

# Una visión de la incorporación de aspectos de sostenibilidad en la planificación de ciudades costeras del Área Metropolitana de Concepción.

## Introducción

Este artículo pretende mostrar un resumen valorativo de los resultados del proyecto “*Análisis de la Sostenibilidad Urbana de centros litorales de la VIII Región del Bío Bío (Chile)*”. *Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica*”, financiado por la Universidad de Concepción, desde el año 2006 hasta el año 2008. El proyecto surge de la necesidad de generar instrumentos que permitan valorar desde la sostenibilidad en la planificación urbana de espacios costeros del Área Metropolitana de Concepción, los cuales están fuertemente presionados por la urbanización.

Temas como el crecimiento económico, el crecimiento urbano y de la población, más el cambio climático, han hecho poner más atención en la sostenibilidad o intento de medir el desarrollado sostenible (Ooi, 2005). Como se ha difundido el crecimiento urbano es uno de los principales contruibidores de la pérdida de sostenibilidad en las ciudades y además sus consecuencias están cambiando sus estructuras urbanas. Por tanto el principal objetivo del proyecto es medir el modelo de ciudad propuesto por la planificación por medio del diseño de una metodología basada en indicadores de sostenibilidad urbana.

La importancia de la planificación urbana radica en que tiene la oportunidad de crear estructuras espaciales que satisfagan las necesidades de los ciudadanos, como señala (Girardet, 2008) es trascendente conseguir ciudades que ofrezcan habitats seguros, lugares placenteros para el trabajo y la recreación; junto con ambientes libres de polución. También se ha señalados como un punto clave para la gestión urbana para avanzar hacia la sostenibilidad (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2008).

En Chile, la Planificación Urbana se define como como el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo socio-económico (Gobierno de Chile, 2008), ésta ha cumplido un rol trascendente en el desarrollo de las comunas costeras de la Región del Biobío.

En este contexto se considera al borde costero del Área Metropolitana de Concepción como un espacio frágil, vulnerable a sus nuevos escenarios urbanos, así se escogen territorios representativos de una planificación urbana reciente. Las ciudades costeras de Coronel, Penco y Tomé, situadas en ecosistemas de planicies y con vocación portuaria e industrial, se convierten en interesantes casos de estudio, ya que han cambiado recientemente la regulación de su crecimiento urbano por medio de la ejecución de nuevos planes territoriales. Con los indicadores se intenta conocer si el desarrollo de estos centros es efectivamente equilibrado o si conducen a una ciudad más eficiente ó territorialmente más sostenible.

Se pone atención en los planes reguladores comunales porque son los instrumentos que mayor incidencia tienen en el desarrollo de la local ciudad, su mayor competencia es la regulación del uso del suelo, por tanto el desarrollo de este tipo de metodologías se hace útil y necesario para ir más allá de las normas referidas a la construcción y el desarrollo inmobiliario.

Los indicadores, se han destacado como uno de los mayores esfuerzos para evaluar los progresos en sostenibilidad. Al tener la vocación de medir impactos en este caso intentan explorar sobre las condiciones que hacen más sostenible los espacios urbanos. En este sentido la llamada *Ciudad Sostenible* se define como una “ciudad que permite a todos sus ciudadanos satisfacer sus necesidades y mejorar su bienestar, sin degradar el

mundo natural o la vida de otras personas ahora y en el futuro”(Girardet, 2008). De ésta última idea proviene la sostenibilidad urbana, entendida como el equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y sociales de la ciudad, sin degradar el entorno urbano y por ende proporcione una calidad de vida urbana (González and De Lázaro y Torres, 2005). En resumen se trata de permitir las condiciones adecuadas de habitabilidad en la ciudad y éstas se consiguen mientras se satisfagan las necesidades de los ciudadanos y se respete el medio ambiente urbano.

También se ha hablado de un desarrollo urbano sostenible, donde los costos ambientales de la urbanización no puedan ser transferidos a las generaciones futuras, se trata de la “equidad intergeneracional” (Winchester, 2006), es decir un modelo urbano que proporciona un ambiente saludable para la vida y el trabajo, posea una infraestructura de abastecimiento y saneamiento satisfactorias, presente unos servicios adecuados para el desarrollo social y económico y mantenga unas relaciones ecológicas equilibradas con los ecosistemas locales y globales (Sorensen et al., 2005). En concreto y como se puede ir deduciendo el concepto basicamente corresponde a derivaciones del desarrollo sostenible.

Estas interpretaciones han permitido identificar algunos factores que hacen más sostenible el modelo de ciudad, destacando los llamados *Dongtan Principles*, parte del proyecto de Eco Ciudad en Shanghai, China; destinado a demostrar y crear estilos de vida más sostenible (Girardet, 2008). Entre sus principales ejes está generar una ciudad compacta, estimando una densidad media de 75 habitantes por hectarea. Sumando la revisión de algunos trabajos científicos<sup>1</sup>, se sigue que los atributos de una ciudad territorialmente más sostenible serían:

- Una utilización racional del recurso suelo, tratando de reducir la expansión urbana, promoviendo el reciclaje de tejidos urbanos preexistentes y evitando los desarrollos urbanísticos de baja densidad;
- Una conjunción entre las necesidades de crecimiento y la preservación de valores naturales y culturales;
- Una estructura urbana compacta y abarcable;
- Una ordenación de las actividades que favorezca la proximidad a los ciudadanos y una distribución equitativa de los recursos;
- Un territorio donde se favorezcan las mezclas de grupos sociales, usos de suelo y funciones urbanas.

Obviamente estos atributos reflejan una aproximación al modelo de ciudad sostenible, y por supuesto generan discusión, sobre todo si nos referimos a las externalidades que produce la ciudad compacta y la residencia en altas densidades, tales como: ruidos molestos y polución; es lo que llaman “la paradoja de la ciudad compacta” (Carsjens and Ligtenberg, 2006).

Ante la actualidad y evolución del concepto parece atractivo abordar esta temática en la Región, es interesante mirar la sostenibilidad urbana como un concepto más operativo. Se conocen algunas experiencias en ciudades intermedias o aglomeraciones urbanas en proceso de transición a ciudades mayores, principalmente en ámbitos de crecimiento urbano, ecología urbana y gestión ambiental (Pauchard et al., 2006, Romero et al., 2007, Romero et al., 2001, Vásquez et al., 2005), por tanto la aplicación en territorios costeros adquiere una extraordinaria relevancia. En particular los avances de este proyecto por

---

<sup>1</sup> Franchini y Dal Cin (2000), Shane y Graedel (2000), Rueda (2002), Generalitat de Catalunya - Universidad Politécnica de Catalunya (2003), López y Hynes (2003), Maestu et al (2003), González y De Lázaro y Torres (2005), Balocco y Grazzini (2006), Carsjens y Ligtenberg (2006) y Zhang y Guindon (2006).

territorio además han sido publicados en revistas y congresos (Rojas et al., 2008, Suazo et al., 2008, Utz et al., 2008).

Finalmente se considera que el análisis de la *Sostenibilidad Urbana* constituye un aporte para interpretar los desequilibrios urbanos, aún cuando se cuente con instrumentos de planificación y regulación urbana.

### **Área de Estudio**

El Área Metropolitana de Concepción (en adelante AMC), se localiza al centro sur de Chile entre los 36 °35' y 37 °00' de latitud sur y los 72 °45' a 73 °15' de longitud oeste, ocupa un territorio costero originado por la tectónica terciaria y las regresiones marinas del cuaternario; y el pie monte de la Cordillera de la Costa, en la octava Región del Bío-Bío. Se define por los límites establecidos en su instrumento de planificación o Plan Regulador Metropolitano de Concepción (Gobierno de Chile Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, 2003), conformándose por 11 comunas aparentemente muy relacionadas que concentran un volumen de población superior a los 900 mil habitantes en un superficie aproximada de 286.000 hectareas .

Esta delimitación incluye un borde costero de 60 km, comprendidos entre el límite norte de la comuna de Tomé hasta el límite sur de la comuna de Lota, incluyendo en su totalidad a las comunas de: Concepción, Coronel, Chiguayante, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Talcahuano y Tomé (Gobierno de Chile Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, 2003).

Los territorios elegidos como representativos de una planificación urbana reciente son :

La comuna de Coronel localizada a 37° S y 73° O con un territorio de 279,60 km<sup>2</sup>, ha cambiado en los últimos años debido a la crisis de la minería del carbón y el crecimiento productivo de nuevas actividades industriales, resultados plasmados en un nuevo crecimiento urbano. De acuerdo a los datos del último censo, cuenta con una población de 95.528 habitantes de los cuales el 95% corresponde a población urbana, presentando una densidad de 341,1 hab/km<sup>2</sup> (Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2002).

La comuna de Penco, localizada a 36°44' S y 72°59' W, con un territorio de 107,8 km<sup>2</sup>, constituye un buen ejemplo de crecimiento a expensas de la capital Concepción. Originalmente su casco urbano fue desarrollado sobre una pequeña llanura fluvial local y un sistema de cordones y plataformas de erosión marina, sitio geomorfológicamente inestable, afectado recurrentemente por efectos naturales catastróficos (Terremotos Tsunamis) que ocasionan el traslado de la ciudad. En los últimos años ha pasado de 26.526 habitantes (Censo 1970) a 46.016 en 2002, de los cuales un 97% vive en la zona urban, posee una densidad de 426,8 hab/km<sup>2</sup> . (Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2002).

Por último la comuna de Tomé localizada a 36° 37' S y 72° 57' W, con un territorio de 495 km<sup>2</sup>, posee una vocación portuaria y experimentó un fuerte crecimiento producto del auge de la industria textil (1930-1970), desde esas fechas se ha estancado su crecimiento demográfico alcanzado en el último período intercensal un repunte de 6,40% y un volumen de población que alcanza los 52.440 habitantes, de los cuales el 87,1% corresponde a población urbana, presenta una densidad de 105,9 hab/km<sup>2</sup>. (Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2002).

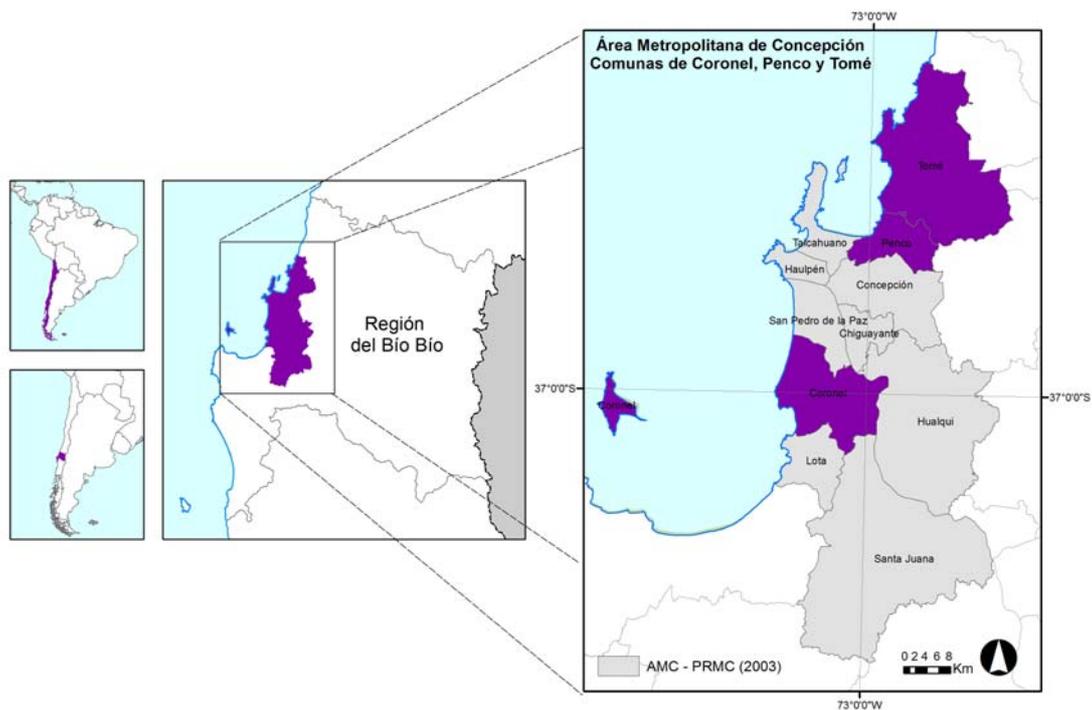


Figura N°1. Localización Área de Estudio

### Metodología

Para la evaluación de las ciudades del AMC bajo criterios de sostenibilidad del planeamiento urbanístico, se ha optado por la aplicación de indicadores territoriales y sistemas de información geográfica (SIG), éstos entendidos como aquellos que están destinados a medir las diferencias espaciales en la situación de cualquier fenómeno, y también aquellos que reconocen esas diferencias como consecuencia de la estructura espacial de la ocupación del suelo, redes de transporte, localización de recursos o tipologías residenciales.

Para elegirlos se reflexiona sobre los atributos de la ciudad sostenible, es decir condiciones que inciden directamente en el consumo de suelo, las necesidades de transporte y la distribución de los equipamientos. Posteriormente se analiza la macrozonificación del suelo urbano consolidado, urbanizable y no urbanizable de los planes, identificando particularidades hasta proponer los siguientes criterios de sostenibilidad urbana para:

**Las áreas de suelo urbano consolidado:** Se desarrollen mediante una estructura urbana compacta y espacialmente continua; densidades residenciales medias; optimización del suelo urbano, reutilización, renovación urbana, recuperación de zonas degradadas y abandonadas; mixtura o mezcla de usos de suelo, coexistencia espacial de usos, residenciales con usos funcionales o no residenciales útiles (servicios públicos, comercio y otros), facilitar la integración espacial de los usos residenciales. Evitar terciarización que no se reduzca el uso residencial; movilidad y transporte público integrado a los usos de suelo y finalmente conservación del patrimonio cultural.

**Las áreas de suelo urbanizables:** Posean densidades residenciales medias y bajas, evitando el crecimiento disperso y la proximidad a usos incompatibles; también la ocupación en zonas de riesgo; respetando las tierras de alto valor agrícola y forestal de

interés o gran fertilidad y espacio rurales valiosos; manteniendo espacios de valor paisajístico, sin degradarlos y finalmente sean un espacio de transición entre el tejido urbano y el rural que proporcione la reserva de espacio para el futuro crecimiento urbano.

Las **áreas de suelo restringido**: Permitan conservar la biodiversidad y el patrimonio natural; prevengan la ocupación en áreas de riesgos naturales y tecnológicos; preserven áreas de alto valor productivo agrario, forestal o paisajístico y protegan los sistemas hídricos.

Por último las **áreas de equipamiento y áreas verdes**: Deben abastecer a la población y responder a una buena localización espacial

A partir de estos criterios base se opta por indicadores territoriales que se organizan en tres componentes : - *Distribución de Usos de suelo, Consumo de Suelo y Calidad Ambiental* (Cuadro N°1).

**Indicadores**

**DISTRIBUCIÓN DE USOS Y ESTRUCTURA FÍSICA**

1. **Densidad de Población:** *Corresponde a la relación espacial entre la población y la superficie de la zona, se trata de representar la distribución espacial de la población en las zonas propuestas por el Plan Regulador. El resultado del cociente se expresa en habitantes por hectárea.*
2. **Mezcla de Usos de suelo:** *Relación porcentual entre los usos no residenciales útiles y los usos residenciales por zona. Se expresa en porcentaje. Los usos no residenciales útiles corresponden a: áreas verdes, comercio, servicios y equipamiento, industrial, seguridad, servicios públicos, transporte estaciones, turismo recreación.*
3. **Proximidad a Equipamientos básicos:** *Relación entre la oferta de equipamientos y la distancia que deben recorrer los ciudadanos para acceder a ellos. Se mide la distancia ponderada, en metros, desde las zonas hacia la localización de los equipamientos deportivos, de salud y educación.*

**CONSUMO DE SUELO**

4. **Consumo de Suelo:** *Porcentajes de suelo que se incorporan a la nueva superficie urbana, corresponden a los nuevos suelos urbanizables. Se miden en todas las zonas consolidadas y en las zonas de extensión y la zona de conservación histórica. Los porcentajes representados en este indicador, son las superficies que por primera vez se incorporan a una planificación y a un límite urbano.*
5. **Superficie urbanizable en áreas no aptas al crecimiento urbano:** *Relación porcentual entre la superficie identificada como limitante al crecimiento urbano y la superficie total de expansión urbana o superficie urbanizable. Lo identificado como limitante al crecimiento son superficies que se encuentran en: riesgo de anegamiento y/o inundación en zonas y bajas y pendientes fuertes (sobre 30%) y quebradas.*
6. **Suelo no construido y protegido:** *Es la relación porcentual entre la superficie no construida o no edificada en la zona restringida y la superficie total restringida de la zona.*

**CALIDAD AMBIENTAL**

7. **Población en riesgo natural:** *Es la población expuesta al riesgo, se establece una relación porcentual entre la población situada en un tipo de riesgo y la población total de la zona.*
8. **Superficie en riesgo natural:** *Relación porcentual entre la superficie en riesgo (según los tipos identificados en el Plan) y la superficie total del nuevo límite urbano. Se mide en todas las zonas del Plan Regulador.*
9. **Suelo protegido por valor natural:** *Relación entre el suelo protegido y el que se protege por condiciones naturales, se puede entender que estos suelos podrían estar sujetos a conservación por su valor ecológico*
10. **Población con acceso a zonas verdes a una distancia de 500 metros:** *Relación porcentual entre la población que accede a zonas verdes en un área de influencia de 500 metros y la población total de cada zona.*

**Datos:** Para desarrollar estos indicadores se cuenta con una completa base cartográfica cedida por la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda Urbanismo, básicamente corresponden a los datos usados para realizar los planes territoriales, por tanto se componen de levantamientos aerofogramétricos 1: 10000 y sus respectivas restituciones, además de usos de suelo, zonificación del plan y carta de riesgos naturales; todos en formato DWG manipulables en software CAD y SIG.

Antes de ser utilizados se corrige su calidad geométrica, básicamente en su topología en el software Autodesk Map 3D, específicamente con las herramientas del menú *Drawing Cleanup*. Limpiadas las entidades son convertidas a formato SHP para manejarlos en el software SIG ARCGIS en una geodatabase, ahí nuevamente son verificadas las topologías, especialmente los problemas derivados de la superposición de elementos en las capas temáticas.

Luego de estas mejoras los datos geográficos se encuentran preparados para el análisis espacial que se requerirán para el cálculo de los indicadores.

## Resultados

### Zonificaciones

Los planes diseñana una planificación urbana basada en tres grandes zonas: Áreas Urbanas Consolidadas, de Extensión Urbana y de Restricción y Riesgo.

Tabla N°1. Superficies Planificadas Planes

Zonas	Coronel	Penco	Tomé
Urbana Consolidada	699,8 (25%)	678,9 (26,3%)	1238,2 (24,5%)
Extensión Urbana	1181,8 (42,3%)	967,5 (37,5%)	1623,3 (31,4%)
Restricción y Protección	911,7 (32,6%)	928,2 (36%)	2108 (40,3%)
Total	2793,3	2574,6	4969,5

Fuentes: Memorias Explicativas Planes Reguladores.

Las Urbanas Consolidadas (en adelante UC) básicamente corresponden a los centros urbanos o cívicos, es decir los espacios que concentran los servicios y las actividades comerciales, contiguas a ellas las Extensiones Urbanas (en adelante EU), destinadas a acoger el crecimiento futuro y finalmente las de Restricción y Protección (en adelante RP), diseñadas para proteger de la presión urbanización a los recursos hídricos, las zonas expuestas a riesgos naturales y los espacios con valor ecológico (Figura N°2, 3 y 4). Es importante mencionar que cada una de estas macrozonas se subdivide y detalla en zonas específicas de uso del suelo, pero en este artículo solo nos detendremos en el análisis de la macrozonificación.

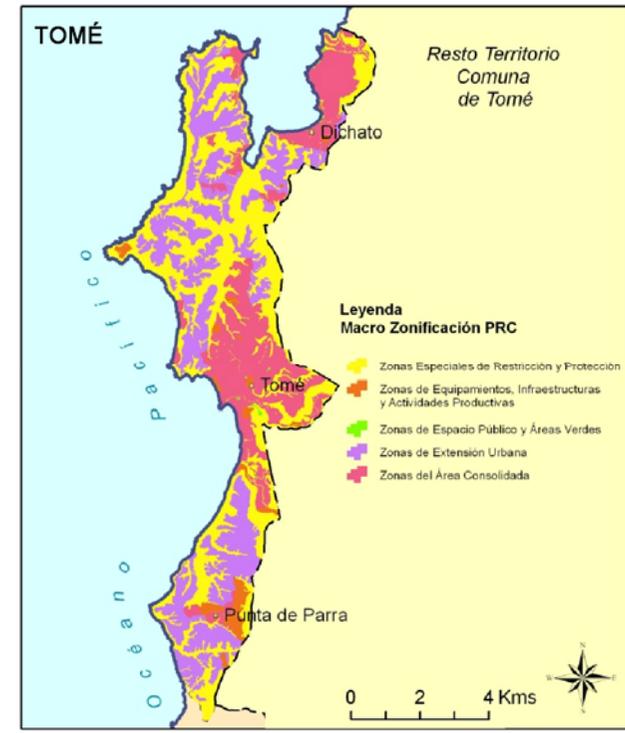
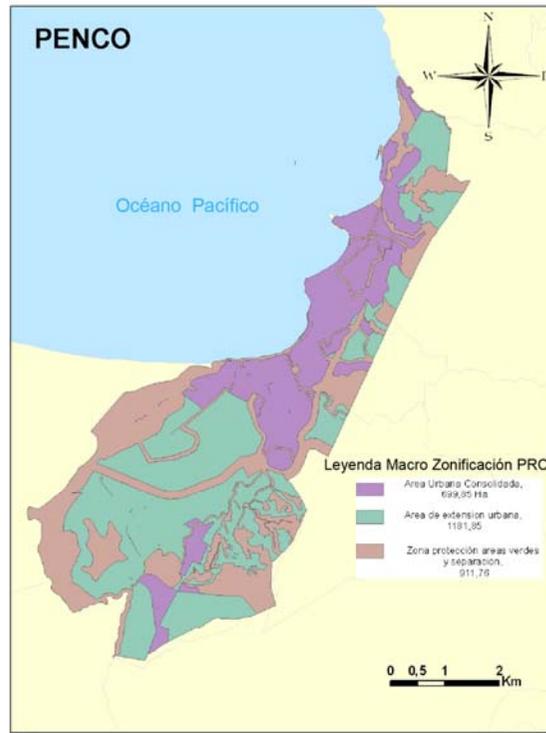
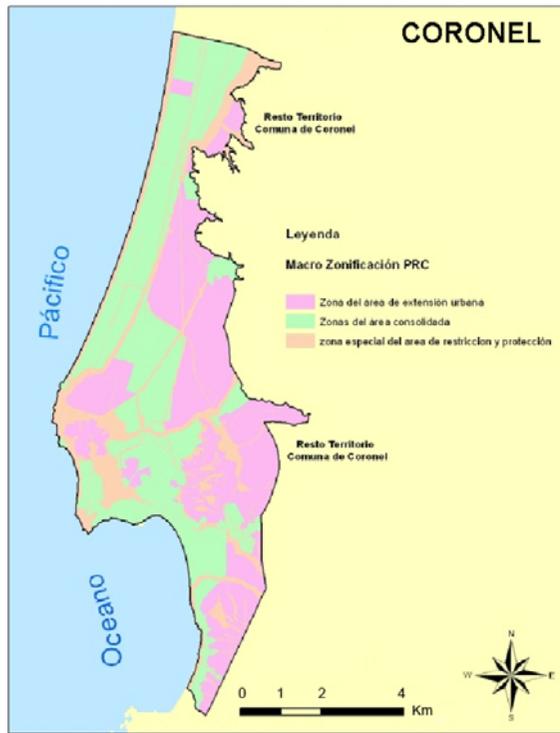


Figura N°2: Plan Regulador Comunal de Coronel – Fuente: Suazo et al., 2008

FiguraN°3:Plan Regulador Comunal de Penco – Fuente: Utz et al., 2008

Figura N°4: Plan Regulador Comunal de Tomé – Fuente: Rojas et al., 2008

## Indicadores

Los indicadores fueron calculados en ambiente SIG para cada una de las zonas propuestas por los planes, a continuación se presentan los resultados que permitieron identificar algunos patrones espaciales que merecen atención, éstos se resumen por las macro- zonas de planificación.

La densidad a menudo se considera como un indicador de sostenibilidad y de crecimiento urbano (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2008). Se ha planteado que el Plan Regulador debe mejorar el aprovechamiento del suelo urbano, y evitar una expansión excesiva de las ciudades: “una mayor densidad del área urbana respecto de las áreas de extensión urbana y rural permite evitar la ocupación de suelos de alto valor agrícola y producir cambios significativos en los tiempos de viaje, en el consumo de energía y en las emisiones de los vehículos”(Gobierno de Chile, 2001).

En las ciudades costeras se manifiesta un comportamiento un tanto deducible, ya que las UC, concentran población, residencia, actividades y servicios, y obviamente poseen las más altas densidades. La densidad media (habitantes por hectárea) en la UC de Coronel es de 31 y en Tomé de 36,5. Desde los centros cívicos e históricos se produce una disminución alcanzando valores muy bajos menores a los 25 hab por hectarea. Estos resultados se pueden comparar con las cifras que se está considerando adecuadas y más sostenible, es decir una media 44 viviendas por hectarea (Hall, 2007), algo así como unos 150 habitantes, cifra muy superior a las medias presentadas y que sólo se registran en las zonificaciones que corresponden al centro de las ciudades. En cuanto a las EU, las densidades son poco significativas en su mayoría menores a los 5 hab por ha, y para las RP se esperan valores muy bajos y afortunadamente así se comportan, con valores inferiores a los 10 hab por ha (Figuras N°4,5,6) .

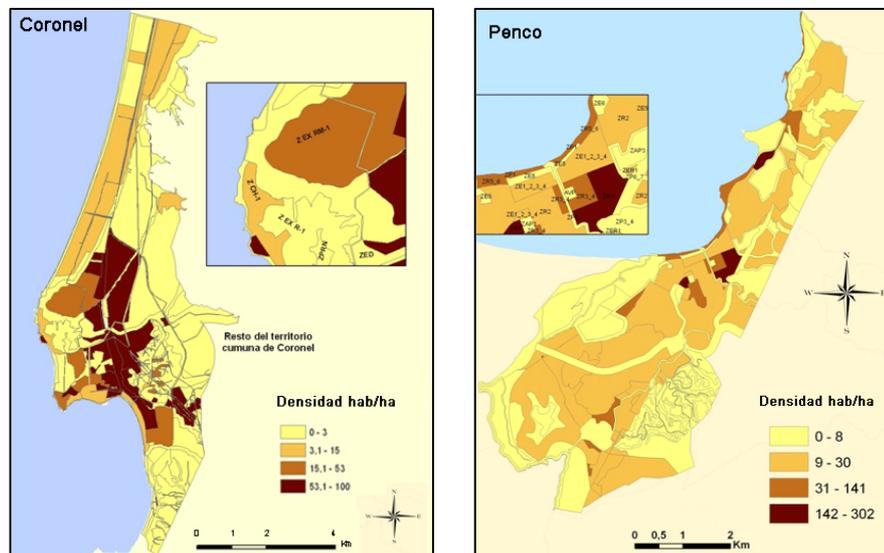


Figura N°4: Densidad Urbana Comuna de Coronel – Fuente: Suazo et al., 2008

Figura N°5: Densidad Urbana Comuna de Penco – Fuente: Utz et al., 2008

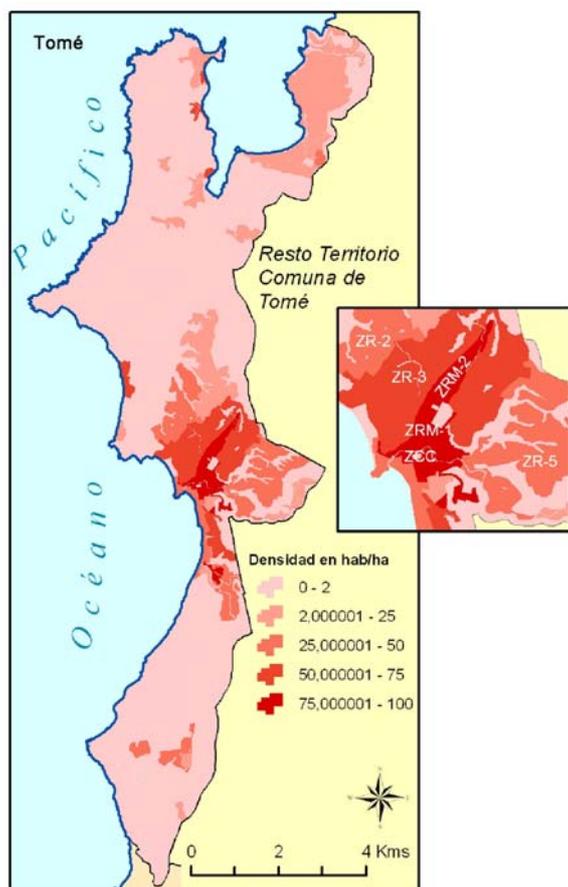


Figura N°6: Densidad Urbana Comuna de Tomé – Fuente: Rojas et al., 2008

Las UC están más dotadas de equipamientos (educación, salud), en cambio las zonas menos densas se encuentran más alejadas aumentando las distancias de desplazamiento, por ejemplo en el caso de hospitales, Coronel posee una distancia media de 9km, Penco de 2km y Tomé de 4km. También las UC son las que tienen más acceso a los espacios verdes; en este sentido, las áreas verdes son consideradas como un espacio social para recorrer y estar; representa un componente esencial del entorno de los ciudadanos (Gobierno de Chile, 2001). El indicador que mide el acceso de la población, nos señala que en Coronel y Penco más del 50%, mientras que en Tomé el 66% de la población vive a unos 500 metros de un área de espacimient, pero con una dotación baja. Según los datos del Observatorio Urbano (<http://www.observatoriourbano.cl>), en Coronel existen 1,8 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, en Penco 1,1 m<sup>2</sup> y en Tomé un 0,6 m<sup>2</sup>, valores muy inferiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, de 5 a 10 m<sup>2</sup>/hab (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2008).

Sin duda de los indicadores aplicados el que más interés prestó, dadas las condicionantes geográficas del Área Metropolitana de Concepción, son los referentes a los Riesgos Naturales. Las comunas analizadas son muy vulnerables a eventos catastróficos, como inundaciones y derrumbes, por lo mismo los planes han destinado esfuerzos en identificarlos y cartografiarlos en mapas detallados de riesgos. De acuerdo a éstos y a la población residente en Coronel el 18, 4% de la población está localizada en zonas de riesgo, mientras que sorprendentemente en Penco el 96% y en Tomé un 32%. La distribución en los tipos de riesgos clarifica las proporciones antes mencionadas; Coronel y Tomé, en un mayor porcentaje 38% y 29%, se ven afectados por el fenómeno del movimiento en masa, en cambio para Penco un 52% vive en áreas de peligro de inundación.

En cuanto a las superficies afectadas y que condicionan sobre todo el diseño de las áreas de extensión, en Coronel el 67% de su territorio se verá afectado por algún tipo de riesgo, en

Penco el 35% y en Tomé el 63%, acertadamente la mayor parte de éstas han sido planificadas como RP.

### **Discusión**

Desde el punto de vista de los resultados se intenta identificar tendencias más o menos sostenibles de los modelos de planificación.

En la investigación no se discute la definición de zonas y si hay que valorar, se encuentra acertada, dadas las condiciones del territorio, la decisión de proteger amplios espacios en determinadas zonas de restricción y protección y a su vez válidas ya que poseen densidades muy bajas. El modelo apuesta a seguir planificando una ciudad que asume como monocéntrica (urbanización de centros a periferia), pero hay que poner atención en situaciones como las bajas densidades en las periferias versus las altas, sólo presente en los centros de las zonas consolidadas, donde también existe la mayor diversidad y mezcla de usos de suelo. Esto abre la discusión al respecto de consolidación de las áreas urbanas, están consolidadas actualmente o simplemente son nuevos crecimientos alrededor de los centros cívicos, por tanto para las nuevas urbanizaciones será más sostenible dirigirse hacia la reutilización y renovación urbana que a ocupar la áreas de extensión.

Al no contar con una mapa de las instalaciones equipamientos futuros, sino sólo de las zonas con presencia de equipamientos, es complejo determinar la accesibilidad futura de todas las zonas, es decir el impacto del plan, por tanto se puede evaluar que las UC son las más dotadas, con anillos de distancia más bajos en las zonas cercanas a los centros cívicos, sólo en Coronel emerge otro centro, demostrando los cambios del monocentrismo ubicado en el sector de Camilo Olabarría, que incluso se está convirtiendo en más importante que el tradicional centro de la ciudad (Suazo et al., 2008)

Reflejos de mejoras para la ciudad son la restricción en las zonas de riesgo y, el aumento en la planificación de áreas verdes, éstos últimos incrementos permitirán más acceso a la población, quedando si en deuda aumentar las dotaciones por habitante. Al respecto de los riesgos entra en discusión el hecho de que la población en riesgo mayoritariamente vive en las zonas consolidadas, por tanto viviendas difíciles de relocalizar. He aquí el punto más sensible de la planificación, si bien es un avance el hecho de reconocer las zonas de riesgo y restringirlas, en las zonas consolidadas se encuentra la real exposición a los peligros naturales, espacios que en el pasado representaron la extensión del Área Metropolitana de Concepción.

### **Conclusiones**

El proyecto de investigación pretendió bajo un método sencillo y extendible a otras ciudades costeras de la región, poner en práctica el concepto de sostenibilidad urbana en la planificación de los modelos de ciudad. Los indicadores permitieron reconocer algunos patrones actuales y futuros de ocupación del suelo según los tipos de zonas, principalmente respecto de las densidades, las áreas verdes, los equipamientos y los riesgos naturales. También se considera apropiado destacar que la búsqueda de medidas para hacer operativa la sostenibilidad es un tema en desarrollo y en discusión, además son necesarias, teniendo en cuenta un escenario donde la ciudad es un conjunto de relaciones en continuo cambio y que afronta serios retos urbanos, como el consumo energético y el cambio climático.

Se considera una aportación válida, ya que los resultados permiten reconocer mejoras e inquietudes en la planificación de sitios atractivos y muy presionados por la

urbanización. Debido a la trascendencia actual del urbanismo sostenible, sobre todo al definir las zonas de usos de suelo, por tanto además de plantearse como un método de evaluación del resultado territorial de un plan (zonificación), se considera muy útil para la etapa de diagnóstico, es decir estos indicadores o con modificaciones pueden aplicarse en la evaluaciOnes previas o en la generación de escenarios para el producto final o el mapa de zonificación.

Los resultados se orientar a observar desde otra mirada las propuestas de un instrumento de planificación y por ningún motivo pretenden descalificar las actuales delimitaciones y los tipos de zonas, obviamente existen instrumentos legales destinados a ello. Es decir no es objetivo de este trabajo evaluar la zonificación u proponer otra, sino analizarla en relación a los nuevos paradismas de sostenibilidad urbana.

Desde un punto de vista más técnico los indicadores intentaron ser novedosos, de ahí la utilización de información digital de calidad y sistemas de información geográfica, herramienta indiscutiblemente apropiada en la modelización espacial. Finalmente el estudio pretende destacarse como una aportación a los modelos de valoración de la sostenibilidad en la planificación urbana de ciudades medias, como gran parte de las existentes en Chile.

### **Agradecimientos**

Se agradecen las aportaciones de la Dra. María Jesús Salado de la Universidad de Alcalá y la colaboración de los estudiantes ayudantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Concepción , Alex Concha y Aldo Villaseca, quienes guiados por el equipo de investigación apoyaron el tratamiento de los datos cartográficos y el cálculo de indicadores.

## Bibliografía

- BALOCCO, C. & GRAZZINI, G. (2006) Sustainability and information in urban system analysis. *Energy Policy*, 34, 2905-2914.
- CARSJENS, G. & LIGTENBERG, A. (2006) A GIS - based support tool for sustainable spatial planning in metropolitan areas. *Landscape and Urban Planning*, 80, 72-83.
- FRANCHINI, T. & DAL CIN, A. (2000) Indicadores urbanos y Sostenibilidad. Hacia la definición de un umbral de consumo sostenible de suelo. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 123, 41-55.
- GENERALITAT DE CATALUNYA Y UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA (2003) Estudi de criteris ambientals per a la redacció del planejament urbanístic. Barcelona.
- GIRARDET, H. (2008) *Cities People Planet Urban Development and Climate Change*, John Wiley & Sons Ltd.
- GOBIERNO DE CHILE (2001) Circular DDU N°55 Plan Regulador Comunal.
- GOBIERNO DE CHILE (2008) Modificaciones y Rectificaciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones.
- GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO MINVU (2003) Plan Regulador Metropolitano de Concepción Memoria Explicativa.
- GONZÁLEZ, M. J. & DE LÁZARO Y TORRES, M. L. (2005) Indicadores Básicos para la Planificación de la Sostenibilidad Urbana Local. *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Bibio 3W*.
- HALL, P. (Ed.) (2007) *Congreso Regiones Capitales*, Madrid.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE) (2002) Censo Nacional de Población y Vivienda 2002.
- LÓPEZ, R. & HYNES, P. (2003) Sprawl in the 1990s Measurement, Distribution, and Trends. *Urban Affairs Review*, 38 325 - 355.
- MAESTU, J., PRATS, F., VELÁSQUEZ, I., DEL ACAMARA, G., BLANCO, I., RODRÍGUEZ, M., DISOUGI, M. & NAREDO, M. (2003) *Bases para la evaluación de la sostenibilidad en proyectos urbanos*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente Gobierno de España
- OBSERVATORIO DE LA SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA (2008) *Sostenibilidad Local. Una aproximación urbana y rural*, Madrid, Artes Gráficas Cuesta S.A.
- OOI, G. L. (2005) *Sustainability and Cities Concept and Assessment*, Singapore, Institute of Policy Studies.
- PAUCHARD, A., AGUAYO, M., PEÑA, E. & URRUTIA, R. (2006) Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast - growing metropolitan area (Concepción , Chile). *Biological Conservation* 127, 272- 281.
- ROJAS, C., DIAZ, M. Á. & JAQUE, E. (2008) Sostenibilidad Urbana.Tomé: Una propuesta para evaluar los planes reguladores Chilenos. *Revista Urbano*, 11 (N°17), 26-35.
- ROMERO, H., MOSCOSO, C. & SMITH, P. (2007) Lecciones y conclusiones sobre la falta de sustentabilidad ambiental del crecimiento urbano espacial de las ciudades chilenas. *Coloquio Del País Urbano al país Metropolitano*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- ROMERO, H., TOLEDO, X., ORDENES, F. & VÁSQUEZ, A. (2001) Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo*, XVII, 45-51.

- RUEDA, S. (2002) Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja: una visión de futuro más sostenible. EN AYUNTAMIENTO DE BARCELONA AGENCIA DE ECOLOGÍA URBANA (Ed.).
- SHANE, M. & GRAEDEL, T. (2000) Urban Environmental Sustainability Metrics: A provisional Set. *Journal of Environmental Planning and Management*, 43, 643-663.
- SORENSEN, A., MARCOTULLIO, P. J. & GRANT, J. (2005) *Towards sustainable cities*, Londres, Ashgate
- SUAZO, B., JAQUE, E., ROJAS, C. & UTZ, R. (2008) Assessment of the sustainability of the urban planning in the City Coastal: The Case of Coronel city *The Sustainable City 2008 Fifth International Conference on Urban Regeneration and Sustainability*. Skiathos, Greece.
- UTZ, R., JAQUE, E., ROJAS, C. & SUAZO, B. (2008) Evaluación de sostenibilidad de la planificación territorial de los espacios urbanos costeros. Caso de estudio Ciudad de Penco. *Coloquio Ibérico de Geografía "La geografía ante los nuevos retos ambientales"*. Universidad de Alcalá - Alcalá de Henares - España.
- VÁSQUEZ, A., RIVEROS, S. & ROMERO, H. (2005) Sustentabilidad del Desarrollo Urbano del Gran Concepción. *XXVI Congreso Nacional y XVI Congreso Internacional de Geografía Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*. Pontificia Universidad Católica de Chile Santiago de Chile.
- WINCHESTER, L. (2006) Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe. *Estudios Urbanos Regionales EURE*, 32 N°96, 7-25.
- ZHANG, Y. & GUINDON, B. (2006) Using satellite remote sensing to survey transport-related urban sustainability. Part 1: Methodologies for indicator quantification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 149-164.