |  | Administrativo | Hall acceso |

Programas comunitarios

Como se mencionó anteriormente 39% de los hogares de la comuna presenta personas dependientes y/o adultos mayores. Por lo cual se propone espacios colectivos para la integración social a través de diferentes programas que se distribuye en los otros pisos para que puedan realizar dentro del mismo edificio residencial.

| | | | |
|-----------------------|---|----------------|---|
| Espacios comunitarios |  | Recreación | salas multiusos, gimnasios, piscina, talleres, sala de recreación |
| |  | Servicios | ascensor, escaleras, lavandería, quinchos, bodegas |
| |  | Rehabilitación | Terrazas, Módulos de estudios o salas de lecturas, Huertos comunitarios |

Equipamientos comercial y espacio público

Se va implementar servicios comerciales en la primera planta del edificio para las familias que tengan o quieran tener una pyme o microempresas, ofrecerles un lugar y facilitar la cercanía de esta. A su vez en generar equipamiento verdes y deportivos en el espacio público

| | | | |
|---------|---|-------------------------|---|
| Público |  | Comercio en primer piso | Farmacias, locales de alimentos, minimarket y comercio menor, talleres. |
| |  | Estacionamientos | Estacionamientos subterráneos |
| |  | Espacios para el ocio | Plaza pública, paseo duro, huertos comunitarios. |

4

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Williams, C. (2019). “Intensidad de las islas de calor urbanas superficiales en las principales conurbaciones de la V región de Valparaíso y factores geográficos explicativos para el caso específico de la conurbación del gran Valparaíso.” Tesis de título profesional, Universidad de Chile.

Romero, H., & Molina, M. (2008). Relación espacial entre tipos de usos y coberturas de suelos de islas de calor en Santiago de Chile. In *Anales Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas* (Vol. 1, No. 1, pp. 223-230).

García, F. F., & Martilli, A. (2012). El clima urbano: aspectos generales y su aplicación en el área de Madrid. *Revista Indice* (50), 21-24. En línea: <http://www.revistaindice.com/numero50/p21.pdf>

Bozonnet, Emmanuel, Belarbi Rafik & Allard Francis, (2006). Modelling air flows around buildings in urban environment. International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, Milos Island, Greece, July 2006.

Carrasco, C., Palme, M., & Galvez, M. A. (2016). Factor de cielo visible y el efecto de isla de calor en Valparaíso. *Urbano*, 19(34), 26-33. Recuperado a partir de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/2614>

Naredo, J. M. (2000). Sobre la insostenibilidad de las actuales conurbaciones y el modo de paliarla. *Gaceta Ecológica*, (55), 21-40.

Oke, T.R., Johnson, G.T., Steyn, D.G., & Watson, I.D. (1991). Simulation of surface urban heat islands under ‘ideal’ conditions at night part 2: Diagnosis of causation. *Boundary-Layer Meteorology*, 56, 339-358.

Liliana, N., Norma, E., & Alicia, M. (2012). Índice de reflectancia solar de revestimientos verticales: potencial para la mitigación de la isla de calor urbana Solar reflectance index of façade coatings: mitigation potential of urban heat islands. *Ambiente Construido*, 12(3), 107-123.

Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. A. (2017). *Urban climates*. Cambridge University Press.

Nieto, K. R. T., & León, J. M. De. (2019). *Microclima y Confort Térmico Urbano* 1. 23(1). <https://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.04>

M. (2013). Manual de desenho bioclimático urbano. Manual de orientações para a elaboração de normas urbanísticas.

Cabras, E. (2014). Efectos de la morfología de las calles en el fenómeno de la isla de calor urbana en la ciudad de Barcelona. Tesis para Máster Arquitectura, Energía y medio ambiente. Universidad Politécnica de Cataluña.

Romero, H., Salgado, M., Smith, P., & Salgado, M. (2010). CAMBIOS CLIMÁTICOS Y CLIMAS URBANOS: Relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile 1 CLIMATE CHANGE AND URBAN CLIMATE: Relations between thermal zones and the socioeconomic conditions of the population of Santiago. November, 151-179.

Roth, M., Oke, T. R. & Emery, W. J. (1989). Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology. *International Journal of Remote Sensing*, (10): 1699-1720.

Voogt, J. A. & Oke, T. R. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, (86): 370-384.

Honjo, T.; Narita, K.I.; Sugawara, H.; Mikami, T.; Kimura, K. & Kuwata, N. (2003). Observation of cool island effects in urban park (Shinjuku Gyoen). XV International Conference on Urban Climates, Warsaw, Sept. 1- 5. Poland.

Rohinton, E. (1999). Urban Heat Island & Cooling Load: The case of an Equatorial City. *Architecture, Energy & Environment*, 16(8): 1-16.

Santamouris, M; Synnefa, A; Karlessiet, T. (2011). Using Advanced Cool Materials in the Urban Built Environment to Mitigate Heat Islands and Improve Thermal Comfort Conditions. *Solar Energy*, v. 85, n. 12, p. 3085-3102.

Doulos, L.; Santamouris, M.; Livada, I. (2004). Passive Cooling of Outdoor Urban Spaces: the Role of Materials. *Solar Energy*, v. 77, n. 2, p. 231-249.

Chicas, J. C. (2012). Morfología urbana y clima urbano estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañón urbano e índices de confort térmico. [Tesis magistral]. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Andreou, E., & Axarli, K. (2012). Investigation of urban canyon microclimate in traditional and contemporary environment. Experimental investigation and parametric analysis. *Renewable Energy* 43, 354-363.

Bustamante, C., Jans, M., & Higuera, E. (2014). El comportamiento del viento en la morfología urbana y su incidencia en el uso espacial del espacio público, Punta Arenas, Chile. *Revista AUS*, (15), 28-33

Ng, E. (2009). Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong. *Building and Environment*, 44, 1478-1488. doi:10.1016/j.buildenv.2008.06.013.

Ilustre Municipalidad de Cerrillos. (2019). Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). Recuperado de <http://www.mccerrillos.cl/pdf/PLADECO/>

Ilustre Municipalidad de Cerrillos. (s.f.) Plan Regulador Comunal de Cerrillos. Recuperado de <http://www.mccerrillos.cl/cerrillos/plan-regulador-comunal-de-cerrillos>

Ilustre Municipalidad de Cerrillos. (s.f.) Normas urbanísticas por zonas de la comuna de Cerrillos. Recuperado de <http://www.mccerrillos.cl/cerrillos/plan-regulador-comunal-de-cerrillos/>

Gonzalez, R. (2010). El proyecto “Ciudad de Viento”, Portal Bicentenario, Cerrillos: fecundidad de una idea modelo de diseño urbano sustentable. *Revista de Urbanismo*, N°22.

Ilustre Municipalidad de Cerrillos. (s.f.) Normas urbanísticas por zonas de la comuna de Cerrillos. Recuperado de <http://www.mccerrillos.cl/cerrillos/plan-regulador-comunal-de-cerrillos/>

Valencia, N. (2018). BHP, un prototipo de vivienda multifamiliar bioclimático desarrollado en Colombia. Plataforma Arquitectura. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/886708/bhp-un-prototipo-de-vivienda-multifamiliar-bioclimatico-desarrollado-en-colombia?ad_medium=gallery

Valencia, N. (2015). Concurso Internacional «Architecture at Zero»: Symbiosis, viviendas en modo energía cero. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/760784/concurso-internacional-architecture-at-zero-symbiosis-viviendas-en-modo-energia-cero>

Martínez, C. (2016). Inician construcción del primer barrio ecosustentable de Chile en Chanaral, Región de Atacama. Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/784672/inician-construccion-del-primer-barrio-ecosustentable-de-chile-en-chanaral-region-de-atacama>.

Pizarro, D. (2016). “Ciudad Parque Bicentenario”: ¿Desarrollo Urbano integrador o lucrativo? PROYECTO URBANO CONTEMPORANEO: TEORIA Y CRITICA. https://proubcon.wordpress.com/2016/06/10/ciudad-parque-bicentenario-desarrollo-urbano-integrador-o-lucrativo/#_ftnref12

Ministerio de Desarrollo Social. (2017). Atlas de Acción Social 2017. Recuperado de: <http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/2293>

Resolución exenta N° 1058. (2020). Llama a postulación en condiciones especiales para la presentación de proyectos habitacionales del programa de integración social y territorial, regulado por el D.S. N°19, de 2016, en terreno de propiedad SERVIU de la región Metropolitana, ubicado en la ciudad Parque Bicentenario de la comuna de Cerrillos. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Resolución exenta N° 949. (2020). Llama a postulación en condiciones especiales para la presentación de proyectos habitacionales del programa de integración social y territorial, regulado por el D.S. N°19, de 2016, en terreno de propiedad SERVIU de la región Metropolitana, ubicado en la ciudad Parque Bicentenario de la comuna de Cerrillos. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Resolución exenta N° 843. (2021). Llama a postulación en condiciones especiales para la presentación de proyectos habitacionales del programa de integración social y territorial, regulado por el D.S. N°19, de 2016, en terreno de propiedad SERVIU de la región Metropolitana, ubicado en la ciudad Parque Bicentenario de la comuna de Cerrillos. Ministerio de Vivienda y Urbanismo.