

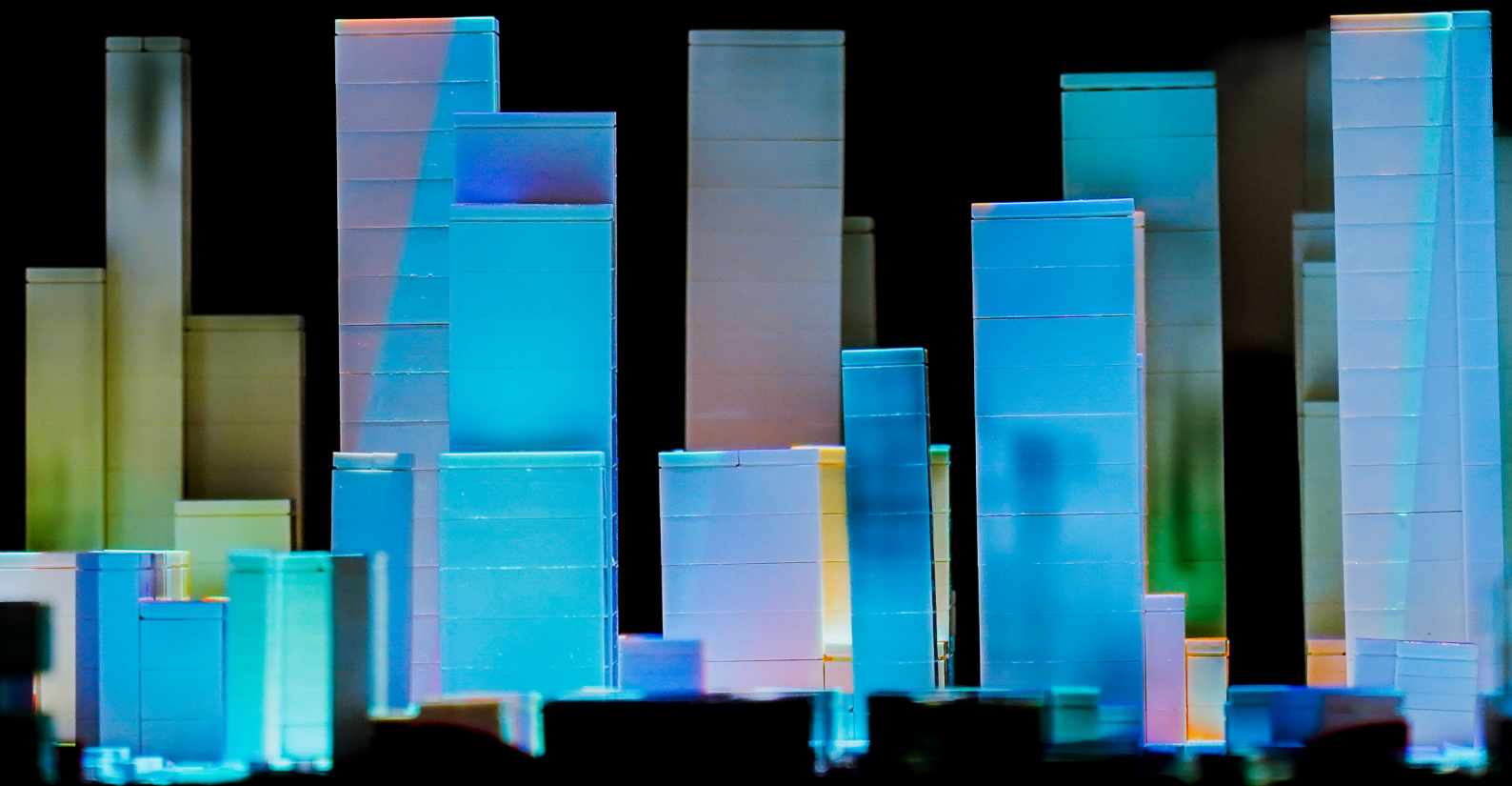
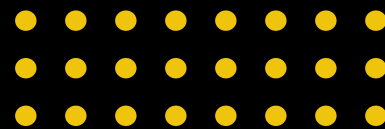
CLB

CITY LAB
BIOBÍO



CityScope Costanera Concepción

Plataforma Interactiva basada en datos para
la modelación de impactos de proyectos urbanos.





Reporte n°1

"Caso de Costanera - CityScope

Plataforma Interactiva basada en datos para la modelación de impactos de proyectos urbanos".

Concepción, 2024.

Directora de Estudios

Marcela Martínez Bascuñan

Director de Desarrollo

Miguel Ángel Marzolo Uribe

Profesional Administrativo y Financiero

Javiera Hernández Ramírez

Encargada Área SIG y Gestión de Datos

Helen de la Fuente Contreras

Profesional Ciencia de Datos

Diego Ramírez Vásquez

Profesional de Apoyo Ciencia de Datos

Yojans Cid Varela

Encargado Comunicaciones y Vinculación

Germán Fuentes Pavez

Diseñadora Gráfica Diagramación

Paula Méndez Vivallo

Socios:



CORPORACIÓN
ciudades

Colaboradores:



Índice

Introducción	4-5
I. Una plataforma para visualizar el futuro	7-8
II. Proceso Metodológico	9-16
2.1 Recopilación de datos	9
2.2 Indicadores y visualización de mapas	10-13
1. Definición y cálculo de indicadores	11
2. Placas interactivas	12
3. Generación de mapas	13
2.3 Implementación del Back End	14
2.4 Implementación del Front End	14
2.5 Implementación física de la mesa	15-16
III. Resultados	17-25
3.1. Diversidad de usos de suelo: Consolidación del rol habitacional en Costanera	18-19
3.2 Proximidad a equipamientos y servicios: Barreras en la movilidad peatonal de los barrios	20-21
3.3 Diseño urbano y brechas en un desplazamiento más conectado y seguro	22-23
3.4 Densidad: Tendencias en la concentración de habitantes y edificaciones	24
IV. Conclusiones	25-26
V. Referencias	27

RECORDATORIO

Durante la lectura puedes encontrarte con el siguiente símbolo: Pasando sobre él puedes informarte sobre las interacciones en el documento. Si tu navegador no es compatible, también puedes intentar descargarlo.



Introducción

La necesidad de integrar dimensiones como la densidad poblacional, diversidad o mixtura de usos de suelo es una de las principales políticas de ciudades europeas con miras a avanzar hacia la sostenibilidad (Hausleitner, 2019), especialmente por su vínculo con la proximidad espacial a distintos elementos urbanos (Roozkhosh et al., 2022). Desde el punto de vista de una ciudad compacta, altos índices de diversidad de usos y una alta densidad promueven una mejor accesibilidad a través de modos no motorizados, generando mayores oportunidades a sus habitantes para satisfacer sus necesidades cotidianas (UN Habitat, 2016).

Asimismo, el crecimiento urbano de las ciudades requiere prácticas de planificación y diseño urbano escalables y eficientes. Las metodologías tradicionales de planificación urbana, dependientes de procedimientos complejos y capacidades institucionales, están resultando insuficientes frente a las demandas actuales, conduciendo a patrones de desarrollo ineficientes y estáticos (Palermo, 2014). Sin embargo, el uso de herramientas colaborativas y basadas en datos puede mejorar significativamente estos procesos.

La evolución de herramientas de diseño y análisis, como CAD y GIS, de funciones e interacciones limitadas, han incluido innovaciones claves para facilitar los procesos de diseño urbano, posibilitando entornos colaborativos y basados en datos (Alonso et al., 2018). A partir de estas mejoras, proyectos como CityScope del MIT City Science Group destacan como ejemplos de plataformas avanzadas que apoyan la planificación urbana colaborativa y basada en evidencias, visualizando datos complejos, simulando impactos de intervenciones urbanas y apoyando la toma de decisiones para la ciudad, todo dentro de un proceso iterativo y tangible.

Con la perspectiva de esta experiencia global, liderada por el grupo de ciencia de ciudad del MIT, City Lab Biobío se constituye en la alianza con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el Gobierno Regional del Biobío, la Cámara Chilena de la Construcción Concepción y Corporación Ciudades, para jugar un rol crucial en este contexto de evolución en la planificación urbana.

Al incorporar la participación multisectorial, su objetivo es contribuir a la toma de decisiones en la ciudad mediante la implementación de herramientas y metodologías que permiten realizar simulaciones a escala en tiempo real, creadas a partir de datos levantados en conjunto con las comunidades y actores relevantes, tanto públicos como privados.

En este documento se presenta el desarrollo metodológico y principales hallazgos de la implementación de la primera plataforma CityScope, aplicando como caso de estudio la Costanera de Concepción, región del Biobío, que alberga tres barrios emblemáticos de la ciudad: Pedro del Río, Aurora de Chile y Pedro de Valdivia (**Figura 1**).

Las instancias de participación ciudadana multisectorial y con las comunidades permitieron identificar problemáticas que derivaron en la construcción de macro-indicadores de sostenibilidad y calidad de vida, vinculados con las dimensiones de diversidad de usos de suelo, densidad, proximidad espacial y diseño urbano. Estos fueron evaluados para un escenario actual y futuro, considerando una cartera de 75 proyectos públicos planificados para este sector. A través de este análisis, los hallazgos obtenidos ofrecen una perspectiva valiosa para los planificadores urbanos, autoridades gubernamentales, industria y ciudadanía, permitiendo una comprensión más profunda de las brechas y de la necesidad de contar con una herramienta de análisis de datos integrada.

1. Área de estudio

Los barrios Pedro del Río, Aurora de Chile y Pedro de Valdivia que constituyen el sector Costanera se sitúan en el límite sur de la comuna de Concepción, al borde del río Biobío. Este sector, con una rica historia ligada al desarrollo económico de la ciudad luego de la llegada del ferrocarril en 1884, presentó una serie de intervenciones que comienzan con los procesos inherentes a la época de industrialización de la comuna, a principios del siglo XX, seguida de la autoconstrucción de viviendas de los primeros vecinos como consecuencia del terremoto de 1939 (CEDEUS et al, 2015), ampliando el terreno de la ribera y formando una estrecha vinculación con el río.

Los nuevos habitantes de la Costanera adecuaron sus condiciones de vida con los regímenes de crecida del cauce en invierno, muchos de ellos construyendo sus viviendas sobre palafitos, a consecuencia de las recurrentes inundaciones que causaron destrucción de hogares (Rojas & Villagrán, 2008). Sin embargo, así como el río otorgaba condiciones hostiles, que se sumaban a las precarias condiciones de vida, también entregaba recreación y belleza, siendo por muchos vecinos recordado como un lugar para el disfrute y la contemplación.

Con la finalidad de superar las brechas sociales de la comunidad y con el objetivo de lograr el deseo histórico de integrar la ciudad con el río, en la década de 1990 se implementó el Plan Ribera Norte, uno de los proyectos urbanos más relevantes en las últimas décadas en el país, que tuvo por meta la renovación urbana de la Costanera, buscando solucionar la informalidad de la vivienda para alrededor de mil 400 familias y superar la marginalidad urbana (Baeriswyl et al., 2017).

Si bien avances en materia habitacional, urbanística y de infraestructura vial fueron evidenciados, los impactos post implementación del Plan están asociados a la falta de integración definitiva del barrio con la ciudad, pérdida de dinámicas sociales y sentido de comunidad, y por supuesto, la desvinculación con el río y sus recursos naturales, los que han sufrido el abandono y un deterioro progresivo.

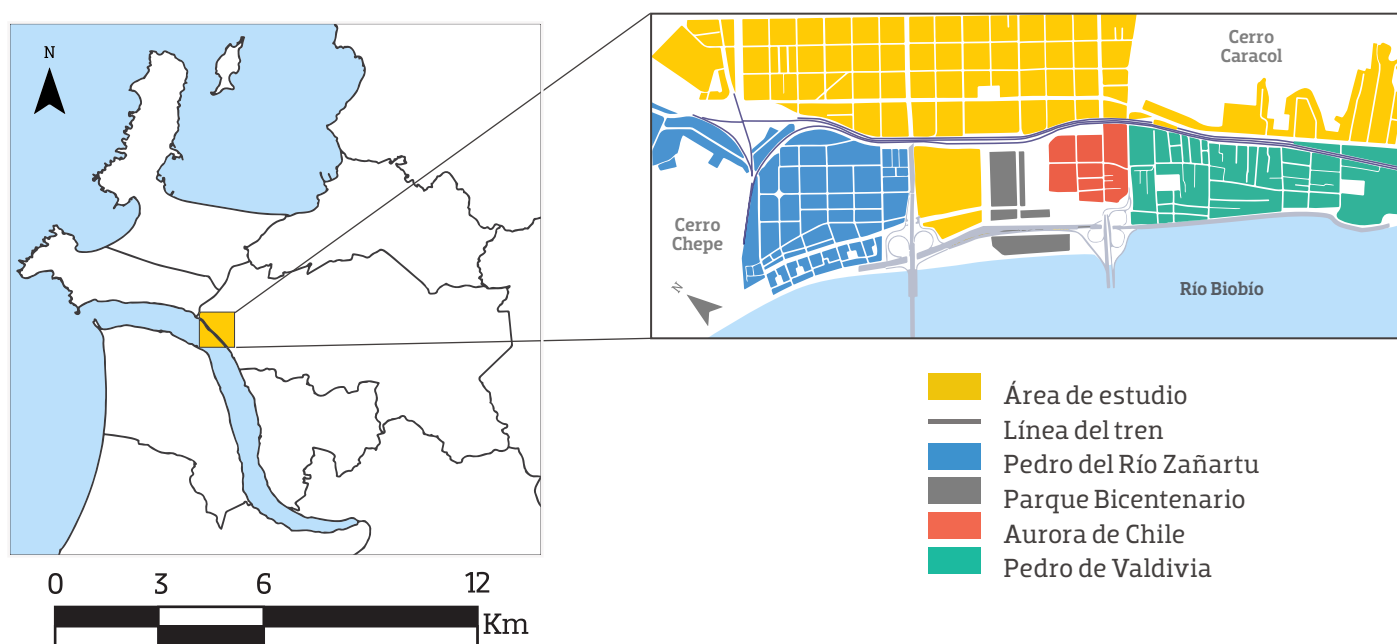
Según los últimos datos publicados por el Instituto Nacional de Estadísticas, en su Censo 2017, se tiene que un total de 15.164 personas viven en alguno de los tres barrios de la Costanera, representando un 7% de la población urbana comunal, distribuyéndose

en una superficie de 189 hectáreas, cuyos límites se encuentran claramente demarcados: desde la línea del Ferrocarril hasta Avenida Costanera, y desde Cerro Chepe a La Mochita.

Estos límites espaciales constituyen las principales barreras que impiden una completa integración entre el centro de la ciudad y sus habitantes. Para complementar esta situación, la construcción de los puentes que cruzan el río Biobío agravan esta falta de conexión interna entre los barrios.

A fecha de hoy, existe una amplia cantidad de proyectos públicos para intervenir esta área, con planes de regeneración urbana que abordan el mejoramiento de viviendas ya existentes, formalización de asentamientos informales y campamentos, ampliación de espacios públicos y comunitarios, y de conectividad. Se espera en los próximos años que los sueños de los vecinos como la generación de nuevos espacios culturales, el rediseño de infraestructuras y la valoración del entorno natural entre otros (City Lab Biobío, 2023), sean considerados en los planes y proyectos que modificarán a futuro el sector.

Figura 1: Área de estudio City Scope, Concepción -Costanera.



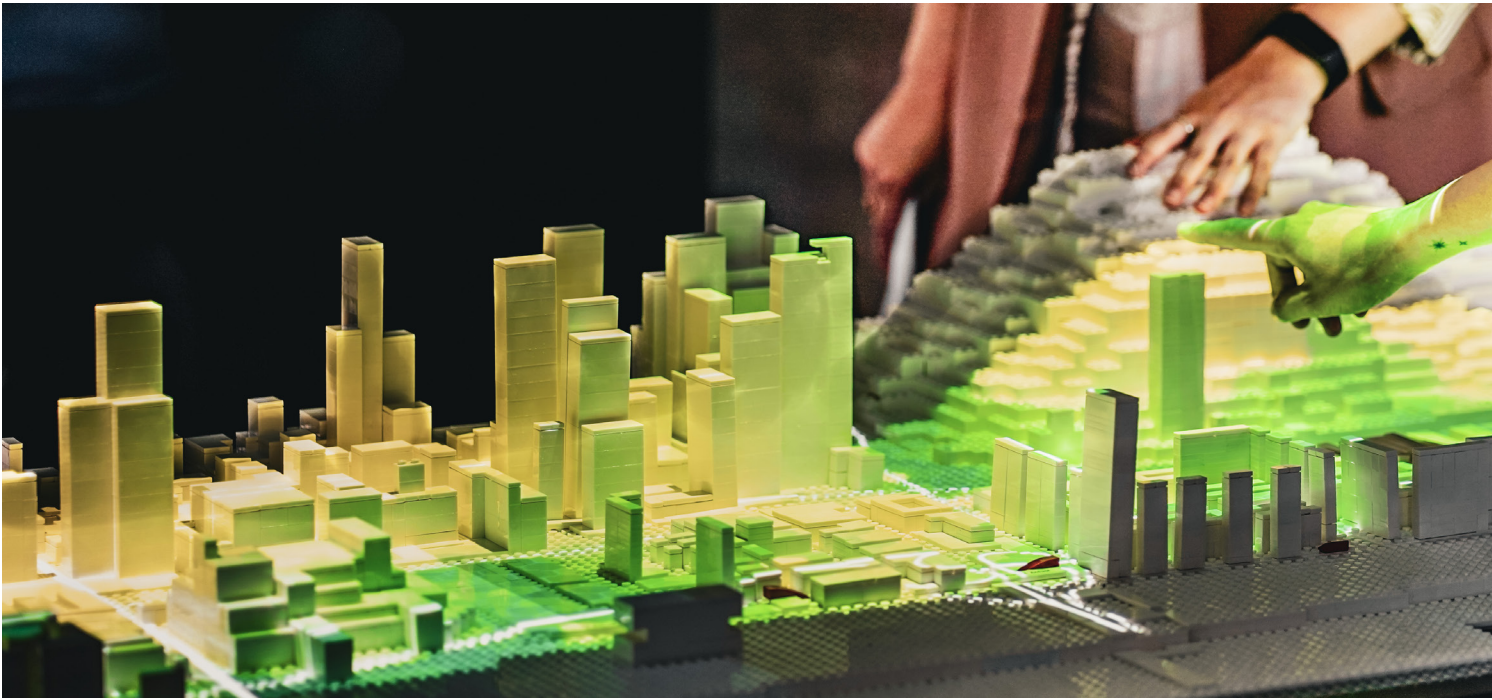


REPORTE N°1

DESARROLLO METODOLÓGICO CITYSCOPE

Caso Costanera, Concepción

Plataforma Interactiva basada en datos para la
modelación de impactos de proyectos urbanos.



1.1 Una plataforma para visualizar el futuro

CityScope permite la simulación a escala de situaciones concretas que afectan la calidad de vida de la ciudad y sus habitantes a través de la interacción con una plataforma física de la ciudad y un dashboard o panel de medición de resultados. Esto permite conocer y anticiparse al impacto generado por la construcción de diversas obras o por decisiones urbanas en barrios, parques, arterias o cualquier otro espacio del territorio.

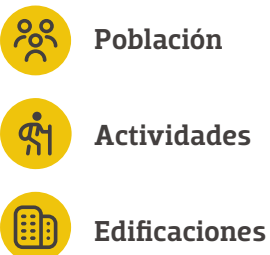
El CityScope de la Costanera se alimenta de la data obtenida desde diversas fuentes públicas, permitiendo formular distintos escenarios y proyectar en tiempo real el efecto de esas transformaciones. Actualmente la plataforma evalúa un conjunto de proyectos públicos a través de 8 indicadores que se describen en el presente documento.

PROXIMIDAD



Equipamientos
y Servicios

DENSIDAD



Población

Actividades

Edificaciones

DISEÑO



Ciclovías



Aceras

DIVERSIDAD



Usos de suelo

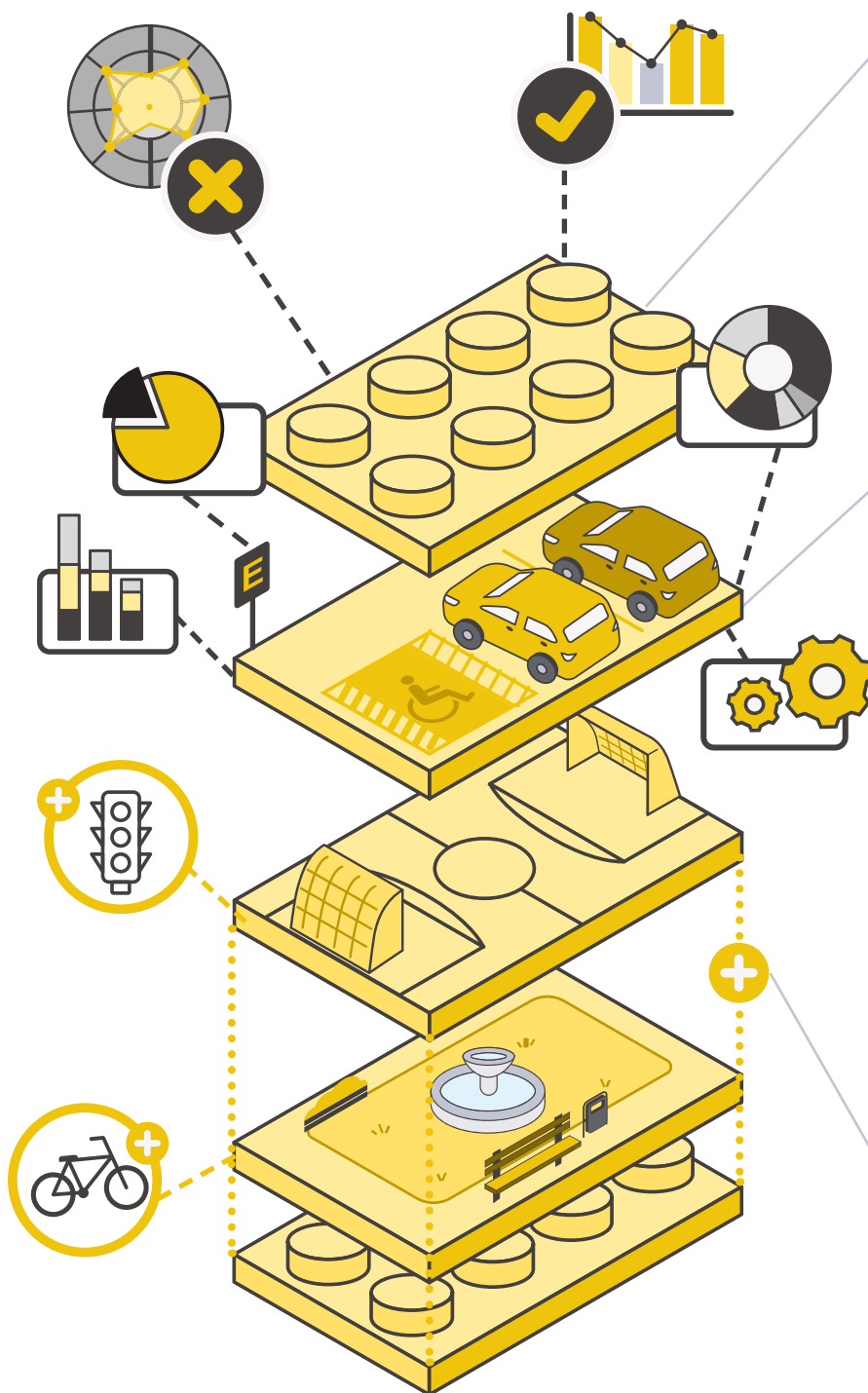
Cada uno de ellos refleja un estado de la situación actual y escenario futuro del sector Costanera en Concepción.

Figura 2: indicadores analizados.

1.2. Modelando escenarios urbanos

Los escenarios contemplados para la modelación son los siguientes:

Fig. 3 Tipos de escenarios modelados



Escenario actual

Visualización de los indicadores para la situación actual, sin proyectos públicos programados. Este escenario muestra el rendimiento de los indicadores sin la ejecución de proyectos en el área.

Escenario proyectado

Este escenario muestra el rendimiento de los indicadores considerando la cartera de proyectos programados para el sector Costanera. Estos proyectos corresponden a aquellos que se encuentran en distintas etapas de avance en el Sistema Nacional de Inversiones, ya sea a nivel de pre inversión, idea o perfil, prefactibilidad y factibilidad) y de inversión (diseño de ingeniería y proyectos con resolución satisfactoria para ejecución) (Figura 3). Este análisis permitirá conocer los impactos positivos y los desafíos que tendrá esta implementación en su conjunto en las distintas dimensiones analizadas.

Escenario interactivo (combinación de proyectos)

Permitirá anticipar el desempeño e impacto de los indicadores a nivel individual o de cartera. Para ello se trabajará con placas intercambiables, que se movilizarán en la mesa para visualizar los efectos de las iniciativas consideradas.

II. Proceso Metodológico

La implementación del CityScope se desarrolló en seis etapas, de manera independiente e interconectadas entre sí. Involucra un levantamiento de datos, creación de indicadores, definición de placas interactivas, diseño de mapas, estructuración de lógica informática back-end y construcción de interfaz front-end.

1 Recopilación de datos



La plataforma CityScope integra una cartera de **75 proyectos públicos para el sector de la Costanera (escenario futuro)**. Dentro las iniciativas se encuentran los Planes Maestros de Regeneración Urbana y Planes Urbanos Habitacionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) en los tres barrios, proyectos del Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU), una cartera de iniciativas del Ministerio de Obras Públicas (MOP) de edificación pública e infraestructura de conectividad, entre otros. Para ello, se solicitó información a través del Portal de Transparencia y en otros casos, directamente con los organismos públicos colaboradores.

Para alimentar el escenario base se recopiló, además, información a diferentes escalas, tales como persona, hogar, predio, manzana censal y barrio. Algunas de las fuentes de información provienen del Censo de Población y Vivienda (INE, 2017), Encuesta Origen-Destino (SECTRA, 2015), Cartografía Digital del Servicio de Impuestos Internos, entre otros. Una buena parte de la información fue actualizada y estandarizada. Para la implementación de la interfaz física fue necesario definir las alturas de edificaciones y digitalización de los elementos principales del área de estudio.

Fig.4 Proyectos públicos contemplados



	Cultura		Espacios Públicos		Infraestructura Transporte
	Áreas Verdes		Deporte		Ecosistemas Naturales
	Residencial		Edificaciones Públicas		



2 Indicadores y visualización de mapas

1 Definición y cálculo de indicadores

Se definieron vque responden a los lineamientos del MIT City Science Network para crear barrios más habitables, equitativos y resilientes, con el foco en analizar las transformaciones de tejidos urbanos existentes como resultado de la intervención de nuevos proyectos. Los indicadores seleccionados se describen a continuación:

Placas Interactivas

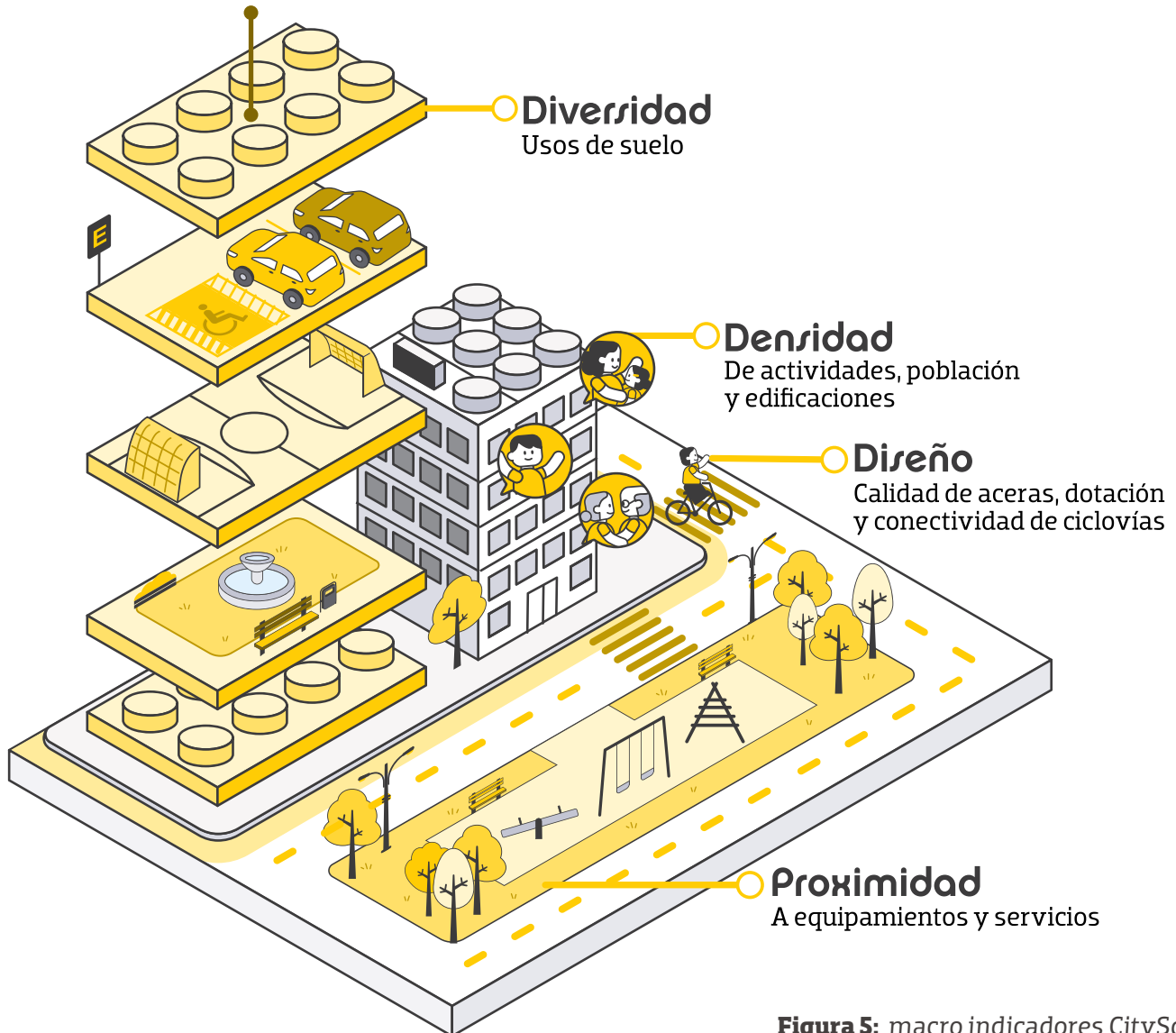
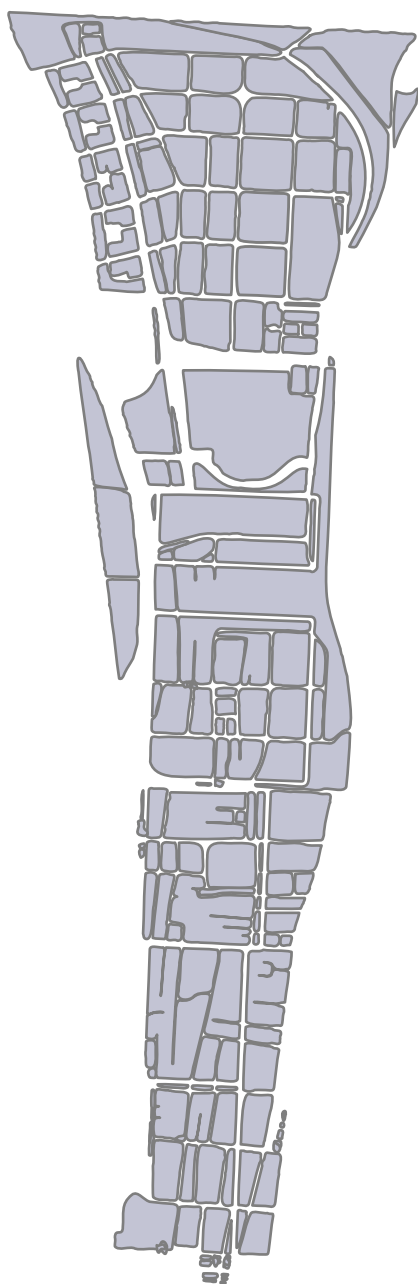


Figura 5: macro indicadores CityScope

Macroindicadores	Indicadores	Definición	Fórmula
Densidad	• Densidad de población	Mide la concentración de habitantes y evidencia indirectamente la demanda de movilidad, productos y servicios.	Cantidad de personas/ superficie hexagonal
	• Densidad de actividades	Refleja la intensidad de actividades urbanas en el territorio	Cantidad de actividades /superficie de cada hexágono
	• Densidad de edificaciones	Mide la concentración edificatoria sobre un determinado tejido urbano. Relaciona la superficie edificada sobre la superficie por cada unidad de análisis	Cantidad de construcciones/ superficie hexagonal
Proximidad	• Proximidad a equipamientos y servicios.	Muestra la población que se encuentra próxima a diferentes equipamientos y servicios. La distancia se calcula a través del modo caminata y en minutos.	Tiempo de viaje caminando desde una unidad espacial al equipamiento o servicio más cercano.
Diversidad	• Diversidad de usos de suelo	Mide simultáneamente la diversidad y frecuencia de usos de suelo en el territorio, a través de la fórmula de Shannon. Para el cálculo se incluyen solo usos de las siguientes categorías: Agrícola, Bienes comunes. Comercio, Educación y Cultura, Habitacional, Sitios eriazos y otros (usos menores a 3% de superficie).	$\sum$ Shannon - Índice de diversidad de Wiener
Diseño	• Dotación de ciclovías	Cobertura de la red de ciclovía sobre la red vial	$\sum$ Metros lineales
	• Calidad de aceras	Muestra el estado y de la red vial presente en el territorio. El indicador utiliza la materialidad de las aceras para establecer un rango de calidad.	$\sum_{c=\{calles\}} m_c * f(mat_c)$ $f(mat_c) = \begin{cases} v_0 & c = 0 \\ v_1 & c = 1 \\ \vdots & \\ v_n & c = n \end{cases}$



Sector Costanera

- Pedro del Río Zañartu
- Parque Bicentenario
- Aurora de Chile
- Pedro de Valdivia

2 Placas Interactivas

Cada uno de estos indicadores fue calculado en función de la combinación de **siete placas interactivas** que operan dentro de la interfaz física que representa el área de estudio, y que integran un conjunto de proyectos públicos. Los proyectos integrados en cada placa interactiva son los siguientes:

Escenario futuro integrado

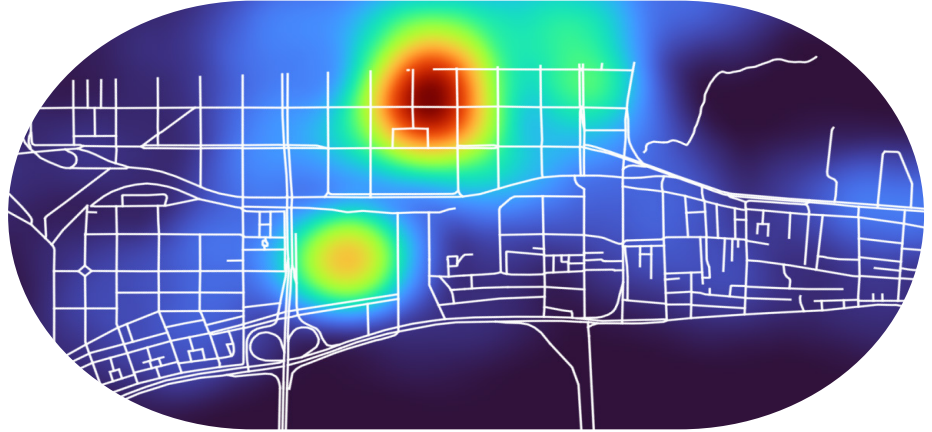
- Construcción espacio público y equipamiento comunitario enlace Puente Llacolén.
- Edificio PDI Ribera Norte.
- Mejoramiento de aceras y calzada.
- Viaducto Bicentenario.
- Mejoramiento calle Esmeralda y vialidad asociada.
- Equipamiento cultural Plan Urbano Habitacional Aurora de Chile.
- Construcción de sede JJVV 5 y Centro Comunitario.
- Construcción equipamiento Multideportivo en Pedro del Río Zañartu.
- Recuperación ambiental Humedal Chepe.
- Construcción de Red de Ciclorutas Gran Concepción.

3 Generación de Mapas

Se elaboraron 128 mapas por cada indicador y representan los cambios en cada escenario de análisis presente y futuro. Existen tres tipologías de mapas:

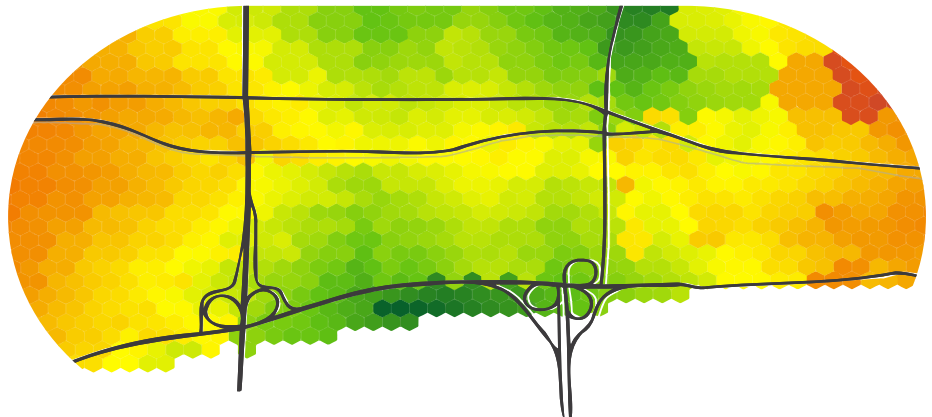
Mapa de calor

Permite visualizar de forma precisa una densidad de puntos. La densidad de elementos es representada por un tono que varía en su intensidad. Se aplica a los **indicadores de densidad de actividades**.



Mapa de gradientes

Representan una superficie continua y con una transición suave entre cada uno de los valores. Se visualizan a través de colores semaforizados, que van desde **verde para valores óptimos, amarillo valores medios y rojo para valores mínimos o desfavorables**. En este tipo de representaciones se utilizó el hexágono como unidad espacial mínima, la cual permite reducir los sesgos del efecto borde y dado que su centroide tiene la misma distancia en sus seis direcciones, permite identificar vecinos de manera más precisa. Se utiliza principalmente para **indicadores de proximidad y densidad de habitantes**.



Mapas con valores únicos

Utilizan símbolos o estilos que aplican a distintas categorías dentro del mapa. Este tipo de mapas se utiliza para los **indicadores de calidad de aceras y conectividad de ciclovías**.



Rutas Actuales



Rutas Futuras



3 Implementación del Back End

El desarrollo del sistema lógico back-end se desarrolló en dos etapas, ambas implementadas con lenguaje Python. En la primera, se utilizaron módulos especializados para la manipulación de datos y datos geoespaciales, como Pandas y GeoPanda, junto con el uso de herramientas para realizar cálculos con grafos, utilizando NetworkX y Pandana.

En este punto el foco estuvo en calcular indicadores a partir de diferentes datos de entrada asociados a las placas. Estos cálculos se realizaron para cada escenario, y permitieron generar los valores necesarios para los

mapas que se despliegan tanto en la mesa como los valores numéricos para el dashboard.

La segunda parte del back-end se centró en el manejo de los mapas y de los datos que se muestran en el front-end. Para esto se desarrolló un método utilizando Django junto con Rest Framework. Para que la experiencia sea interactiva, esta sección recibe como entrada el tipo de mapa que se desea visualizar, así como el estado actual de cada una de las placas. El mapa desplegado se actualiza dinámicamente según las necesidades y cambios en el estado de las placas.

4 Implementación del Front End

Para el desarrollo del front-end se consideraron los siguientes componentes:

1 Dashboard

Interfaz visual para mostrar de manera gráfica los datos del estado de la Costanera, según las placas intercambiables utilizadas en el momento. Con esto se pueden reflejar los cambios en los indicadores globales. Esta fue desarrollada como aplicación web utilizando HTML, CSS, Javascript y más específicamente con React.js. Se incluyeron los siguientes gráficos o componentes dentro del Dashboard:



FRONT END

1

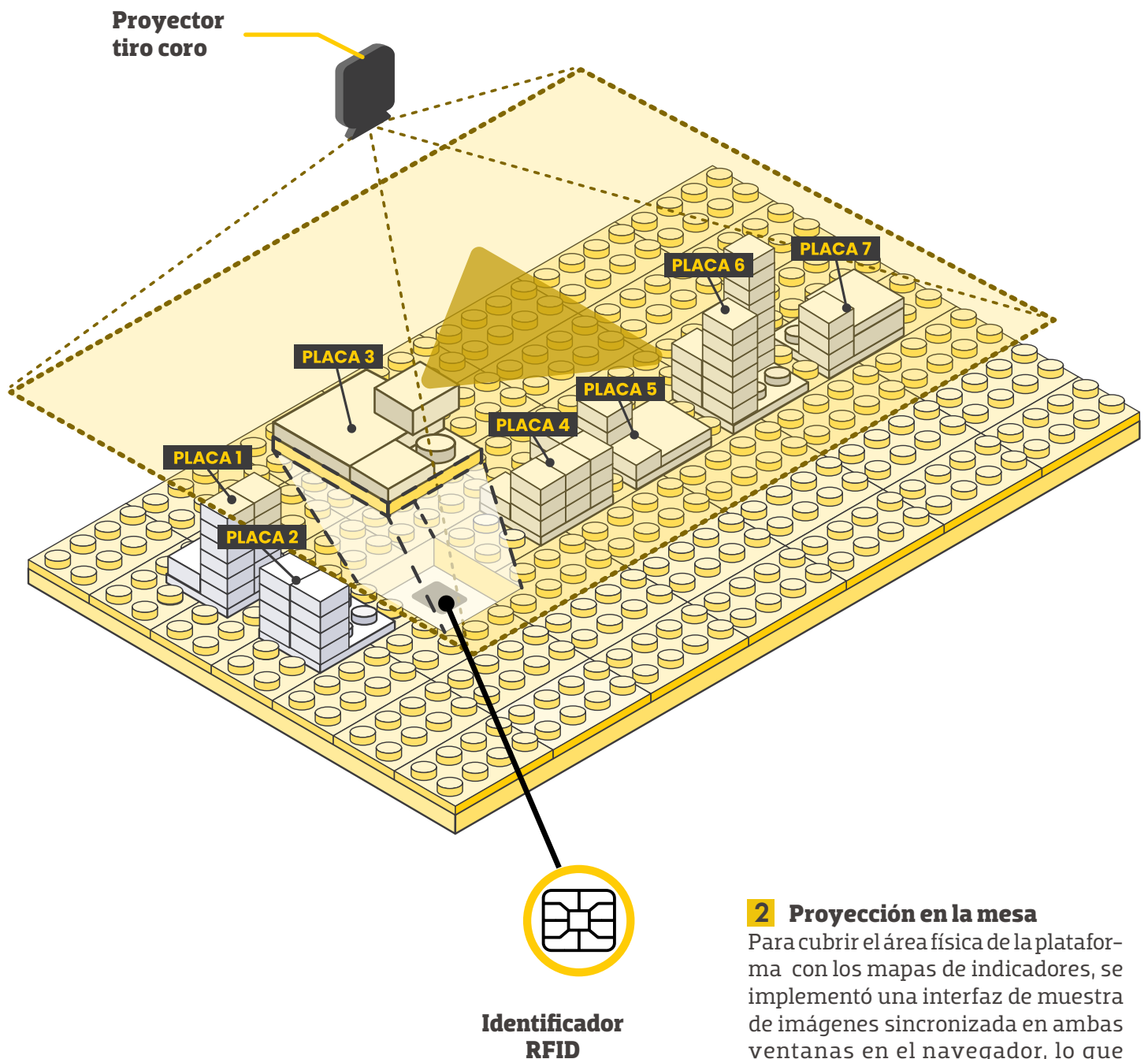
2

3

4



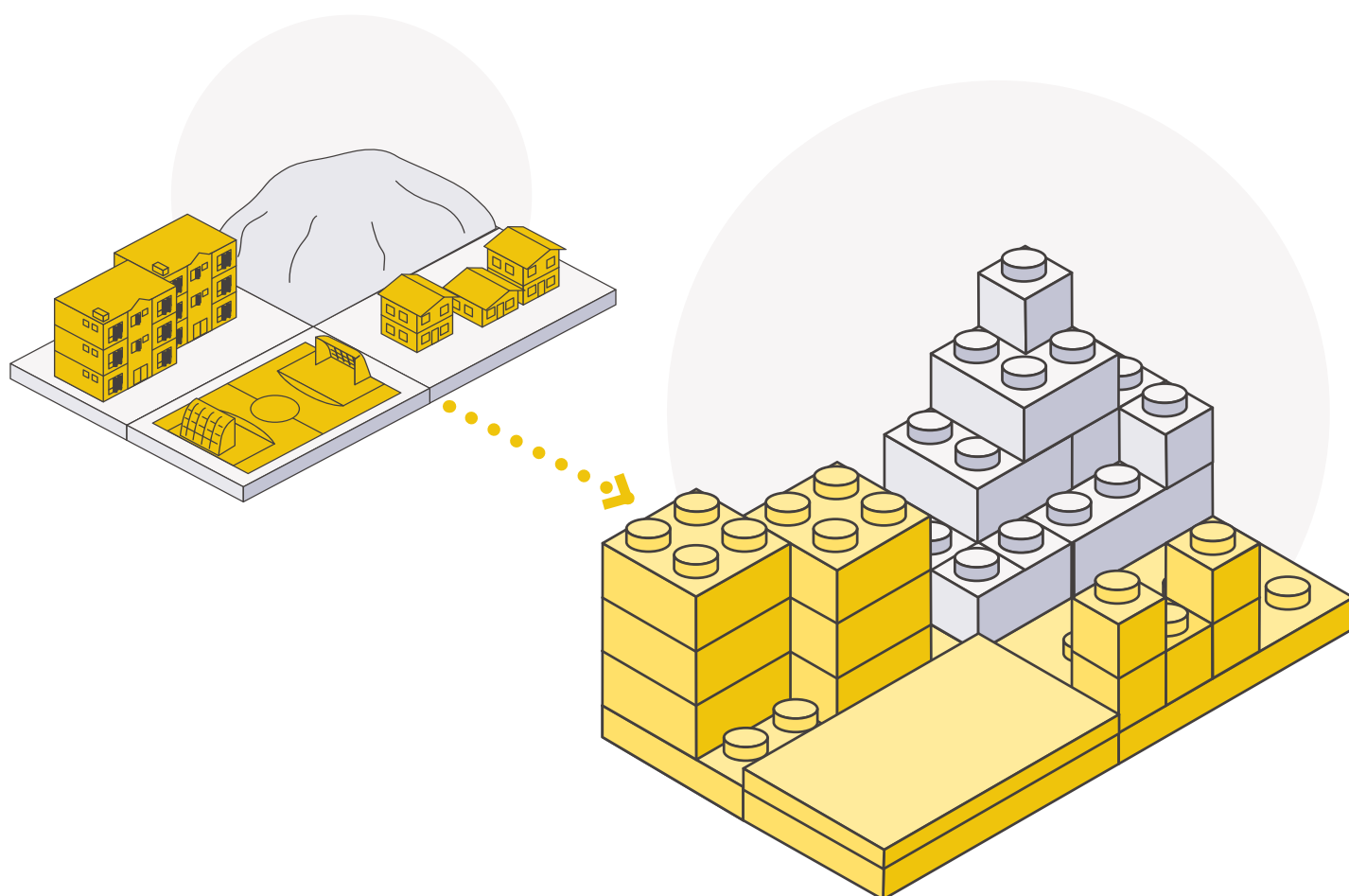
Fig. 12 Plataforma CityScope



2 Proyección en la mesa

Para cubrir el área física de la plataforma con los mapas de indicadores, se implementó una interfaz de muestra de imágenes sincronizada en ambas ventanas en el navegador, lo que permite mostrar los cambios según las placas presentes en la mesa. Para el controlador de la sincronización de la pantalla, se desarrolló una API con Python y FastAPI para recibir desde el backend los mapas a desplegar. Este se conecta a un servidor MQTT que le envía las actualizaciones a las pantallas con las que está enlazadas permitiendo la actualización en tiempo real.

Fig. 13 Proceso de "Legotización"



5 Implementación física de la mesa

Los elementos físicos de CityScope consisten en una estructura metálica para el soporte de la plataforma, una superficie de acrílico y un sistema de sensores RFID para la detección de las etiquetas que están asociados a las distintas placas intercambiables.

Para la representación de cada uno de los barrios y respectivos proyectos, fue necesario realizar un proceso de generación de un modelo tridimensional simplificado del área de estudio basado en LEGO (Figura 13). Para realizar este proceso, se utilizaron datos de la topografía del terreno y de las edificaciones georreferenciadas con sus respectivas alturas. Con la combinación de ambos datos se obtuvo la altura máxima por cuadrícula.

Finalmente, para la construcción de la plataforma interactiva se necesitaron aproximadamente 15.000 piezas de LEGO de variadas tipologías, junto a un proyector en la parte superior, una superficie de acrílico que permite la identificación de los tags (RFID) que contienen información estática de las placas intercambiables, para luego mediante sensores detectar cualquier cambio realizado en la superficie de la maqueta.





REPORTE N°1

RESULTADOS CITYSCOPE

Caso Costanera, Concepción

Plataforma Interactiva basada en datos para la
modelación de impactos de proyectos urbanos.

3.1 Diversidad de usos de suelo:
 Consolidación del rol habitacional en Costanera

Los cambios en la diversidad de usos de suelo se analizaron considerando la situación actual de la Costanera, y las transformaciones derivadas de la implementación de la cartera de proyectos públicos a futuro.

Al explorar la situación actual sobre los usos de suelo (SII, 2023), se observa un predominio de tres grandes usos: habitacional (34%), predios

declarados como sin actividad o eriazos (16%) y "Otros" (17%). Para el escenario futuro, la tendencia se mantiene hacia un uso de suelo habitacional (56%), debido a la implementación de los Planes Urbanos Habitacionales y de Regeneración contemplados por el MINVU. Con lo anterior, la categoría "Otros" disminuye su representación en los usos de suelo (11%).



Fig.14 Usos de suelo actual y futuros en la Costanera.

Fuente: Elaboración propia en base a SII (2023).

Estado Actual Estado Futuro

2 La categoría "Otros" contempla los siguientes usos de suelo: seguridad, hotel, estacionamientos, administración pública, transporte y telecomunicaciones, almacenaje y bodega, culto, deporte y recreación



Sitios Eriazos
Superficie actual **16%** del total

Un aspecto interesante a destacar es la futura transformación de los terrenos que hoy se catalogan como sitios eriazos, y que representan problemáticas para la comunidad, como la generación de focos de inseguridad, conformación de microbasurales y deterioro de espacios públicos (City Lab Biobío, 2023).

Se estima que, con la implementación de la cartera de proyectos futura, la mitad de ellos mantendrá su categoría de sitio eriazo (40%), mientras que un 19% se transformará a áreas verdes, un 18% en habitacional y 15% en oficinas. Lo restante ocupará espacios deportivos, culturales y educacionales principalmente (6%).

Los resultados del indicador de diversidad de usos de suelo, que varían entre 0 (nula diversidad) y 1 (alta diversidad), arroja en la situación actual una baja diversidad en gran parte de la superficie de los tres barrios analizados, como consecuencia de la predominancia del uso habitacional. No obstante, una alta diversidad se observa desde Avenida Prat hacia el Centro de Concepción, debido a una mayor mixtura de usos.

A diferencia de lo anterior, el escenario futuro pone de manifiesto que la diversidad incrementa en áreas cercanas al Parque Bicentenario, a consecuencia de la planificación de proyectos culturales (Museo de

la Memoria, Edificio DIBAM) y de espacios públicos (Etapa 3 Parque Aurora de Chile). No obstante, al interior de los barrios, esta diversidad se incrementa en áreas puntuales de los barrios Pedro del Río y Pedro de Valdivia, con la consolidación de plazas, parques, y equipamientos comunitarios. Sin embargo, se evidencia que el Costanera continuará con un predominante rol habitacional, considerando que, en promedio, en el área de estudio la diversidad incrementará en un **28%** para el escenario futuro.

Cabe destacar que a mayor diversidad, las distancias se vuelven más caminables, lo que reduce el porcentaje de traslados en transporte urbano, trayendo consigo un ahorro energético (Bascuñán et al., 2011) y por consiguiente, un menor impacto en el medioambiente. Asimismo, para promover una ciudad de uso mixto, es conveniente que la zonificación monofuncional se reduzca a no más del **10 o 15%** del suelo total (ONU, 2017).

La importancia de este enfoque de uso de suelo mixto trae consigo múltiples beneficios que pueden potenciar la accesibilidad a equipamientos y servicios, la caminabilidad, la diversificación de actividades económicas y la integración del transporte público, contribuyendo al desarrollo urbano sostenible (Roozkhosh et al., 2022).

3.2. Proximidad a equipamientos y servicios:
 Barreras en la movilidad peatonal de los barrios

Para entender las dificultades en la movilidad peatonal en los barrios, es necesario considerar que los ejes estructurantes como la avenida Padre Hurtado, avenida Costanera, avenida Los Carreras y la línea férrea se comportan como macrobarreras urbanas que dificultan el desplazamiento de los habitantes de la Costanera entre los barrios y fuera de ellos.

Por consiguiente, en este apartado, se analiza la proximidad como un criterio que entrega perspectiva para mejorar la caminabilidad en los barrios.

Al caracterizar el sector Costanera en función de la cercanía a los servicios básicos y equipamientos que posee, es posible visualizar que existe una distribución desequilibrada y un déficit de lugares donde se pueda asistir a actividades culturales, realizar trámites o simplemente concurrir a un centro médico.

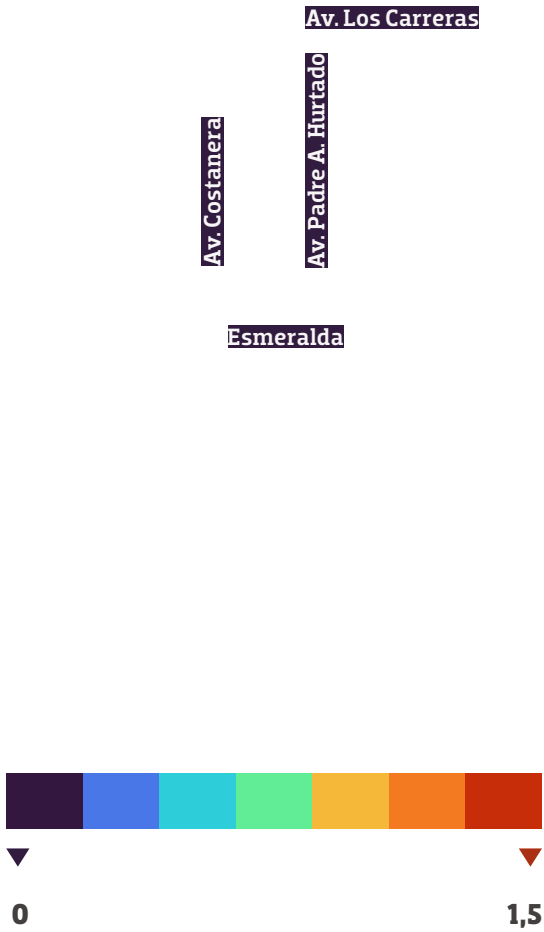
En cuanto a cifras y en base a los resultados del indicador de proximidad, los cambios más significativos respecto al escenario futuro se presentaron en la proximidad a equipamientos culturales, debido a la futura construcción del Museo Regional de la Memoria y Derechos Humanos y al Edificio de DIBAM señalado en el Plan Urbano Habitacional Aurora de Chile. Esto se refleja en una disminución promedio en los tiempos de viaje caminando de un **31,5%**, pero, a pesar de ello y tal como se muestra en la **figura 16**, aún existen zonas desfavorecidas situadas en los extremos de los barrios Pedro del Río y Pedro de Valdivia.

Respecto a la proximidad a equipamientos básicos como educación y salud, estos no presentaron mayor variación entre escenarios, debido a que la cartera de proyectos pública analizada no considera nuevos centros educativos ni centros de salud locales.

Estado Actual Estado Futuro



Fig. 16 Indicador de diversidad de usos de suelo



3 Caminabilidad o walkability, que puede definirse como "el grado en el que el entorno construido permite y alienta el caminar, proporcionando a peatones seguridad y comodidad, conectando personas con destinos varios dentro de un razonable tiempo, y ofreciendo un paisaje visual interesante" (Southworth, 2005).

Para espacios públicos como plazas y parques, se espera que estos aumenten en un **30%** producto de la recuperación de espacios residuales situados, por ejemplo, en el sector del Puente Bicentenario, o el diseño de nuevas áreas verdes contempladas en los Planes Urbanos Habitacionales. Para parques, la incorporación de un área de mitigación a un costado del río Biobío podría llegar a reducir los tiempos de caminata del sector Pedro de Valdivia en un **75%**.

En cuanto a la proximidad a espacios de uso cotidiano, los resultados indican que un **26%** de habitantes del sector Costanera debe caminar más de 10 minutos para acudir a un centro de salud, un **26%**. Asimismo, se tiene que un **64%** de las personas que viven en el área de estudio demora el mismo periodo de tiempo para acceder a un centro de realización de trámites.

Caso contrario ocurre con la distribución de puntos de abastecimiento de alimentos y servicios como la reparación de artículos, peluquerías o talleres mecánicos, ya que muestran un buen acceso por parte de los habitantes de los barrios con rangos de tiempo que varían entre los 10 a 15 minutos. En un escenario futuro se espera que los planes habitacionales contemplen zonas comerciales, boulevards y espacios destinados al comercio que fomenten aún más la economía a escala de barrio.

Por consiguiente, y para continuar mejorando los tiempos de caminata de manera integral, resulta interesante considerar nuevos puntos que faciliten el acercamiento de los barrios a los diferentes tipos de trámites que comúnmente se realizan en el centro de la ciudad, misma situación que podría ocurrir con la salud especializada.

Es del todo evidente que el indicador de proximidad demuestra que aún existen dificultades para la movilidad en distancias cortas y caminables, ya que el objetivo es que las personas de los barrios puedan satisfacer sus necesidades a pocos pasos desde sus hogares (C40 Cities, 2020).

En adición, se deben considerar las condiciones óptimas para la caminabilidad, ya que en el área de estudio se presentan cruces informales e inseguros sobre la línea del tren, deficiente calidad de las aceras, falta de iluminación y otros elementos del espacio público que generan dificultades para los desplazamientos cotidianos.



Caminabilidad o walkability, que puede definirse como "el grado en el que el entorno construido permite y alienta el caminar, proporcionando a peatones seguridad y comodidad, conectando personas con destinos varios dentro de un razonable tiempo, y ofreciendo un paisaje visual interesante" (Southworth, 2005).

3.3
 Diseño urbano y brechas en un desplazamiento más conectado y seguro

Fig. 17
 Indicador de proximidad a equipamientos culturales



En línea con algunos principios del nuevo urbanismo, para crear ciudades más amigables y a escala humana, el diseño urbano juega un papel fundamental (Medina-Ruiz, 2020). De esta manera, se analizaron algunos aspectos como calidad de aceras y dotación de ciclovías, con el fin de comprender si cumplen con la comodidad y funcionalidad adecuada.

El análisis de las aceras peatonales revela que es crucial mejorar su composición. Algunos tramos aún carecen de pavimentación, sumando un total de 17,45 kilómetros. Esta situación se agrava en sectores de la Costanera con características de informalidad de la vivienda. La ausencia de rutas pavimentadas para peatones crea barreras físicas que impiden un acceso equitativo a los espacios públicos y comprometen la accesibilidad universal.

Para un escenario futuro, se espera que estos aspectos sean subsanados en su mayoría, ya que la cartera de proyectos públicos contempla la urbanización de una buena parte de Pedro de Valdivia a través del Plan Urbano Habitacional y la ejecución final del Plan Urbano Habitacional para Aurora de Chile.

En cuanto a la dotación de ciclovías, se observó que en un escenario futuro los metros lineales aumentarán en un 51% debido al término de las obras de la vía Concepción – Chiguayante, Mejoramiento Paso Sobrenivel Esmeralda y también a la Construcción del Parque Mitigación Costanera. No obstante, en la actualidad se observan diversos puntos de desconexión en la red de ciclovías, situación que se mantendrá a futuro.

Estado Actual

Estado Futuro



Desde el punto de vista de la integración de las rutas de ciclovías, se observaron algunos puntos de desconexión en calle Temístocles Rojas, Pascual Binimellis y en el eje Sargento Aldea con Pascual Binimellis. A modo de propuesta, y para lograr un circuito pedaleable entre los tres barrios, es necesario incorporar un mínimo de dos kilómetros adicionales de ciclovía, los que permitirían recorrer el sector Costanera conectando elementos naturales como Cerro Chepe y Cerro Caracol, y a su vez generando una articulación interna de los barrios.

3.4 Densidad:
 Tendencias en la concentración de habitantes y edificaciones



Fig. 18 Indicador de densidad de población.



La densidad es uno de los indicadores más utilizados para caracterizar los tejidos urbanos (Jiménez, 2015). Para este caso, se vincula la densidad de población, es decir, la cantidad de personas por superficie, y densidad de edificaciones, que es la cantidad de construcciones por superficie, con el objetivo de encontrar un equilibrio que propicie una ciudad compacta, mixta y a su vez con una baja segregación social (Vicuña del Río, 2020).

Al analizar los datos resultantes del indicador de densidad de población y densidad de edificación, es evidente una relación inversa entre ellos, donde la densidad de suelo edificado con viviendas disminuye en un **12%** mientras que la densidad de población aumenta dado por la construcción de edificios en altura. Esta situación ocurre para un escenario futuro en el que predomina una mayor cantidad de conjuntos habitacionales de carácter público, que varían entre los cinco a diez pisos en una superficie acotada.

A futuro también se anticipa un aumento de la densidad de población en un **29%**, principalmente en sectores de Pedro del Río cruce Heras, sector Parque Bicentenario y eje paralelo a avenida Costanera en Sector Pedro de Valdivia. Es importante considerar que en base a la información recopilada, la proyección de población podría llegar a duplicarse en el caso de ejecutarse toda la cartera de proyectos públicos considerada para este estudio, sumado a edificios de viviendas de carácter privado en este sector.

Si bien para lograr ciudades más sostenibles es conveniente promover la densificación en los barrios, un escenario futuro deseado debería contemplar las posibles externalidades negativas en los barrios, como congestión y degradación del medioambiente, con la finalidad de mejorar las condiciones de habitabilidad y calidad de vida (Vicuña & Torres, 2021). Sumado a esto, en un futuro, el cambio en la morfología urbana de Costanera invita a tener en cuenta una dotación adecuada de espacios públicos con el fin de aumentar la vitalidad urbana de estos nuevos espacios residenciales.

Estado Actual Estado Futuro



Conclusiones

La primera plataforma CityScope en Sudamérica fue desarrollada para abordar los desafíos urbanos del sector Costanera de Concepción, aportando una radiografía detallada de la interacción entre proyectos y el territorio de análisis, con amplia potencialidad para transformarse en una herramienta para la toma de decisiones integrada en la ciudad.

La construcción de esta plataforma permite integrar diversas dimensiones de análisis con una mirada actual y de futuro, generando la posibilidad de articular proyectos e iniciativas de carácter público que normalmente se estudian desarticuladamente.

El caso de estudio evidenció una serie de hallazgos relevantes que deben tenerse en cuenta en la implementación de la cartera de proyectos a futuro.

Desde el punto de vista del análisis de los **usos de suelo**,

la mitad de la superficie destinada a los sitios eriazos actuales se mantendrán en esta categoría, lo que enfatiza en la necesidad de planificar estos espacios a futuro para disminuir focos de inseguridad y microbasurales.



50%

De la superficie destinada a los sitios eriazos actuales se mantendrán en esta categoría.

En el análisis de la **diversidad de usos de suelo**, se anticipa que con una serie de transformaciones en la

Costanera, la diversidad o mixtura de usos de suelo se incrementará en un 28%. Este incremento es relevante y deriva de los **Planes de Regeneración Urbana y Planes Urbanos Habitacionales del MINVU**, así como de diversos proyectos MOP, los que generan nuevos **equipamientos comunitarios, espacios deportivos, parques y espacios públicos, proyectos culturales, y la continuación de proyectos habitacionales en los barrios**. Si bien a futuro seguirá predominando fuertemente el uso habitacional, se busca avanzar en seguir diversificando los usos de suelo para consolidar un sistema de actividades que permita generar mayores oportunidades para sus residentes.



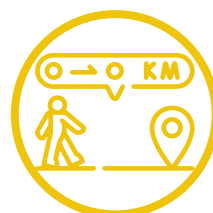
28%

Incrementará la diversidad o mixtura de usos de suelo.



Junto a lo anterior, el incremento de la **densidad de población** en áreas residenciales localizadas en las proximidades de puntos críticos de cruce de la línea férrea subraya la necesidad de considerar cuidadosamente la seguridad y movilidad en estas áreas, así como implementar medidas que mitiguen posibles impactos negativos.

En el estudio de **proximidad** se reveló que, como consecuencia de la incorporación de nuevos usos y del mejoramiento de vías peatonales y nuevas conectividades, en el escenario futuro se modela una reducción



Una reducción significativa de los tiempos de desplazamiento para acceder a equipamientos culturales y espacios públicos.

significativa de los tiempos de desplazamiento para acceder a equipamientos culturales y espacios públicos. A pesar de las mejoras, aún existe una distribución desigual de servicios básicos como educación y salud, así como zonas desfavorecidas, especialmente en los extremos de los barrios Pedro del Río y Pedro de Valdivia, donde la proximidad a equipamientos y servicios sigue siendo baja.



En esta línea, los efectos del **diseño urbano y las facilidades para peatones** son relevantes. De esta manera, para incentivar este modo de transporte, es fundamental que futuros proyectos cuenten con **rutas peatonales cómodas, seguras y que garanticen la accesibilidad universal, con la finalidad de lograr que los desplazamientos cotidianos no sólo sean accesibles sino también inclusivos.**

Al finalizar, la plataforma CityScope demuestra ser una herramienta valiosa para el estudio de diversas tipologías de proyectos urbanos, ofreciendo amplias potencialidades para la exploración y análisis a diferentes escalas. Su capacidad para simular, visualizar y anticipar los impactos de intervenciones urbanas permite a la ciudadanía y tomadores de decisiones observar de manera interactiva diversos escenarios integrados en una interfaz física, facilitando un enfoque estratégico, promoviendo una mejor integración entre los proyectos y el tejido urbano existente, y abriendo caminos hacia una planificación más resiliente y adaptativa.

Referencias

- Alonso, L., Zhang, Y. R., Grignard, A., Noyman, A., Sakai, Y., ElKatsha, M., & Larson, K. (2018).** Cityscope: a data-driven interactive simulation tool for urban design. Use case volpe. In *Unifying Themes in Complex Systems IX: Proceedings of the Ninth International Conference on Complex Systems 9* (pp. 253-261). Springer International Publishing.
- Bascuñán, F.; Bordones, D. & Reyes, J. (2011).** Efectos de la entropía urbana en el coste energético del transporte. *Revista Urbano*, vol. 14, núm. 23, 20-27 pp. Universidad del Bío Bío Concepción, Chile.
- C40 Cities. (2020).** C40 mayors' agenda for a green and just recovery. https://c40.org/wp-content/uploads/2021/07/2093_C40_Cities_2020_Mayors_Agenda_for_a_Green_and_Just_Recovery_original.pdf.
- City Lab Biobío (2023).** Explorando soluciones locales para retos globales: Re-imaginando la Costanera de Concepción. Informe 2º workshop City Lab. Disponible en: <https://citylabbiobio.cl/wp-content/uploads/2023/08/2do-Workshop.pdf>
- Hausleitner, B. (2019).** Mixed-Use City. *DASH Delft Architectural Studies on Housing* (15), 56-67.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2017).** División político administrativa y censal. Santiago, Chile.
- Jiménez Romera, C. (2015).** Tamaño y densidad urbana. Análisis de la ocupación de suelo por las áreas urbanas españolas. Tesis Doctoral. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, http://habitat.aq.upm.es/tydu/atydu_2.html.
- Medina-Ruiz, M. (2020).** La caminabilidad como estrategia proyectual para las redes peatonales del borde urbano. Barrio Sierra Morena, Usme. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2), 78-93. Epub April 04, 2021. <https://doi.org/10.14718/revarq.2020.2993>
- Naciones Unidas – Hábitat III. (2016).** Nueva Agenda Urbana.
- ONU (2017).** Los usos mixtos del suelo y sus beneficios. Disponible en: <https://onuhabitat.org.mx/index.php/los-usos-mixtos-del-suelo-y-sus-beneficios>
- Palermo, P. C. (2014).** What ever is happening to urban planning and urban design? Musings on the current gap between theory and practice. *City, Territory and Architecture*, 1, 1-9.
- Roozkhosh F., Molavi M. & Salaripour A. (2022).** Accessibility, Walkability, Mixed Land Uses: Analyzing Diverse Districts Based on Space Syntax Theory. *International review for spatial planning and sustainable development*, Vol 10 No.4 223-239 p. DOI: http://dx.doi.org/10.14246/irspsd.10.4_223
- Servicio de Impuestos Internos (2023).** Cartografía Digital SII Mapas. Disponible en: <https://www4.sii.cl/mapasui/internet/#/contenido/index.html>.
- Southworth, M. (2005).** "Designing the Walkable City". *Journal of Urban Planning and Development*. 131(4), 246-257. Recuperado de [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9488](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9488)
- Vicuña del Río, Magdalena. (2020).** Densidad y sus efectos en la transformación espacial de la ciudad contemporánea: cinco tipologías para interpretar la densificación residencial intensiva en el área metropolitana de Santiago. *Revista 180*, (45), 112-126. <https://dx.doi.org/10.32995/rev180.num-45>. (2020).art-659
- Vicuña, M., & Torres de Cortillas, C. (2021).** Alta densidad en Santiago: contribución de proyectos destacados al modelo de ciudad compacta. *ARQ (Santiago)*, (107), 82-95.



CityScope Costanera Concepción

Plataforma Interactiva basada en datos para
la modelación de impactos de proyectos urbanos.