



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR**  
**ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS SOCIALES Y**  
**HUMANIDADES**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE ECONOMÍA**  
**POSGRADO EN CIENCIAS SOCIALES:**  
**DESARROLLO SUSTENTABLE Y GLOBALIZACIÓN**

**TESIS**

**CAPACIDAD DE CARGA URBANA Y ANÁLISIS  
ESPACIO-TEMPORAL DEL CRECIMIENTO DE LA PAZ,  
B.C.S., MÉXICO.**

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS SOCIALES  
CON ORIENTACIÓN  
EN DESARROLLO SUSTENTABLE**

**PRESENTA:**

**BIOL. GABRIELA MORENO GÓMEZ**

**DIRECTOR:**

**DR. MANUEL ÁNGELES VILLA**

**LA PAZ, B.C.S., ENERO DE 2016.**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR  
Área de Conocimiento de Ciencias Sociales y Humanidades  
Departamento Académico de Economía  
POSGRADO EN CIENCIAS SOCIALES:  
DESARROLLO SUSTENTABLE Y GLOBALIZACIÓN



Fecha:

DICTAMEN RAZONADO

Nombre del/la estudiante:

- GABRIELA MORENO GÓMEZ

Título de la tesis: CAPACIDAD DE CARGA URBANA Y  
ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DEL CRECIMIENTO DE  
LA PAZ, BCS, MÉXICO

Otorgo voto **aprobatorio** y considero que dicho trabajo está listo para su **defensa**, a fin de obtener el **Grado de Maestro** en Ciencias Sociales: Desarrollo Sustentable y Globalización,

Asesor/a:

MANUEL ANGELES VILLA  
Nombre (DIRECTOR)

  
Firma

EDUARDO JUÁREZ LEÓN  
Nombre

  
Firma

RICARDO BORQUEZ REYES  
Nombre

  
Firma

c.c.p Expediente del/la estudiante (DESyGLO)

*“El crecimiento del mercado no puede solucionar la crisis que él mismo provoca, ya que la naturaleza merma al ritmo que crece el capital”.*

*“Siempre es posible convertir la naturaleza en efectivo monetario, sin embargo, el dinero nunca podrá reconvertirse en riqueza natural”.* Vandana Shiva, 2006 en: Manifiesto para una democracia de la tierra.

# ÍNDICE

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....                                                                                 | 1  |
| I. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES DE CAPACIDAD DE CARGA URBANA. ....                                | 6  |
| II. CARACTERIZACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA DE LA PAZ, B.C.S. ....                                      | 13 |
| II.1 Caracterización de la zona de estudio. ....                                                  | 13 |
| II.1.1 Medio Socioeconómico. Perfil socio-demográfico.....                                        | 14 |
| II.1.2. Crecimiento y distribución de la población. ....                                          | 16 |
| II.1.3. Estructura por sexo y edad. ....                                                          | 17 |
| II.1.4. Educación.....                                                                            | 18 |
| II.1.5. Salud.....                                                                                | 19 |
| II.1.6. Vivienda y servicios públicos. ....                                                       | 19 |
| II.1.7. Medios de comunicación. ....                                                              | 20 |
| II.1.8. Vías de comunicación. ....                                                                | 20 |
| II.1.9. Población económicamente activa. ....                                                     | 21 |
| III. PATRONES ESPACIO-TEMPORALES EN LA PAZ, B.C.S., MÉXICO.....                                   | 23 |
| III.1 Análisis de los cambios temporales basados en PCA (1990-2014).....                          | 23 |
| III.1.1 Análisis de patrones espacio-temporales basado en capas de SIG. ....                      | 24 |
| III.2 Tipo de crecimiento de la ciudad de La Paz, B.C.S.: relación entre espacio y población..... | 27 |
| III.2.1 Vulnerabilidad por inundación pluvial. ....                                               | 29 |
| III.3 Consecuencias de la urbanización no planificada sobre el territorio .....                   | 34 |
| III.4 Distribución de usos de suelos (2014). ....                                                 | 36 |
| III.4.1 Efectos de la expansión urbana.....                                                       | 36 |
| III.4.2 La expansión urbana supeditada al mercado. ....                                           | 40 |

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| IV. CAPACIDAD DE CARGA URBANA (CCU). .....                                           | 44 |
| IV.1. Evaluación de la capacidad de soporte dado por los recursos del ambiente. .... | 46 |
| IV.1.1 Análisis de los servicios ambientales que dan soporte a la ciudad.....        | 46 |
| IV.1.2 Capacidad de soporte.....                                                     | 54 |
| IV.2. Evaluación de la presión ejercida por el sistema urbano.....                   | 56 |
| IV.2.1 Desarrollo poblacional y económico. ....                                      | 56 |
| IV.3 Evaluación de la capacidad de regulación. ....                                  | 61 |
| IV.4. Capacidad de carga urbana integrada (CCUI). ....                               | 73 |
| <br>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....                                             | 78 |
| <br>ANEXO .....                                                                      | 85 |
| 1. Relación de colonias de la Ciudad de La Paz con el mapa de CCUI. ....             | 85 |
| <br>BIBLIOGRAFÍA .....                                                               | 89 |

## **INTRODUCCIÓN.**

El impacto generado por la transformación de los ecosistemas a un ambiente urbano está tendiendo a la homogeneidad de los paisajes y a la pérdida de diversidad regional, teniendo impactos negativos en cuanto a la preservación de áreas naturales y a la conservación de la calidad de vida urbana (Bascuñan, et al, 2011). Estos procesos de transformación de igual forma, inciden negativamente en actividades productivas del sector primario como la agricultura o pesca (Hidding y Teunissen, 2002), así como para el mantenimiento de la diversidad y morfología de los hábitats. En el caso de La Paz, B.C.S. los impactos generados por la expansión de la mancha urbana y el crecimiento poblacional, han supuesto una pérdida de suelo forestal teniendo como consecuencia aumento de ambientes naturales y fragmentados y zonas urbanas segmentadas, disminución de la capacidad de carga del acuífero (SAPA 2010), disminución de biodiversidad, y en cuanto a la dinámica urbana y calidad de vida saturación de vías de comunicación, invasión habitacional en áreas de riesgo, mayor dependencia del vehículo privado y aumento de entropía negativa. Aumentando los niveles de desigualdad entre sus habitantes y llevando a la ciudad a tener un modelo no planeado de ciudad dispersa.

Las Ciudades dispersas se caracterizan por crear espacios habitacionales de bajas densidades en forma dispersa (Gutiérrez y García, 2007) o asentamientos con altas densidades en la periferia de la ciudad o separados de la mancha urbana principal. En La Paz, B.C.S. en la última década se ha observado que las áreas conurbadas del litoral costero de la zona Noreste representan un alto valor paisajístico por lo que los niveles de especulación para el desarrollo

de proyectos inmobiliarios ha ido en aumento con la conformación de grandes proyectos turísticos inmobiliarios aislados de la mancha urbana principal, asentados en áreas de alto valor paisajístico y con presencia de especies vulnerables. Esta práctica ha generado profundos cambios en el litoral, donde indicadores como el incremento significativo de la superficie urbana del litoral y el nivel de deterioro experimentado por unidades ambientales significativas, como dunas y humedales costeros, revelan la necesidad de replantear el tipo de desarrollo que se detona, desde los instrumentos de planificación de la zona costera.

Por otra parte en la zona sur de la ciudad se están conformando áreas de alta densidad poblacional con características de hacinamiento en áreas consideradas aptas para la recarga de los mantos acuíferos provocando saturación habitacional y problemas de movilidad urbana, además de incrementar los problemas ya existentes en la distribución y abastecimiento de servicios públicos como el agua, electricidad, pavimentación e infraestructura vial.

Éste fenómeno ha despertado el interés en tratar de identificar cuáles son los factores que dirigen el crecimiento urbano hacia determinadas zonas y no hacia otras dentro de la ciudad, así como tratar de construir modelos que muestren escenarios futuros de crecimiento y que ayuden a predecir las tendencias actuales y las consecuencias de las distintas acciones que se realizan al día de hoy, todo ello con el objetivo de rediseñar nuevas estrategias de crecimiento más equilibrado y respetuoso con el entorno.

En este escenario, surge la hipótesis de que seguir creciendo según los parámetros hasta ahora establecidos, implicaría sostener una sobrepresión al ambiente árido-seco de la región afectando los atributos que en la actualidad detonan la calidad de vida de la Ciudad de La Paz.



Se requiere entonces poner límites a la expansión urbana, previo análisis de las capacidades del territorio y así definir los umbrales de carga que este podría soportar, lo que permitiría establecer instrumentos de planificación territorial, que garanticen el desarrollo sostenible de la zona.

El principal objetivo de esta investigación no fue estimar el tamaño poblacional que la ciudad de La Paz puede sostener, sino estudiar la dinámica espacial y temporal de la capacidad de carga en la ciudad.

Se analizaron las transformaciones que se han dado en los espacios ocupados por la mancha urbana en la periferia de La Paz, a través del análisis de los cambios de uso de suelo que se han presentado en la misma desde los años 70 hasta la actualidad.

El problema de investigación se derivó de la necesidad creciente de modelar la urbanización de La Paz, ya que la expansión urbana sin control ha generado, no solo problemas ambientales sino también afectaciones directas a los habitantes de la ciudad, incidiendo negativamente en su calidad de vida. Por lo que al obtener la capacidad de carga urbana y el análisis espacio-temporal del territorio se podrá establecer estrategias para regular el crecimiento sin que se vean afectados los factores ambientales o socioeconómicos de la zona de estudio.

Los objetivos del presente trabajo se basaron en analizar la dinámica espacial y temporal de la capacidad de carga urbana, en donde se estimó la capacidad de carga urbana de la ciudad de La Paz, BCS al año 2014; se identificaron los factores motrices del crecimiento, para evaluar el grado de correlación existente entre dichos factores y se analizó la mancha urbana de los años 1990, 2000 y 2014, para definir el tipo de crecimiento que define a la ciudad, a través de la identificación de los tipos de uso de suelo y su distribución geográfica.

Se establece la hipótesis de que si la ciudad de La Paz continua creciendo según el ritmo mantenido hasta el presente, implicaría sostener una presión indefinida y constante sobre el ecosistema en el que se encuentra asentada y por lo tanto se pondrá en riesgo la sostenibilidad del mismo, así como la calidad de vida de sus habitantes.

El análisis de capacidad de carga urbana (CCU) propone establecer un límite al crecimiento desordenado de los asentamientos humanos en la ciudad de La Paz, de manera que éstos se estructuren y planeen de tal forma que no se realicen deterioros permanentes al ambiente y ecosistemas en el que se asienta y de los cuales depende, además de que no se afecte el tejido social logrando sostener la habitabilidad y calidad de vida. De esta forma se pueden establecer políticas públicas conscientes del entorno, las cuales planteen el futuro crecimiento de la población llevando a establecer medios que permitan aumentar el fortalecimiento humano.

En el caso de la Ciudad de La Paz se han realizado diversos esfuerzos para planificar la estructura de la misma, entre los que se pueden mencionar el Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de La Paz, sin embargo la mancha urbana sigue creciendo y esparciéndose hacia la periferia de forma descontrolada, llegando a “ocupar” un territorio mucho mayor a lo que representa el tamaño poblacional, originándose predios vacíos o no ocupados dentro de la mancha urbana e invadiendo otros que se encuentran en estado natural y muy alejados del centro de población, ocasionando problemas de gobernabilidad ya que se rebasan las posibilidades de abastecimiento en servicios públicos al no contar con el equipo y recursos suficientes para abastecer al 100 % de la población en la velocidad que va creciendo y desintegrándose la mancha urbana, por otra parte en cuanto a problemas ambientales se han generado una mayor cantidad de ambientes fragmentados, afectando directamente a la

biodiversidad de la región y aumentando la presión sobre ecosistemas frágiles como manglares, marismas, dunas costeras y especies tanto de flora como de fauna, catalogadas en estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Al contar con un Plan de Crecimiento urbano que establezca medidas de protección al ambiente acordes al ecosistema de tipo árido seco en el que se encuentra asentado La Paz, se puede planificar el manejo de los recursos energéticos disponibles así como de los residuos producidos por la urbe, de tal forma que se busque un equilibrio entre la naturaleza y el humano.

## **I. CONSIDERACIONES CONCEPTUALES DE CAPACIDAD DE CARGA URBANA.**

El crecimiento de las poblaciones humanas implica la expansión de la mancha urbana sobre el territorio, generando un impacto negativo directo en los ecosistemas, provocando asentamientos de baja o alta densidad en las periferias de las urbes, dando origen a la creación de ambientes naturales fragmentados y al aumento de la entropía negativa (Gutiérrez y García, 2007).

Actualmente a nivel mundial hay una preocupación generalizada por el desequilibrio generado entre el crecimiento urbano, la conservación del ambiente y el mantenimiento de la calidad de vida humana. Desde las últimas conferencias y congresos mundiales, no cabe ninguna duda de las disfunciones y desequilibrios producidos por las tendencias actuales de crecimiento urbano. En cuanto a las actividades encaminadas a resolver esta problemática existen diferentes grados de respuesta en función del grado de industrialización de cada país. En los países en vías de desarrollo, las carencias de infraestructuras son tan graves que las medidas se centran principalmente en el abastecimiento, servicio y manejo de las aguas, desechos y energía. Los ya desarrollados, empiezan a plantearse cuestiones más complejas relacionadas con los usos del suelo, las redes de transporte y los problemas de planificación detectados. En otros casos se muestra una mayor preocupación por la calidad de vida, la relación ciudadana, la seguridad de las ciudades y el bienestar de la población.

Debido a esta preocupación generalizada se han tratado de crear nuevas formas de medir las tendencias de cambio o los efectos que tienen los asentamientos humanos sobre el ambiente, una de éstas tendencias es el metabolismo urbano, el cual se centra en los gastos energéticos utilizados para el mantenimiento de las ciudades tales como: transformación de materiales,

cantidad de agua, electricidad, producción de residuos, haciendo referencia al metabolismo fisiológico de los seres vivos y utilizando de forma imaginaria a las ciudades como un organismo vivo que realiza o tiene las mismas funciones metabólicas, Castán Broto (2011) estableció tres perspectivas que se manejan en el metabolismo urbano: La analogía funcional, las formas analógicas y la producción dialéctica (Tabla 1).

También existen las herramientas de análisis multivariado, como el NAIAD (Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments) (Munda, 2001), el cual es un modelo cuantitativo que utiliza indicadores y herramientas de evaluación multivariadas para evaluar la sustentabilidad urbana.

En el año 1996, Rees y Wackernagel proponen el concepto de ‘huella ecológica. La introducción de este concepto, a pesar las críticas que trajo consigo, significó, que ya se contaba con un instrumento que permitía cuantificar las relaciones entre territorio y consumo. A través del indicador de “huella ecológica” se puede obtener la cantidad de territorio o área oceánica que se requiere para sostener una población conforme a su grado de desarrollo y patrones de consumo, los resultados ayudan a visualizar las posibilidades de reducir el impacto causado sobre la tierra.

En las poblaciones humanas, las interacciones internas de sus habitantes son altamente complejas, variando sustancialmente de un asentamiento a otro y aún dentro de los mismos, a través de la ciencia, la tecnología, la cultura, así como los modelos de desarrollo, producción y consumo, por lo que estos factores no se pueden ignorar, al momento de establecer un mecanismo de análisis. Otro método de análisis que utiliza conceptos de sustentabilidad y es derivado de los efectos que produce la expansión urbana sobre el territorio la cual es regida

principalmente por el modelo económico imperante donde prevalece el uso y transformación del territorio por sobre políticas de conservación de ecosistemas relevantes, llegando al deterioro y pérdida de la funcionalidad de los mismos, es el método de capacidad de carga urbana.

El método de capacidad de carga urbana permite conocer la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas principales, sin importar dónde se encuentren estos últimos. La población humana será una función de las relaciones entre el consumo material y la producción de residuos per cápita o la productividad neta dividida por la demanda per cápita.

Un ecosistema desde el punto de vista de las ciencias naturales representa la *“relación multivariada entre organismos y medio ambiente en un espacio determinado, llegando a lograr una constancia en ese medio ambiente”*, R. Margalef, 1986. La capacidad de carga es un concepto ligado al de huella ecológica, éste en ecología de poblaciones se define como *“el número de individuos de una determinada especie que puede mantenerse en un ambiente determinado sin dañar su estructura y funcionamiento del mismo”* es decir la capacidad de carga establece un límite dado por el mismo ecosistema en el que se asienta una población de cualquier especie. Para una urbe, la capacidad de carga puede ser interpretada como la máxima tasa de consumo de recursos naturales y producción de residuos que puede darse en una región determinada, sin destruir progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas de los cuales esta depende (Di Pace, 2003).

Tabla 1. Diferencias fundamentales entre la perspectiva de las alternativas interdisciplinarias en el metabolismo urbano.

|                                           | Analogía Funcional                                                                         | Forma analoga                                                                                                  | Producción dialéctica                                                                                 |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conceptualización de la Ciudad            | Ciudad como organismo o célula o un ecosistema                                             | La Ciudad como un organismo vivo moviéndose a través de una colección de edificios a una de personas           | La ciudad como un cyborg de factores sociales, tecnológicos, ecológicos soportados por el capitalismo |
| Escala de observaciones                   | Ciudad, caja negra como una entidad completa                                               | La comprensión de la organización de las estructuras de la vida urbana subyacente, su ADN                      | Escala construida socialmente desde perspectivas multiescales                                         |
| Flujos                                    | Recursos y energía, desde adentro y hacia afuera                                           | Poblaciones y economías, en estrecha interdependencia con recursos                                             | Autoridad, legitimidad, conocimiento de la construcción de objetos                                    |
| Como se dan los flujos                    | Los flujos insustentables son lineales, unidireccionales y los sustentables son circulares | Reacciones catabólicas y anabólicas estableciendo y rompiendo los vínculos y conexiones                        | Mecanismos de control y hegemonía en prácticas cristalizadas en oposición al activismo y respuesta    |
| Conceptualización de la Infraestructura   | Conductores de recursos y energía                                                          | Formando parte de la fabricación de la ciudad                                                                  | Facilidades de transformación de la naturaleza en economía                                            |
| Causas de permanencia y cambios           | Tecnología de arriba-abajo o reinterpretación del planteamiento de conductores de flujos   | constitución de abajo hacia arriba de las disfunciones morfológicas y fallas de diseño                         | Crisis son intrínsecas al capitalismo                                                                 |
| Medida de las tasas metabólicas           | Transformación de recursos desde dentro y hacia afuera                                     | Capacidad para restablecer vínculos urbanos                                                                    | Potencial para reformular las relaciones de explotación entre                                         |
| Que es regulado a través del metabolismo? | Costos del uso de recursos y energía (y residuos de producción)                            | Tanto el mantenimiento de vínculos como de disfunciones morfológicas                                           | Bajo el capitalismo, los procesos de producción de capital                                            |
| Concepto de resiliencia                   | Mantenimiento de recursos limitados, en un mundo con límites.                              | Flexibilidad para redefinir la constitución de la Ciudad.                                                      | Asociado con el potencial de creatividad social con el de economía                                    |
| Implicaciones de prácticas fundamentales  | Planeación y soluciones tecnológicas para la integración de flujos de recursos             | Redefiniendo el concepto de Ciudad y centrarse en el diseño de soluciones dirigidas                            | Se necesitarán los discursos de cuestión de poder y autoridad                                         |
| Ejemplos                                  | Hammarby Sjöstad, Sweden                                                                   | Modelos de transporte terrestre. Reconocimiento de las funciones de regulación de los asentamientos informales | Estudios históricos de cambios en la arquitectura                                                     |

En consecuencia, la Capacidad de Carga Urbana (CCU) depende no sólo de las características bióticas y abióticas del ambiente, sino también de la infraestructura y sistemas de servicios públicos existentes en una zona urbana en un período y con un estilo de vida determinado, sin que este llegue a provocar deterioro ambiental y deterioro de la sociedad, es decir no se trata de conocer el tamaño poblacional que una ciudad puede soportar sino conocer hasta donde la densidad poblacional puede proporcionar calidad de vida para que exista un desarrollo urbano que pueda ser considerado sustentable (Qun Gao, *et al*, 2011).

La CCU considera también la interrelación sinérgica entre factores espaciales y cuál es la habilidad de los sistemas de cerrarse a la naturaleza que se encuentra distribuida a modo de mosaico en el área desarrollada (áreas verdes, zonas naturales, etc.) (Castro 2004).

Pensar en nuevas estrategias en la que los modelos urbanos territoriales sean más compatibles con los ecosistemas, es uno de los principales retos actuales y también forma parte de las conclusiones a las que se quiere llegar en este trabajo. El desequilibrio ambiental se manifiesta mediante una serie de síntomas que constituyen los elementos básicos de la patología socio-urbana. La concepción y planeación urbana debiera surgir de la protección de los rasgos intrínsecos de cada zona, de su carácter estilístico, de los servicios ambientales e infraestructuras disponibles para uso y disfrute de la población, de los usos y costumbres cotidianos y no desde la lógica del mercado de suelos, lo cual es una práctica común en los procesos de toma de decisión en la ciudad.

En los últimos años, son numerosos los acuerdos, directivas y legislaciones que se han aprobado para lograr un desarrollo más sostenible del crecimiento urbano. El urbanismo bioclimático establece las claves para conseguir que las normatividades estén integradas en su entorno, se gestionen eficazmente los recursos y faciliten una mejor calidad de vida a sus usuarios.

El crecimiento de la población en una ciudad, está directamente relacionada al uso, aprovechamiento y transformación del espacio en el que se asienta. Si partimos de la premisa de que el ambiente y los ecosistemas que lo conforman son finitos y por lo tanto no tienen capacidad inagotable de regeneración que les permita recuperarse y sostener el crecimiento de una población de forma infinita, se podría considerar que el tipo de ambiente y sus recursos



serían uno de los puntos a considerar en el asentamiento y crecimiento de una población ya que el mismo estaría directamente controlado por la disponibilidad de los recursos, sin embargo el desarrollo e implementación de tecnologías para la transformación de los mismos ha permitido traspasar las fronteras de límite natural llegando a obtener un crecimiento urbano con características ambientales artificiales en su conformación, obteniendo una reducción drástica de los elementos naturales de su entorno. Por lo que se considera que el proceso de crecimiento del suelo urbanizado y de construcción de infraestructuras, afecta a los ecosistemas (muchos de ellos con importantes valores ecosistémicos) en los que se produce el proceso de expansión, ocasionando su disminución o fragmentación y en etapas avanzadas del desarrollo urbano, incluso a su desaparición (Berling-Wolff y Wu, 2004).

Si desde que se origina un centro de población se establecen panoramas de uso y disponibilidad a futuro de los recursos necesarios para mantener un cierto tamaño poblacional, como el abastecimiento de la alimentación, disponibilidad de energéticos (electricidad, combustibles), manejo de residuos urbanos (sólidos domésticos, sanitarios, de construcción, peligrosos), se podría planificar un mejor nivel de vida para la población desde el punto de vista del florecimiento humano, ya que la planeación a futuro implicaría establecer cálculos para diferentes áreas de desarrollo como el tipo de ocupación del territorio, por lo que el cambio de uso de suelo se daría de forma estructurada evitando la creación de problemas actuales como la presencia de áreas naturales fragmentadas totalmente inviables para la estructura sana de la biota. Al establecer un límite de crecimiento se establecería de antemano la ocupación, distribución y las medidas de mitigación establecidas por el desplazamiento ocasionado a la fauna nativa, creando o manteniendo los corredores biológicos y evitando que

se siga incrementando la presión hacia las especies de fauna y flora. En el aspecto social, al conocer el límite de crecimiento permitiría establecer políticas públicas para la generación de empleos necesarios para sostener a la población calculada, así como las áreas productivas que se deberían desarrollar sin el menoscabo de los recursos naturales y sin el agotamiento de los mismos, por otra parte se podrían planear áreas y actividades diseñadas para el tiempo “libre” mismas que permitieran el desarrollo de las capacidades humanas.

## **II. CARACTERIZACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA DE LA PAZ, B.C.S.**

### **II.1 Caracterización de la zona de estudio.**

La Ciudad de La Paz está localizada al sureste de la Península de B.C.S. México, en las coordenadas geográficas 24°08'23.63" N y 110°18'23.91" O (Figura 1), pertenece al Municipio del mismo nombre, el cual colinda al norte con el Municipio de Comondú en una línea que inicia en el sitio conocido como Los Dolores con un rumbo suroeste y cruzando la península hasta un lugar conocido como El Cayuco (rada que se ubica en la costa de Bahía Almejas en el litoral del pacífico). Por el sur limita con la colindancia norte del Municipio de Los Cabos partiendo de un punto en la costa del Océano Pacífico llamado La Tinaja en línea recta al copo de La Soledad rumbo al este; de este punto hacia el norte, en línea recta hasta el copo de la sierra de Las Casitas hasta el lugar conocido como San Vicente; y de este lugar, en línea recta hacia el este, hasta llegar a Piedras Gordas en el Golfo de California. Por el este con el Golfo de California y por el oeste con el Océano Pacífico.

La ciudad se encuentra en la zona costera del cuerpo de agua conocido como laguna de La Paz dentro de la Bahía de La Paz; y al igual que otras ciudades costeras, ha presentado un desarrollo turístico y habitacional acelerado que ha propiciado la disminución de los servicios ambientales que proveen los ambientes costeros y de los ecosistemas circundantes a la ciudad, adaptados al clima árido de la región.

Como área de Estudio será considerado la zona de ocupación urbana de la Ciudad de La Paz, la cual tiene una cobertura espacial de 8301.22 ha, lo cual es contrastante a la superficie propuesta por el Plan de Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de BCS, de 253,437 ha

(Gobierno del Estado de BCS, 2015). La superficie establecida en éste estudio fue calculada en base a la superficie de ocupación (mancha urbana) a través del análisis de imágenes satelitales Landsat 8-2014 (figura 1).

### **II.1.1 Medio Socioeconómico. Perfil socio-demográfico.**

Baja California Sur es la entidad menos poblada del país. De acuerdo con los resultados del último Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 en el Estado se registraron 637,065 habitantes con una densidad de población de 8.6 habitantes/ km<sup>2</sup>.

En el Municipio de La Paz se tiene una población de 253,077 (INEGI, 2010), donde se concentra el 39.7% del total de la población del Estado, con una densidad de 16.4 habitantes/ km<sup>2</sup>, mientras que en la Ciudad de La Paz, se concentra el 85 % del total de la población del Municipio, además de considerarse que ha presentado un crecimiento exponencial en los últimos 50 años (Tabla 3).

Se describirán las características sociales y económicas más importantes de la población de la Ciudad de La Paz, para observar la dinámica de la población humana en el área de estudio y su influencia con los ecosistemas circundantes, para lo cual fue necesario investigar las tendencias de la población en el Municipio de La Paz y particularmente en la Ciudad de La Paz.

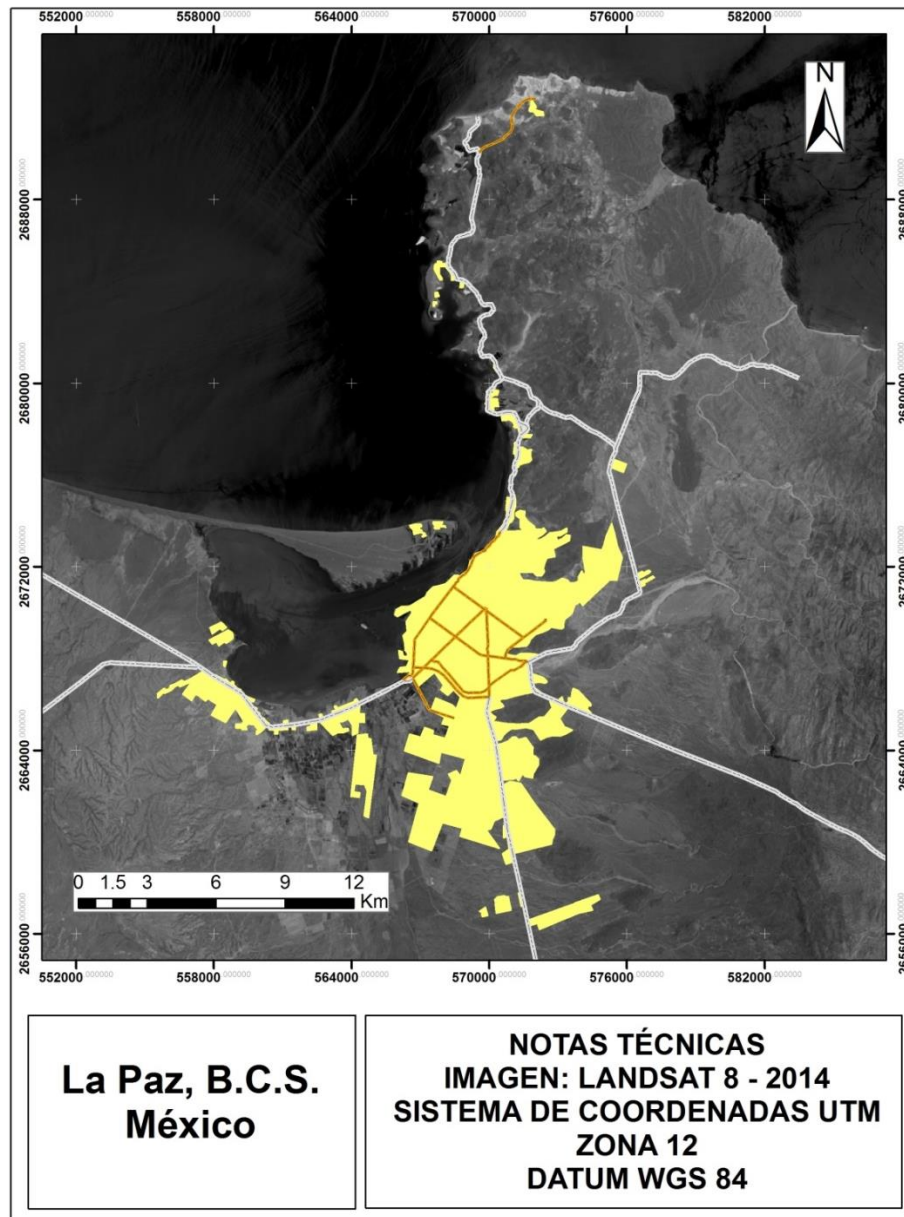


Figura 1. Área de estudio.

### II.1.2. Crecimiento y distribución de la población.

Según datos del compendio estadístico del INEGI de los años 1950 a 2010, la población de la Ciudad de la Paz ha ido en aumento constante lo cual denota una comunidad en movimiento por migraciones, pudiendo ser una de las principales causas la oferta de actividades económicas en la región, principalmente relacionadas con la industria turística y la agricultura de exportación (Cabral et al., 2006) (tabla 2).

Tabla 2. Características de crecimiento de la población en la ciudad de La Paz.

| AÑO  | POBLACIÓN TOTAL        |
|------|------------------------|
|      | (Número de Habitantes) |
| 1950 | 13,081                 |
| 1960 | 24,253                 |
| 1970 | 46,011                 |
| 1980 | 91,453                 |
| 1990 | 137,641                |
| 1995 | 154,314                |
| 2000 | 162,954                |
| 2005 | 189,596                |
| 2010 | 215,178                |

Fuente: Departamento de estadísticas estratégicas de la Secretaría de Desarrollo y Fomento Económico del Estado de B.C.S. y del INEGI.

Tabla 3. Características de la población en el municipio de La Paz.

| Municipio | Tasa media de crecimiento anual 1990-2010 (%) | Población Total | Hombres (%) | Menores de 15 años (%) | De 15 a 59 años (%) | Residentes en localidades de 2500 habitantes y más (%) | De 5 y más años que hablan lengua indígena (%) |
|-----------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------|------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| La Paz    | 2.05                                          | 253,077         | 50.39       | 25.91                  | 53.65               | 81.08                                                  | 0.04                                           |

En 2006 se realizó un trabajo en conjunto de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, la Universidad de Harvard, la Universidad de Arizona y el Centro

Interdisciplinario de Ciencias del Mar. En este estudio se realizaron tres proyecciones económicas y de crecimiento poblacional. La proyección tendencial para los próximos 20 años, de crecimiento económico será del 4.2% y el poblacional de 1.8 %. Desde la perspectiva de la proyección media (asume mayor crecimiento económico y una mayor tasa de crecimiento poblacional), se estima que el crecimiento de la población será de 2.8 %. La tercera proyección es de crecimiento rápido, como la industria turística; en esta proyección se espera que esta industria tenga una tasa de crecimiento anual de 8 % (2000 a 2010) y de 4% (2010 a 2020). El crecimiento de la población por su parte, tendría una tasa promedio de 3.9 %. Todo ello se verá reflejado en un incremento en los sectores de comercio, servicios, inmobiliario y construcción.

### II.1.3. Estructura por sexo y edad.

La composición por sexos del total de habitantes en el Municipio de La Paz, según datos de INEGI, 2010, indica que el 50.18 % son hombres y el 49.82 % son mujeres; según los datos de INEGI al 2010, el grupo de edad que concentra el mayor número de personas se encuentra entre los 15 a 64 años (Tabla 4).

Tabla 4. Población total según sexo, 2010.

| Entidad    | POBLACIÓN TOTAL |         |         |
|------------|-----------------|---------|---------|
|            | TOTAL           | HOMBRES | MUJERES |
| Estado BCS | 637,026         | 325,433 | 311,593 |
| Municipio  | 251,871         | 126,397 | 125,474 |
| La Paz     | 215,178         | 106,938 | 108,240 |

Fuente: INEGI, Baja California Sur, Censo de Población y Vivienda 2010.

#### **II.1.4. Educación.**

En materia educativa el Municipio de La Paz presenta un alto porcentaje de población alfabetizada (96.7%), por lo que el municipio de La Paz mantiene un buen desempeño en educación, ofreciendo desde instrucción elemental, hasta niveles profesionales de postgrado. Por ejemplo, para el 2000, se contabilizaban 136,128 habitantes mayores de 15 años de los cuales el 96.7% ha tenido acceso a la instrucción básica.

La población de la entidad que cuenta con instrucción media superior y superior en el estado es del 35.1% (1990: 28.6%), primaria completa 17.3% (19.1%), primaria incompleta 14.5% (19.7%) y sin instrucción 6.4% (7.5%).

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años a nivel estatal fue de 9.4 años, en el Municipio de La Paz se registraron 10.15 años, rebasando el dato estatal y el nacional que es de 8.6 años.

El índice de marginación considera distintas variables, entre ellas la falta de educación, la cual es una medida-resumen que permite diferenciar los Estados y Municipios del país según el impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso de estas variables con la residencia en localidades pequeñas, el índice de marginación para La Paz fue de -1.77540, lo que da un grado de marginación Muy Bajo. Lo anterior se refuerza con los datos del compendio de Estadísticas Generales 1990, 1995, 2000 y 2005, Gráficas Comparativas 2005-2008, Municipio de La Paz 2008.



### **II.1.5. Salud.**

Siendo el municipio de La Paz, el más poblado de BCS y La Paz la Ciudad Capital, se concentra en ella diversos centros de salud tales como el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Secretaría De Marina (SM), Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), y clínicas privadas. A esta infraestructura se le suman los servicios en las zonas rurales, de los cuales en 2007 se contabilizaron 13 centros rurales de la SSA y 8 urbanos (ninguno de ellos con hospitalización).

### **II.1.6. Vivienda y servicios públicos.**

De acuerdo al Censo General de Población y Vivienda, efectuado por el INEGI, el Municipio de La Paz cuenta al año 2010 con 74,220 viviendas particulares, de las cuales el 81.25% cuenta con energía eléctrica, el 79.37 % con agua entubada, el 81.10% con drenaje y se tiene un estimado de 3.47 habitantes por vivienda. El tipo de vivienda que predomina es el de construcción a base de ladrillo o block, la mayoría con techo de concreto y algunas con lámina de cartón y asbesto; en un menor porcentaje existen casas de materiales como la madera y techo de palma.

El total de viviendas habitadas en la Ciudad de La Paz es de 74,220, es decir, en promedio viven 3.47 personas por vivienda. Del total de viviendas 59,454 tienen piso diferente de tierra, y 58,638 viviendas cuentan con servicios públicos municipales como agua entubada, drenaje y alcantarillado y electricidad.

### **II.1.7. Medios de comunicación.**

En el municipio existen oficinas de correos que benefician a la mayoría de las localidades. La Ciudad de La Paz cuenta con una amplia red de telefonía, celular e Internet, además televisión por cable, 5 estaciones de radio, 3 AM y 2 FM y 6 canales de televisión (2 locales y 4 repetidoras).

En lo referente a la prensa, en la Ciudad de La Paz, se publican ocho periódicos locales que son distribuidos por todo el Estado. La transportación de pasajeros se realiza por dos líneas foráneas, las cuales comunican a la mayoría de la entidad y hacia el Estado del norte.

En lo referente a mensajería en la Cd. de La Paz existen oficinas de MEX-POST, estafeta, DHL, internacional, aeroflash, red pack, rapid pack service, tres estrellas de oro, llanvel y ampm.

### **II.1.8. Vías de comunicación.**

La Paz se encuentra comunicada a todo el Estado a través de la carretera Transpeninsular, Federal No. 1, y se puede acceder a la Ciudad vía aérea contando con un aeropuerto internacional y vía marina a través de los diferentes puertos que se localizan en La Paz entre los que destacan el Puerto de Altura de Pichilingue.

### **II.1.9. Población económicamente activa.**

De acuerdo con cifras al año 2010 presentadas por INEGI, la población económicamente activa total del Municipio de La Paz asciende a 114,212 personas, mientras que la ocupada es de 109,157 personas.

El municipio de La Paz tiene una tasa de participación económica en el Estado de 54%, la tercera después de Los Cabos (62 %) y Loreto (54.2 %). En todos los municipios el porcentaje de la PEA es superior al registrado en el país. Con respecto a 1990, La Paz tuvo un incremento de 6.8 puntos porcentuales.

La población económicamente inactiva a nivel estatal está conformada por 13,798 personas: el 42 % se dedican a quehaceres del hogar, 29% son estudiantes y 29% se ubican en otro tipo de inactividad (incluye jubilados y pensionados, incapacitados permanentemente para trabajar y otras personas económicamente inactivas).

Respecto a las principales actividades económicas que se realizan en la Ciudad de La Paz, con base en datos proporcionados por INEGI, la PEA por sexo es de 59.01% para hombres y 40.98% para mujeres; dicha población económica se desempeñó en las siguientes ocupaciones por rama de actividad: 68.35 en servicios, como comercio y turismo; el 22.74 % en el sector secundario como minería, industria manufacturera, construcción y electricidad, y en menor grado el sector primario con 5.43 en actividades como agricultura, ganadería, caza y pesca y otros con 3.48 %.

En el año 2000, el 62 % de la PEA se dedicaba a los servicios y al comercio, mientras que el 14.4 % se ocupaba en actividades de gobierno; 10 % estaba concentrado en actividades del sector industrial y 1.5 % realizaba actividades pesqueras y agrícolas (Rodríguez, 2004). En el 2000, el sector de la construcción permitió una mayor generación de empleos de tipo informal y no permanentes (INEGI, estadísticas de población, 2000).

### III. PATRONES ESPACIO-TEMPORALES EN LA PAZ, B.C.S., MÉXICO.

Se llevaron a cabo dos enfoques: uno cuantitativo (Capacidad de Carga Urbana y Análisis espacial) y un enfoque cualitativo para el cual se consideró la teoría de la geografía humana, la geografía crítica (David Harvey, Lefebvre, Vandana Shiva) y la ecología urbana.

#### III.1 Análisis de los cambios temporales basados en PCA (1990-2014).

Se llevó a cabo el análisis de los cambios temporales en la ICCU, basado en la selección de factores a través de la aplicación de PCA (por sus siglas en inglés Análisis de Principales Componentes) usando el SPSS, por sus siglas en inglés software *statistical*, versión 13.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago IL, USA). PCA es una técnica de reducción lineal dimensional en la que se pueden utilizar datos multivariados. El método generaliza una baja representación dimensional de las características de los datos originales desde datos altamente dimensionales, en términos de capturar la dirección de los datos con una alta variancia (Jolliffe 2002, en: Qun Gao, et al., 2011) Se estableció una serie de tiempo para la obtención de datos partiendo de 1990 y del año 2000 al 2014 en la escala urbana para ser comparados con las referencias de eco-ciudad y aplicar la PCA extrayendo los principales componentes de 8 factores (tabla 5). La función es descrita como

$$F_i = \sum_{j=1}^n x_j y_{ij} \quad (1)$$

Donde  $x_j$  es la tasa de contribución de la varianza del factor principal  $j$ , y  $y_{ij}$  es el resultado de la muestra  $i$  del principal factor  $j$ . Para esto se utilizó la referencia para una ciudad ecológica

propuesta por Qun Gao, et al., 2011 como valor de referencia 1 y  $F_i$  estándar para comparar las diferencias entre la referencia y la ciudad de La Paz, B.C.S.

En el presente estudio se definieron los siguientes criterios e indicadores para obtener la CCU.

Tabla 5. Sistema de indicadores para el análisis del patrón espacial de CCUI.

|      | FACTOR 1   | FACTOR 2                       | PESO  | FACTOR 3                             | PESO |
|------|------------|--------------------------------|-------|--------------------------------------|------|
| CCUI | SOPORTE    | Calidad del agua               | 0.41  | SDT (Salinización PPM)               | 0.61 |
|      |            | Calidad del aire               | 0.36  | SO <sub>2</sub> (PPM)                | 0.48 |
|      |            | Ecosistema                     | 0.31  | Vulnerabilidad ambiental (%)         | 0.57 |
|      | PRESIÓN    | Población                      | 0.42  | Densidad (personas/km <sup>2</sup> ) | 0.66 |
|      |            | Uso de suelo                   | 0.034 | Proporción suelo industrial (%)      | 0.75 |
|      | REGULACIÓN | Infraestructura recreativa     | 0.62  | Proporción de parques públicos (%)   | 0.76 |
|      |            | Movilidad urbana               | 0.8   | Accesibilidad al transporte          | 0.84 |
|      |            | Facilidades de gestión pública | 0.73  | Distancia a oficinas públicas (km)   | 0.98 |

Nota: CCUI, Índice de capacidad de carga urbana integrado.

### III.1.1 Análisis de patrones espacio-temporales basado en capas de SIG.

El objetivo es analizar los cambios temporales en la CCU basados en la integración de diversos factores que intervienen en el sistema urbano como calidad de agua, calidad de aire, densidad de población, infraestructura urbana, transporte público, áreas verdes, tipo de uso de suelo, los cuales fueron previamente seleccionados. Se utilizó la herramienta de análisis espacial ArcView-2010, a través del cual se definieron los niveles de correlación entre variables de crecimiento y ocupación de territorio a través de la identificación de los diferentes factores del sistema urbano.

ArcView es un software de Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos, del cual se utilizaron los módulos Landsat 5TM-1990, Landsat 7ETM-2000 Y Landsat -2014, para diagnosticar cambios del uso del suelo en un periodo de 24 años, así como otros módulos que

otorgan capacidades de clasificación de imágenes de alta resolución para el análisis de las superficies del área de estudio.

El área urbana de La Paz, B.C.S. fue dividida en cuadrantes de 1 km<sup>2</sup>, los cuales fueron usados como unidad espacial, formando una cuadrícula con 187 pixeles. Con base en investigaciones de campo, se tomaron en cuenta datos de contaminación ambiental, censos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), estadísticas económicas, el uso del suelo, recursos hídricos y datos de la red carretera y un sistema factorial (tabla 5). Para evaluar el cambio espacial y patrón de la CCU fue establecido un proceso de jerarquía analítica (PJA), para lo cual las normas de análisis factorial se usaron primero para establecer el valor de peso para cada factor. Cada factor fue ponderado de acuerdo a los resultados obtenidos por las agencias oficiales de cada sector analizado, INEGI, CONAPO, CFE, CONAGUA, de cuyos resultados publicados se determinó el factor de peso para ser aplicado en los datos. Se obtuvo un mapa raster de cada factor con los diferentes criterios que fueron preparados. Se obtuvieron ocho mapas raster (calidad de agua, calidad de aire, densidad poblacional, uso de suelo industrial, accesibilidad a áreas de recreación, transporte público, vulnerabilidad ambiental y dependencias gubernamentales), los cuales fueron individualmente multiplicados por sus pesos PJA correspondientes. Se utilizó un método de combinación lineal en el SIG para sobreponer la trama de datos para cada dimensión en tres mapas raster. Estas tres capas de datos raster se cubrieron aritméticamente para obtener un mapa final de CCU.

El mapa raster final resultó de calcular el coeficiente integral para la CCU. La fórmula es la siguiente:

$$F = S \times e^{(-0.3 \times P)} + \ln(R + 1) \quad (2)$$

Donde  $F$  es el coeficiente integral de CCU,  $S$  es la capacidad de soporte de los servicios ambientales y del ecosistema,  $P$  es la presión que ejerce la población y el crecimiento económico y  $R$  es la capacidad de regulación de la gestión y el manejo.

Debido al análisis de las tendencias temporales de SPR, se considera que la capacidad de soporte del medio ambiente y sus servicios ambientales es positiva, y que la relación entre presión y la CCU es inversa del exponente. El crecimiento poblacional y económico consume a los ecosistemas y sus servicios ambientales, en oposición a la CCU. Cuando la presión del crecimiento poblacional y económico es igual a 0, la CCU es equivalente al original CCU, pero cuando la presión se incrementa, la CCU decrecerá mucho más rápido. La relación entre la capacidad de regulación y la CCU es logarítmica. Cuando la capacidad de regulación es 0, la CCU tenderá a 0; cuando existe una alta capacidad reguladora, la CCU se incrementará.

El mapa de CCU se clasificó en cinco zonas (utilizando el método de la igualdad de intervalo) de acuerdo al mejoramiento de la CCU, se clasificaron las zonas como muy alta, alta, media, baja y muy baja. Las zonas clasificadas como muy alta son aquellas valuadas con puntajes de “0” o cercanas a “cero” y representan lo que sería la ocupación de una ciudad con características de sostenibilidad. Las zonas valoradas como muy bajas son aquellas que obtuvieron pesos de “1” o cercanos al mismo, y representan áreas o zonas que se alejan de una ciudad sostenible.



### **III.2 Tipo de crecimiento de la ciudad de La Paz, B.C.S.: relación entre espacio y población.**

En los 24 años del periodo que abarca el estudio, La Paz se ha expandido hacia cuatro horizontes que definen el uso del espacio urbanizado, obteniendo claras diferencias en el paisaje urbano, debido a las diferentes características de distribución espacial.

La zona que contiene la mayor área de crecimiento de la mancha urbana expansión, se encuentra hacia el sur de la ciudad (zona 1, figura 2), ésta área fisiográficamente está conformada por planicies de aluvial, en cuanto a tipos de uso de suelo son zonas que se caracterizaron por tener uso agrícola, el cual actualmente está siendo reemplazado por uso de suelo de tipo habitacional.

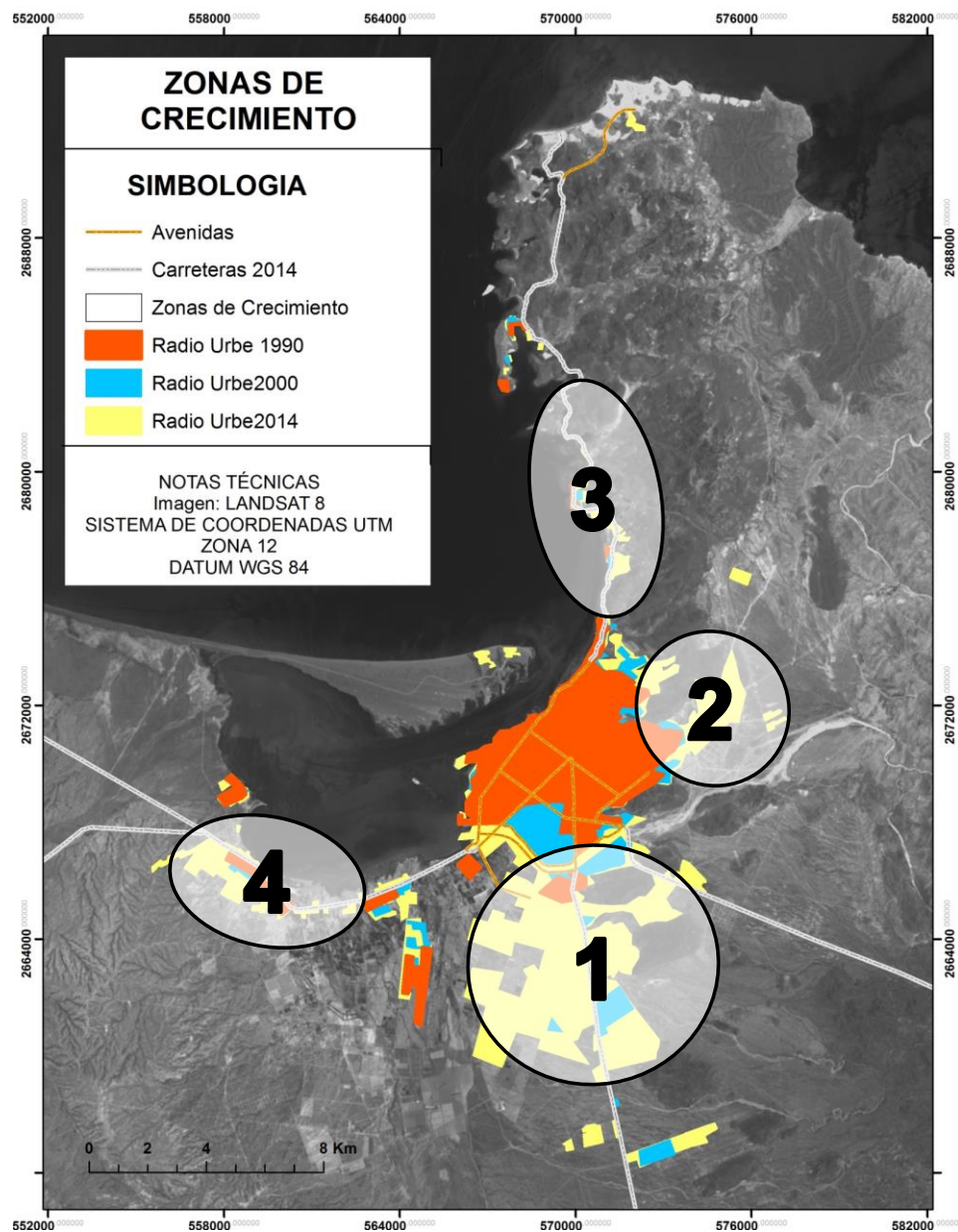


Figura 2. Zonas de Crecimiento 1990-2014.

De las cuatro zonas de expansión de la mancha urbana, las zonas identificadas como “3” y “4” en la figura 2, representan áreas de baja densidad poblacional, asentadas en áreas cercanas a la línea costera y con buena calidad de movilidad y desplazamiento urbano, esto debido a las

características que mantienen las calles y avenidas consideradas en buen y excelente estado. Las otras dos áreas de crecimiento (áreas 1 y 2 en la figura 2) representan zonas con alta densidad poblacional, donde se han construido conjuntos habitacionales con viviendas de entre 65 y 70 m<sup>2</sup> de superficie construida, ocupadas por familias de cuatro habitantes en promedio, estas colonias tienen vías de comunicación de baja calidad lo que determinan un factor de movilidad urbana bajo, debido a que existen pocas vías que ofrezcan opciones de desplazamiento a la población que habita éstas áreas, lo cual aunado a las distancias y a la alta densidad poblacional incrementa el tiempo de desplazamiento dentro de la ciudad.

### **III.2.1 Vulnerabilidad por inundación pluvial.**

La zona de estudio se caracteriza porque sus escurrimientos superficiales están dirigidos hacia el Golfo de California, desembocando dentro de la Ensenada de La Paz. El escurrimiento superficial está conformado en su totalidad por corrientes tipo efímeras o influentes, ya que solo transportan agua después de una tormenta y el nivel freático siempre está por debajo del lecho del cauce. Las características geológicas de los sedimentos y la baja pendiente de la zona, tienen como resultado que muchos de los escurrimientos superficiales se infiltren y se pierdan antes de llegar al mar. Sobre la región del Istmo de La Paz convergen los arroyos El Novillo, la Palma y El Cajoncito. Sin embargo, todos ellos desembocan en la parte sur del interior de la Ensenada de La Paz. El último de ellos corre por la parte posterior de la Ciudad y ha sido encauzado con obras de protección y canalización, lo que evita una eventual influencia sobre el área urbana, sin embargo al crecer desordenadamente la mancha urbana, se incrementó el riesgo a inundaciones en la zona de crecimiento 1 y 2 debido a que no se ha

previsto el desagüe de las fuertes avenidas de agua que se presentan durante la temporada de ciclones incrementando el riesgo de inundación y de fragilidad por el aislamiento provocado por la crecida de estos cauces en estas zonas (figura 2 y 4). Todos los cauces son intermitentes y no hay datos específicos de los gastos que acarrearán en la época de lluvias. INEGI reporta para la cuenca de La Paz un índice de escurrimiento del orden del 6 %, lo cual arroja un volumen estimado de 27 millones de metros cúbicos anuales que van a dar al mar, a todo lo largo de la costa de esta cuenca (INEGI, 2015), los cuales si se les interrumpe el cauce con construcciones habitacionales y calles pavimentadas que aumentan la velocidad de las avenidas de agua, si incrementa el riesgo de inundación, presentándose además daños en la infraestructura urbana como pavimento, banquetas, bardas de material y casas habitación.

Se detectaron colonias ubicadas en zonas de medio a alto riesgo ambiental por inundación (Geo Adaptive, 2012), donde la vulnerabilidad social ha crecido en los últimos 10 años, debido a la interrupción de flujos de ciclos naturales, en la figura 3 se puede observar la influencia de los arroyos de temporal cuyos cauces han quedado inmersos dentro de los asentamientos provocando en las últimas temporadas de lluvias inundaciones dentro de la ciudad, debido a que no se planificó el adecuado desagüe de éstos cauces.



Nota: imagen tomada de internet, <http://contactohoy.com.mx> consulta 15 de noviembre de 2015

Figura 3. Inundación pluvial.

Por otra parte en las zonas de crecimiento 1 y 2 (figura 2) se concentra el mayor porcentaje de densidad poblacional, reflejándose también en un creciente aumento de conflictos sociales como robo a casas habitación y robos a mano armada. Esto último coincide con Louis Wirth (1988), el cual establece que una rápida expansión está acompañada de un incremento en las enfermedades, crímenes, vicios, insalubridad y suicidios los cuales son los índices problemáticos de la desorganización social.

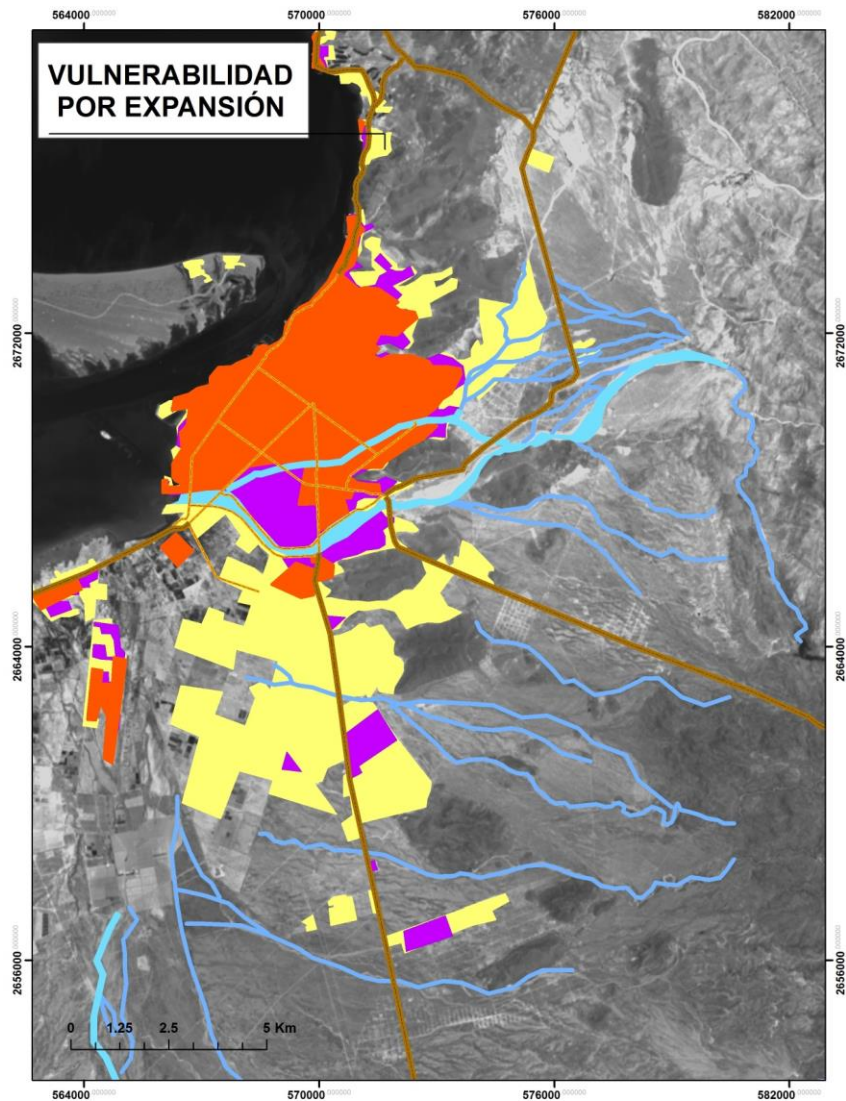


Figura 4. Influencia de cuencas sobre la mancha urbana.

La zona de crecimiento ubicada en la región Este (zona 2, figura 2) está conformada por construcciones habitacionales de diseño libre asentadas en lotes de entre 250 m<sup>2</sup> y 1000 m<sup>2</sup> de superficie. El crecimiento y expansión de ésta área se registró después del año 2000, lo que corresponde a una época de crecimiento económico para la ciudad en el sector servicios y en específico en el sector construcción (INEGI, 2010).

Con el incremento en el sector económico de construcción durante los años 2000 a 2010 en la ciudad de La Paz se ha registrado una proliferación de asentamientos humanos irregulares principalmente hacia el Este de la ciudad (zona 2, figura 2) y hacia el Sur de la ciudad (zona 1, figura 2).

A través de diversos mecanismos se puede inducir al abaratamiento de los terrenos para ser adquiridos por los especuladores y formar en ellos asentamientos de alta densidad poblacional.

Tabla 6. Tipo de ocupación territorial por zona.

| CARACTERISTICAS                       | ZONA 1                                                 | ZONA 2                    | ZONA 3                                                     | ZONA 4                                                                                                                              |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Superficie de terrenos                | 120 a 350 m <sup>2</sup>                               | 250 a 1000 m <sup>2</sup> | 350 a 1,500 m <sup>2</sup>                                 | 350 a 1600 m <sup>2</sup>                                                                                                           |
| Tipo de construcción                  | Planificadas por constructoras                         | Independiente             | Planificadas por constructoras                             | Planificadas por constructoras y de forma independiente                                                                             |
| Casas/ha                              | 55 casas                                               | 34 casas                  | 8 casas                                                    | Entre 6 y 22 casas                                                                                                                  |
| Beneficio aproximado de venta de 1 ha | \$33,000,000<br>(\$600,000/casa)                       |                           | \$40,000,000<br>(\$2,000,000/casa)                         | \$17,600,000<br>(\$800,000/casa)<br>\$62,010,000<br>(\$10,335,000/casa)                                                             |
| Servicios                             | Con todos: luz, agua entubada, drenaje, pavimentación, | Sin servicios             | Con todos los servicios: luz, agua entubada, pavimentación | Algunos servicios. Algunas zonas cuentan con luz, drenaje y agua entubada, otras zonas cuentan sólo con luz (aún las más costosas). |
| Planeación del asentamiento           | Con planeación                                         | Sin planeación            | Con planeación colonial y estructural                      | Con planeación colonial y estructural por zonas                                                                                     |

### **III.3 Consecuencias de la urbanización no planificada sobre el territorio**

#### ***Distribución espacial: uso de suelo y demografía.***

La ciudad de La Paz, muestra a partir de los resultados obtenidos que se ha producido un incremento descontrolado de la superficie territorial ocupada en los últimos 24 años del estudio, el proceso de expansión se aceleró a partir del año 2000, teniendo que del 2000 al 2014 la mancha urbana se extendió un 117 %, mientras que el número poblacional entre el 2000 y 2010 según datos de INEGI, sólo aumentó un 32 % (tabla 2, figura 5 y 6), existiendo en diversos puntos de la ciudad terrenos transformados a un uso urbanizado y que sin embargo se mantienen sin un uso aparente, encontrando espacios lotificados, libres de vegetación nativa, en algunos casos con construcciones sin terminar abandonadas, provocando de esta forma el incremento de la fragmentación urbana y la entropía debido a que el tiempo de traslado entre los lugares de residencia y el lugar de trabajo aumentan ocasionando que los costos económicos y sociales sean cada vez mayores (Bascuñán, et al, 2011). Para obtener la superficie de ocupación urbana en el presente trabajo se consideraron aquellas áreas que mantienen una influencia directa dentro de la dinámica de ciudad de La Paz, aunque políticamente son representadas como ejidales o rurales, forman parte de la socio-economía y gasto energético, están representadas por las zonas conocidas como “El Centenario”, “Chametla”, “El Comitán” y el norte de la ciudad; por este motivo los datos obtenidos en cuanto a ocupación territorial no pueden ser comparados con otros trabajos debido a que los resultados no se refieren a la misma área considerada.

Las diversas zonas de crecimiento tienen marcadas diferencias en el acceso a los servicios básicos (agua entubada, drenaje, electricidad, pavimentación) (tabla 6), por lo que se



determina que La Paz, B.C.S., México, no está creciendo como una ciudad homogénea (Aguilera, 2006). El crecimiento urbano que se observa en la figura 7 no corresponde a lo observado en el aumento poblacional, sino supone una modificación en el modelo de ciudad que hasta antes del 2000 se había implantado.

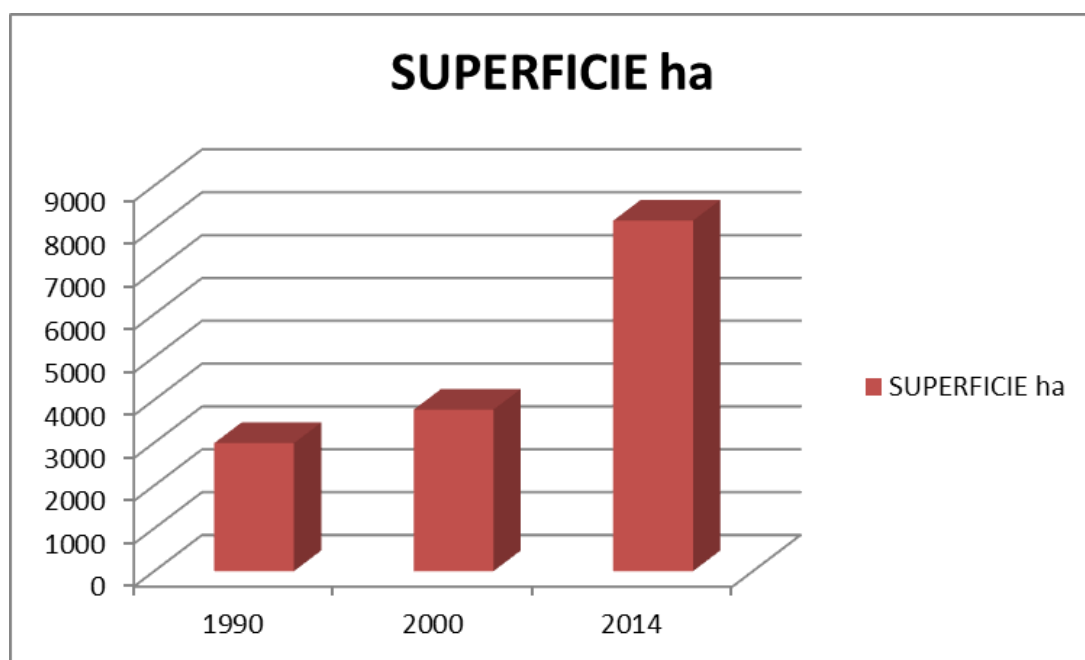


Figura 5. Expansión de la mancha urbana en ocupación territorial.

Actualmente la ciudad está tendiendo a la dispersión, mostrando patrones de ocupación del territorio de forma extensiva mediante urbanizaciones unifamiliares, generación de nuevas zonas comerciales en las cercanías de los nuevos núcleos de asentamientos, aumento en la segregación entre zonas de trabajo y comercio y las habitacionales, aumento en la fragmentación y segregación social por la presencia de áreas habitacionales privatizadas donde se genera e incrementa el desplazamiento social.

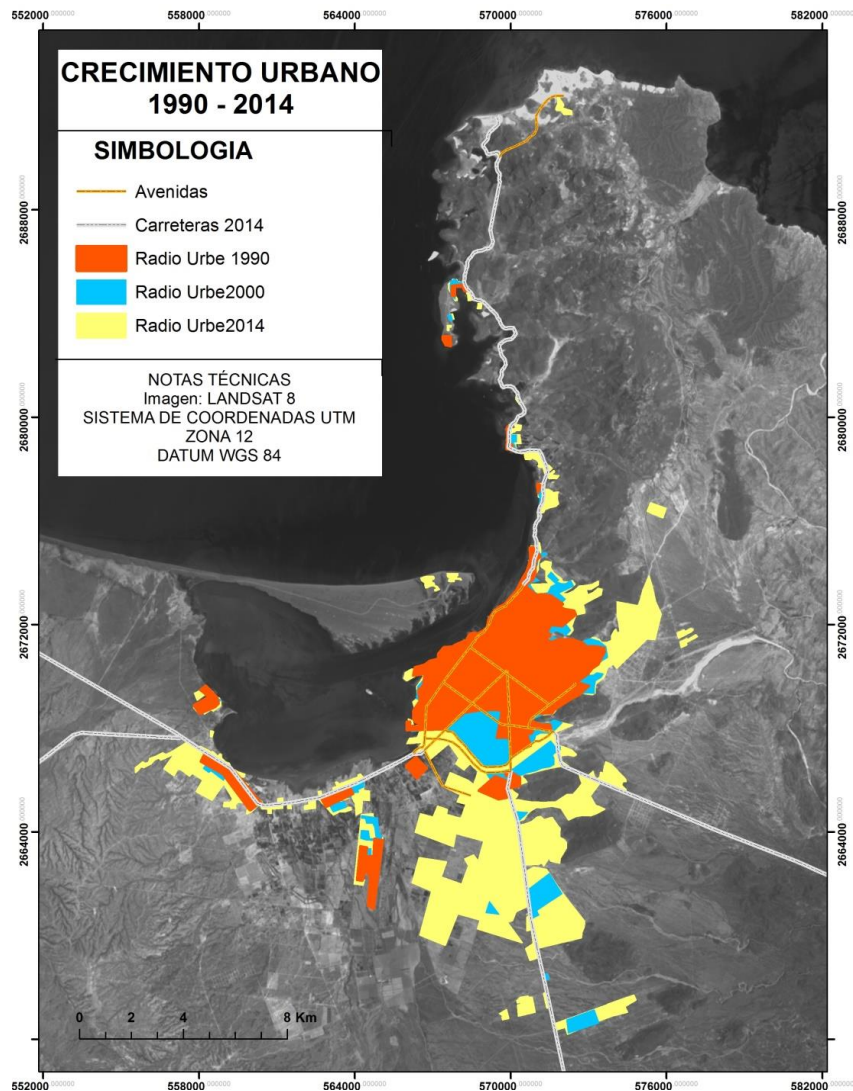


Figura 6. Crecimiento urbano de La Paz 1990-2014.

### III.4 Distribución de usos de suelos (2014).

#### III.4.1 Efectos de la expansión urbana.

En el periodo que abarca el estudio, la ciudad de La Paz se ha expandido hacia cuatro horizontes, cada uno con diferentes características de uso del espacio y del manejo del paisaje

urbano. Como se ha descrito, la zona que mantiene la mayor superficie de expansión, se distribuye hacia el sur de la ciudad (zona 1, figura 2).

En otras especies la regulación de la población depende directamente de los recursos que proporciona el ecosistema en el que se encuentran y se ha observado que cuando existe un aumento en la disponibilidad de los mismos, la población también se recupera (Orlandoni, 1997). Esto indica que mantienen una relación directa con los recursos naturales para su sobrevivencia, los cuales dependen de los ciclos de abundancia y escases para llevar a cabo el control poblacional que le permita a la especie habitar la tierra por el mayor tiempo y espacio posible. Todas las especies existentes dependen directamente de los recursos naturales para su sobrevivencia, la inteligencia con la que realizan el uso de estos recursos les permite trascender en el tiempo (*Op cit*). Está claro que ningún ambiente real puede abastecer durante mucho tiempo demandas de recursos o un sistema de soporte inagotable.

El humano es la única especie que ha transformado la forma de realizar la transacción directa de los recursos (sistema de soporte). A través del uso de la moneda como intercambio de valores, se incluyó un sentido “artificial” o al menos no directo entre la existencia y abundancia del recurso natural y el efecto de su consumo, por lo que en esta transacción es difícil observar o apreciar directamente el uso y desgaste de los mismos, por lo que su desabasto o escases no tiene un efecto directo en el control poblacional como ocurre con el resto de las especies.

Este fenómeno aunado a la alta capacidad de adaptación bioclimática y la destreza para desarrollar tecnología, ha permitido que las poblaciones humanas tengan una rápida expansión

y crecimiento, sin embargo el uso del capital como mecanismo principal de sobrevivencia ha producido diversas problemáticas. La administración del sistema de soporte está fundamentada en el concepto de máximo rendimiento sustentable, según el cual los recursos naturales (sistema de soporte) no pueden sobreexplotarse sin una pérdida final de productividad.

En el área de estudio las condiciones ecosistémicas que establecen el sistema de soporte se están rebasando, actualmente ya se presentan problemas de desabasto de agua potable, infiltración salina en el manto acuífero, deforestación no controlada lo que aumenta la desertificación y disminuye la recarga del acuífero; sin embargo la población de La Paz, B.C.S. se sigue incrementando.

Las poblaciones humanas no son finitas en cuanto a su relación directa con el ecosistema en el que se asientan, en éste caso la regulación del crecimiento de sus poblaciones está determinada por el mercado, el cual provee de “recursos” proporcionando un ambiente de certidumbre financiera. Es decir de acuerdo a los resultados obtenidos en la ciudad de La Paz, entre los años 2000 y 2014 se observa el crecimiento exponencial el cual coincide con el incremento en el sector terciario, con aumento en la venta de terrenos y actividades de construcción principalmente.

Este tipo de actividades económicas si bien conllevan un aumento momentáneo en el bienestar económico de la población, éste no podrá ser sostenido ya que se basan en actividades especulativas, incrementando el potencial comercial a los espacios de mayor atractivo visual para el mercado que en el caso de La Paz son las zonas costeras y todos aquellos terrenos que

tengan cercanía o vista directa al mar. Sin embargo esta tendencia no puede ser mantenida por tiempo indefinido, debido a que este tipo de espacios son finitos.

Esta mejora ficticia de la economía paceña se vio reflejada directamente en el aumento poblacional observado en los últimos 10 años, detonándose otras situaciones sociales como el desplazamiento de la población, observado actualmente con el destierro paulatino que se está dando en áreas consideradas por el mercado actual como de interés comercial, las cuales habían sido ocupadas tradicionalmente por habitantes que se dedicaron por más de 200 años a la pesca ribereña. Estas zonas conocidas como “El Manglito” y “El Conchalito”, han alcanzado valores de uso de suelo de \$6,000 m<sup>2</sup>, provocando que la población residente tradicional se desplace hacia otras áreas de la ciudad, incrementándose en la ciudad la gentrificación, un efecto que no se había detectado antes del año 2000.

La gentrificación se describe como el proceso de conversión de zonas de clase obrera, las cuales se encuentran comúnmente en los centros de las ciudades y que con el proceso de expansión y crecimiento de la mancha urbana han quedado marginadas socialmente, transformándolas en zonas de uso residencial para las clases medias y altas, teniendo como consecuencia una aceleración de los procesos de diferenciación social y espacial (Zukin, 1987:131 en Mansilla 2014).

Los barrios y colonias populares en La Paz están sufriendo un proceso de cambio, existe un desplazamiento paulatino y silencioso de los habitantes locales, transformando los espacios antes con viviendas de tipo tradicional, por casas habitación con características uniformes que caracterizan la nueva tendencia globalizada.

Un efecto natural que se genera al incrementarse el crecimiento poblacional de las ciudades, es que cuanto más grande se va haciendo aumenta la diversificación socioeconómica y cultural, obteniendo un efecto es inverso ya que entre más pequeño es el centro de población las características socioeconómicas y culturales de los habitantes son más uniformes.

#### **III.4.2 La expansión urbana supeditada al mercado.**

En las ciudades con marcada tendencia de política neoliberal, el crecimiento de la mancha poblacional presenta ciertas características que las identifican. La ciudad de La Paz, muestra a partir de los resultados obtenidos que el proceso de expansión se aceleró a partir del año 2000, en catorce años la mancha urbana se extendió un 117 % en cuanto al espacio ocupado en el 2000. Las diversas zonas de expansión presentan grandes diferencias de urbanización entre ellas, por lo que se puede determinar que La Paz, B.C.S., México, no está creciendo como una ciudad homogénea. El neoliberalismo se caracteriza por que predomina la razón económica (lógica del funcionamiento del mercado y la ganancia) sobre los factores que determinan equidad en la organización de la vida social (Ornelas, 2000).

Esta fase de capitalismo determina la forma en que se produce y consume el espacio en las ciudades, lo que incluye el proceso de acumulación del capital, estimulado en la ciudad de La Paz por las políticas gubernamentales que se han acelerado después del año 2000, en donde prevaleció la venta de territorio como forma de capitalización gubernamental y el cada vez mayor, establecimiento de zonas de exclusividad que antes eran de uso público, las cuales se producen e incrementan la segregación social.

En la ciudad se tienen diversos ejemplos de la producción de estos espacios, entre los que se encuentran playas, las cuales eran usadas como espacios de esparcimiento, con acceso libre de la ciudadanía en general entre las que por mencionar algunas se encuentran el caimancito y el área actualmente conocida como costa baja. También se transformaron espacios destinados como áreas de conservación (PDU, 2015) en zonas comerciales con un definido uso de exclusión social.

El Plan de Desarrollo Urbano anterior al que actualmente se encuentra vigente, fue completamente transformado, estableciendo en el actual una clara política de expansión desordenada supeditada únicamente a los intereses del mercado de suelos (PDU, 1995 y PDUCP, 2010).

La elevada generación de empleos en el 2000, en el ramo de la construcción, los cuales fueron de tipo informal y no permanentes (INEGI, 2005), coincide con la proliferación de colonias conformadas con asentamientos irregulares y carentes de servicios públicos municipales (Rodríguez, 2004), hacia la zona Este y Sur de la ciudad, lo cual incrementó a partir de entonces los índices de pobreza de la ciudad. El índice de pobreza, establece si la persona es capaz de satisfacer las necesidades indispensables, según lo establecido por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en cuanto a pobreza alimentaria, pobreza de capacidades y pobreza de patrimonio (Olmos, et al., 2008). La ciudad de La Paz, antes del 2000 se había mantenido relativamente estrecha, estructurada en cuadrículas bien establecidas lo que denotaba una ciudad planificada y ordenada (figura 6). A partir del 2000, la ciudad comienza su expansión generándose las primeras colonias mal llamadas “populares” alejadas o separadas de la principal mancha poblacional, incrementando la fragmentación urbana y

ocasionando mayor presión hacia las áreas naturales que rodeaban la ciudad y disminuyendo de esta forma la sostenibilidad de la misma.

La proliferación de la venta de terrenos como una de las principales actividades comerciales entre el 1999 y 2005 ocasionó un estado ficticio de equilibrio económico, generando como efectos negativos un incremento exponencial en la población y en la ocupación del uso de suelo urbanizado o en vías de urbanización (tabla 3 y figura 6).

El crecimiento de las zonas habitacionales que se generaron hacia el sur y este de la ciudad fue tan rápido, que le ganó a las políticas gubernamentales en cuanto al abastecimiento adecuado de servicios públicos municipales, teniendo como consecuencia asentamientos irregulares y con una marginación palpable, por lo que colonias como La Rinconada, Ampliación Lázaro Cárdenas que tuvieron su máximo establecimiento entre 1999 y 2000, sus habitantes iniciaron viviendo en esos sitios, sin acceso a agua, energía eléctrica o drenaje (Rodríguez, 200). Actualmente se siguen generando este tipo de colonias, como La Pasión (Anexo 1 figura 4), la cual es producto de trabajadores que migraron a la ciudad, traídos para cubrir la necesidad de mano de obra que generó la construcción que se inició en el 2005 por el proyecto habitacional conocido como “paraíso del mar”, con una clara política de venta de exclusividad. El desarrollo fue edificado en un espacio geográfico definido morfológicamente como una barra de arena adosada al litoral que separa la laguna de La Paz de la bahía de La Paz conocida como “El Mogote” (Torres, 2010), el cual fue vendido por el Gobierno del Estado a un particular en el año 2003 (Cariño y Monteforte, 2008).



La inversión pública gubernamental, se ha centrado en fortalecer y embellecer las zonas de la ciudad que son consideradas aptas para el mercado de suelos, por lo que la planeación, remodelación y construcción de infraestructura se ha llevado a cabo principalmente en el primer cuadro de la ciudad y áreas costeras, las cuales en los últimos 10 años que abarca el estudio han recibido altas transformaciones que han llevado a incrementar la especulación de los precios de venta de estos espacios y han generado fenómenos como la gentrificación en colonias o barrios que se ubican en el primer cuadro de la ciudad (zona central, figura 2) y que tradicionalmente eran habitadas por pescadores, colonias como “El Esterito” y “El Manglito”, han iniciado un proceso de transformación socio-espacial, de tal manera que sus pobladores iniciales han decidido vender o salirse de éstos sitios, iniciando la ocupación de estos nichos por las clases medias a altas, por lo que las casas típicas de pescadores han sido sustituidas por construcciones de casas habitación regularizadas por el mercado de especulación inmobiliaria.

El proceso de gentrificación es definido por Ruth Glass en Salinas 2013, se entiende como el proceso a través del cual un barrio habitado por población de bajos ingresos es modificado y ocupado por población de clase media y alta, quienes a su vez, ya sea por cuenta propia o por inversión privada, renuevan las viviendas. De tal forma que son dos las condiciones que definen el proceso de gentrificación: desplazamiento de población y reinversión económica en las viviendas del barrio (Salinas, 2013).

Por lo que se establece que un crecimiento urbanizado supeditado a la economía de mercado genera una estructura urbana insustentable teniendo como principales rasgos la falta de equidad social, fortalecimiento de altos niveles de centralización de la inversión pública y del

poder político en grupos con intereses monopólicos, generando mayor desigualdad y segregación social (Ornelas, 2000).

#### **IV. CAPACIDAD DE CARGA URBANA (CCU).**

Se utilizó el índice de CCU propuesto por Qun Gao, Dan Wang y Shasha Sheng, 2011, el cual considera las características de un sistema social, económico y ambiental en tres dimensiones: capacidad de Soporte, presión y capacidad de regulación (SPR). Los cuales en conjunto forman la función de la Capacidad de Carga Urbana Integrado (CCUI), descrita por la fórmula  $CCUI = F(\text{soporte, presión, regulación})$ .

Para el presente estudio se asume que las actividades humanas colocan la presión sobre el sistema de soporte urbano, provocando las modificaciones en el ambiente, lo que conduce a la sociedad responsable a establecer medidas y regulaciones ecológicas y económicas. El modelo de SPR para el CCUI distingue a los indicadores de soporte, presión y regulación, ya que entre esas tres dimensiones existen complejas interacciones. Los factores de presión están definidos por el crecimiento poblacional y económico, nivel de consumo y proceso de urbanización; los factores de soporte se refieren a las condiciones ambientales urbanas que tienen una influencia directa en la salud y bienestar humano; y la capacidad de regulación son las actividades que realiza la sociedad para mitigar, reducir y prevenir los impactos negativos y sus efectos sobre el ambiente y proteger el sistema de soporte de la presión.

Los ecosistemas son finitos, por lo que cuando las zonas urbanas exceden la capacidad de abastecimiento de recursos naturales y servicios ambientales de los mismos, la capacidad del

sistema urbano para soportar la sociedad se ve afectada. El nivel de presión de las actividades humanas en un sitio determinado depende del sistema de soporte en los tipos y escales de impactos, el número de personas que pueden ser sostenidas, la calidad de vida requerida y el nivel de consumo (Graymore et al, 2010 en: Qun Gao, et al., 2011). La capacidad de regulación se refiere al sistema de resiliencia. Mayor resiliencia significa una alta capacidad de carga, debido a que el sistema puede por sí solo mitigar la mayoría de los impactos de las actividades humanas (Graymore et al, 2010 en: Qun Gao, et al., 2011).

El concepto de ciudad ecológica es una propuesta de desarrollo urbano, el cual busca ofrecer un nivel de vida apropiado para los habitantes de la ciudad, sin agotar los ecosistemas y los servicios ambientales de los cuales depende el humano (White, 2002). Este trabajo está basado en sistema factorial que permitirá evaluar los cambios en la CCUI de la Paz, B.C.S., México, en una serie de tiempo. Los factores que elegidos para evaluar la CCU son altamente dependientes de la disponibilidad de datos. Los factores de soporte se enfocaron en la calidad del agua, del aire y de la tierra o suelo. Los factores de presión reflejan principalmente los efectos del crecimiento económico y poblacional. Los factores de regulación se ven reflejados por las infraestructuras urbanas que mejoran la calidad de vida de los residentes.

Después de la interpolación y superposición, se obtuvieron los tres resultados espaciales para Soporte, Presión y Regulación (SPR). Los primeros mapas digitales de los factores de cuatro apoyos interpolados a partir de investigaciones de campo, calidad del agua, calidad del aire urbano, entorno ecológico y la geología urbana, fueron ponderados y se sumaron logarítmicamente. Los resultados (figura 10) indican una mayor capacidad de soporte de los recursos y el medio ambiente en la parte occidental de la zona urbana (entre las colonias

Paraíso del Sol, Misiones y Miramar), donde el agua y la calidad del aire fueron mejores que en otras áreas, particularmente mejor que la zona centro.

#### **IV.1. Evaluación de la capacidad de soporte dado por los recursos del ambiente.**

La capacidad de soporte determinada por los recursos naturales que provee el ambiente decide el umbral de la CCUI y los avances tecnológicos que determinan el sistema de regulación deciden la dinámica de la CCUI.

##### **IV.1.1 Análisis de los servicios ambientales que dan soporte a la ciudad.**

###### **IV.1.1.1 Calidad del agua.**

La evaluación de la calidad del agua usualmente se lleva a cabo utilizando tres indicadores: la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la cual indica la cantidad de materia orgánica biodegradable; la DQO mide la cantidad total de materia orgánica y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). Considerando éste último como parámetro de calidad de agua para los fines de este estudio. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos y a la calidad del agua.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta el agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no

municipales, así como áreas con deforestación severa. En 2013 se llevó a cabo un monitoreo de calidad de agua en diferentes puntos del país encontrando para La Paz un puntaje de 21.4 lo que indico una buena calidad de agua en cuanto al indicador de SST. (CONAGUA, 2014).

El parámetro de sólidos totales también permite evaluar la salinización de aguas subterráneas. De acuerdo a su concentración, las aguas subterráneas se clasifican en: dulces ( $<1\ 000\ \text{mg/l}$ ), ligeramente salobres ( $1\ 000$  a  $2\ 000\ \text{mg/l}$ ), salobres ( $2\ 000$  a  $10\ 000\ \text{mg/l}$ ) y salinas ( $>10\ 000\ \text{mg/l}$ ), (CONAGUA, 2014).

El límite entre el agua dulce y la ligeramente salobre coincide con la concentración máxima señalada por la modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, que “establece los límites máximos permisibles que debe cumplir el agua para consumo humano y tratamiento en materia de calidad del agua para consumo humano” (Op. Cit, 2014).

Durante las últimas décadas, el agua en el acuífero de La Paz ha estado en constante exposición a la intrusión de agua de mar debido a su ubicación y a la sobreexplotación. En este sentido, se han hecho una gran variedad de estudios para identificar como ha sido el proceso evolutivo de la intrusión de agua de mar (Fonseca y Ramírez, 2014).

En 1998 mediante datos históricos, la simulación y la incorporación de varios modelos, se construyó un mapa descriptivo de la intrusión de agua de mar. En él, se hizo evidente la intrusión de agua de mar por la zona de la Bahía de La Paz, hacia la zona del aeropuerto, en donde se presentan altos valores de SDT alcanzando valores en el orden de 2500 ppm (CONAGUA, 2010 en Fonseca y Ramírez, 2014).

La Comisión Nacional del Agua determinó, al año 2002, que la calidad de agua se deterioraba, con respecto al parámetro de SDT, a un ritmo de 1500 ppm por cada tres años. Esto sucedía principalmente en la zona poniente del aeropuerto de la ciudad de La Paz, así como en la zona del Centenario (CNA, 2002).

En el año 2009, la CONAGUA registró en 36 pozos de los 52 existentes, valores de al menos 2000 ppm de SDT, lo que ha evidenciado el avance de la salinización en la zona (CONAGUA, 2010 en Fonseca y Ramírez, 2014), y por tanto la baja calidad del agua, debido a que coincide con el límite máximo permisible que debe cumplir el agua para consumo humano y tratamiento en materia de calidad del agua para consumo humano de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994. Por otra parte según los registros, a la fecha no se ha realizado algún muestreo oficial por parte de las autoridades correspondientes para determinar que pozos se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994.

Al obtener el mapa de calidad de agua en base a sólidos disueltos totales (SDT), para la ciudad de La Paz (figura 7), se observa que la zona sur y este son las áreas que tienen una mejor calidad de agua con puntajes elevados cercanos o similares a 1.00, lo que representan menores problemas por intrusión salina.

Por el contrario los valores cercanos a cero representan las zonas con calidad de agua más baja, entre las cuales se encuentran colonias como Chametla y El Centenario (revisar anexo 3), dentro de la zona 4 de crecimiento; el aeropuerto, colonias Las Américas, Fidepaz, Puesta del Sol, y toda la zona centro (figura 7 y anexo figuras 3).

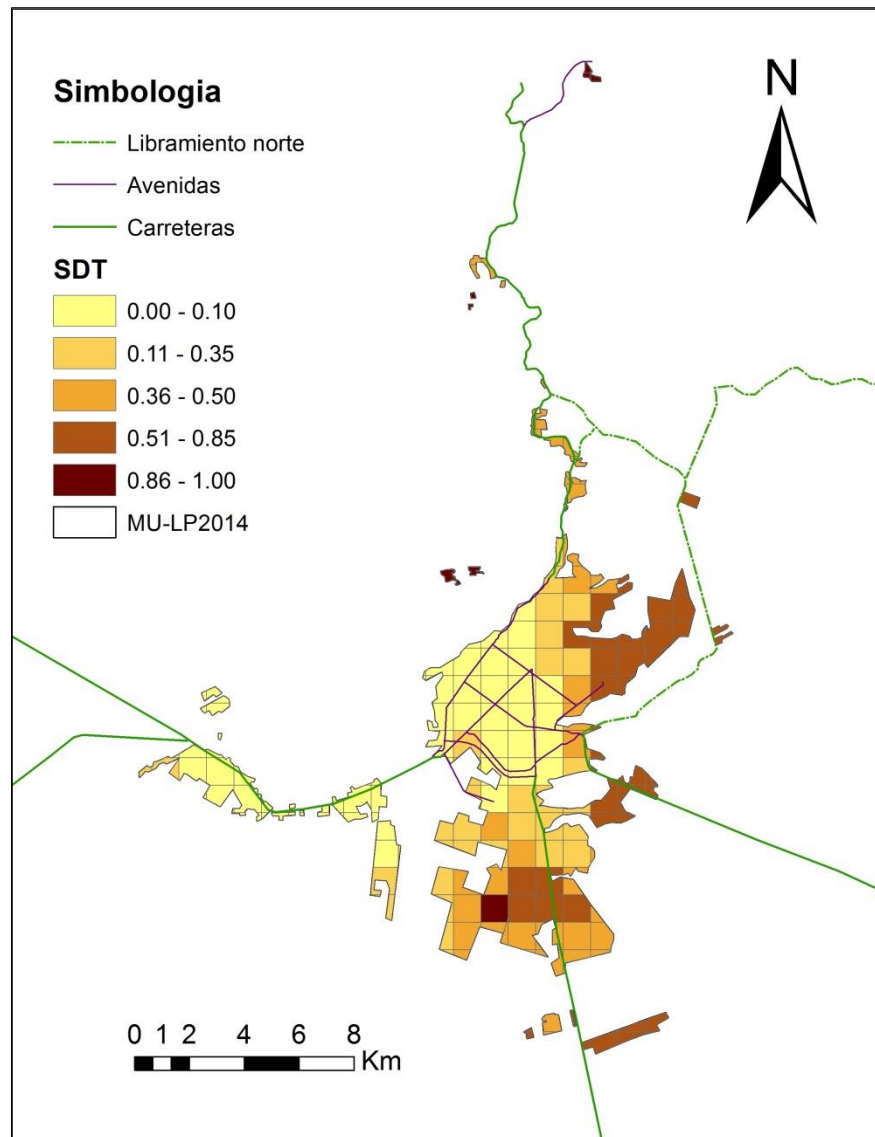


Figura 7. Calidad del agua en La Paz, B.C.S.

#### IV.1.1.2 Calidad del aire.

En cuanto a la calidad del aire según datos obtenidos por el Instituto Mexicano para la Competitividad, AC, con información del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA), determinaron que los niveles de contaminantes como  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  y  $\text{NO}$

en ningún momento exceden los límites de las Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire, sin embargo si exceden los límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) el 21.5 % de los días que realizaron el estudio, existen además otras investigaciones que han comprobado que el aire en algunas zonas de La Paz contiene altas concentraciones de azufre, mercurio, plomo, titanio y vanadio, los cuales rebasan los límites máximos recomendados por la OMS y la Norma Oficial Mexicana (Murillo, 2015), por lo que al evaluar la calidad del aire por concentración de azufre se obtuvo una calidad del aire media para toda la ciudad.

Las zonas susceptibles a una calidad de aire más baja (puntajes entre 0.76 y 1.00 figura 8), son aquellas que se encuentran en el área de influencia de las emisiones de la planta de la CFE, la cual genera la energía eléctrica que se consume en la ciudad. La contaminación del aire en la ciudad, es notoria visualmente durante las mañanas, donde se observa a simple vista la nube de color café que sale de la central termoeléctrica de combustión interna que utiliza combustibles fósiles.



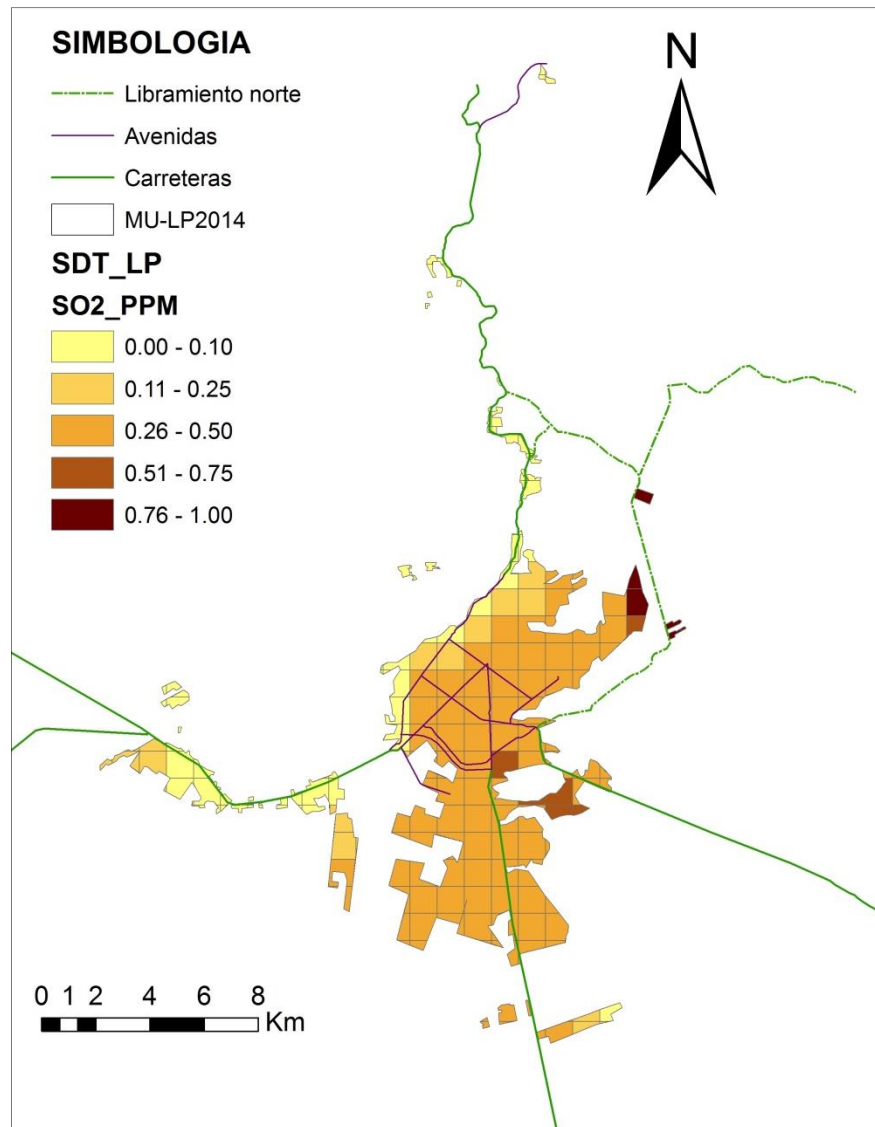


Figura 8. Calidad del aire.

#### IV.1.1.1.3 Vulnerabilidad ambiental.

La ciudad de La Paz se encuentra asentada en su mayoría sobre un valle de aluvial, conforme se fue expandiendo, la ciudad empezó a crecer hacia el Sur y Sureste principalmente,

quedando de ésta forma población en zonas de alto riesgo por inundación pluvial, debido a la influencia que ejerce el territorio sobre esta zona.

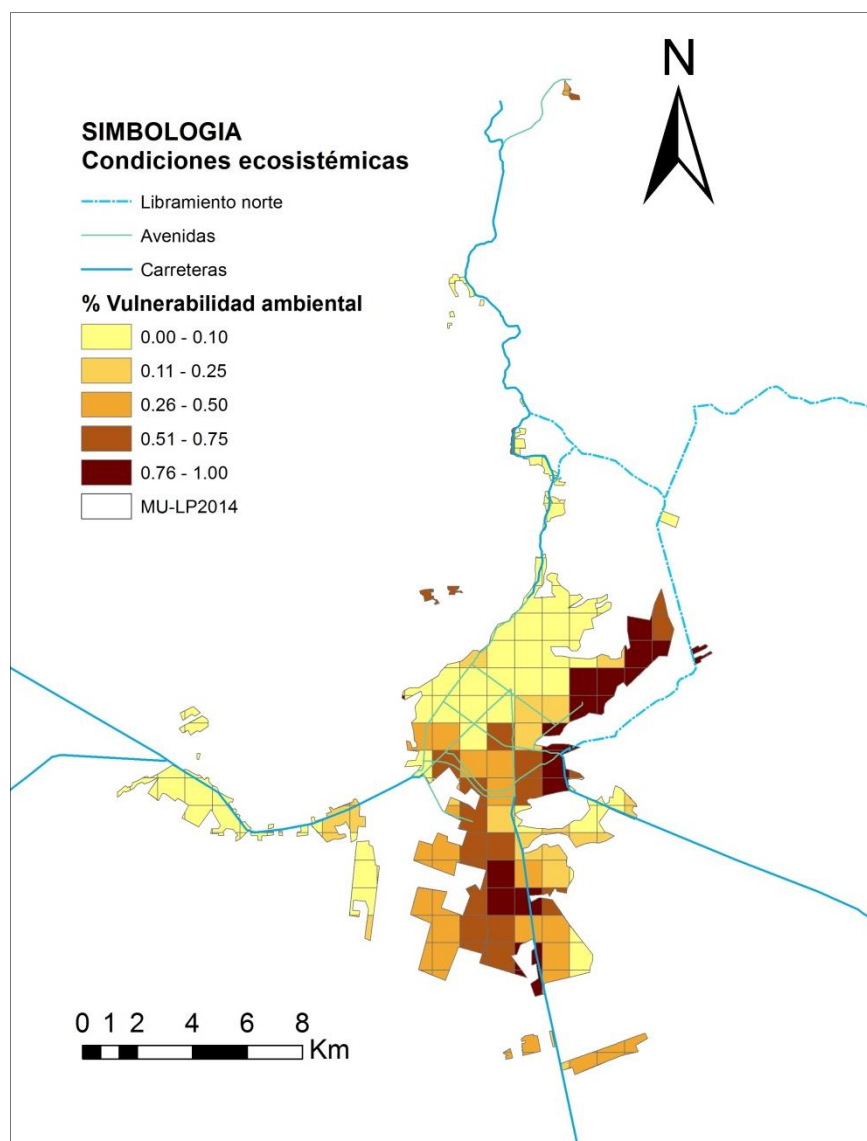


Figura 9. Vulnerabilidad ambiental.

En la figura 4 se puede apreciar la influencia que ejercen los arroyos de temporal sobre la zona de asentamientos urbanos. Aunque este tipo de arroyos se caracteriza por llevar agua únicamente en temporada de lluvias, la tendencia es que en la zona se presentan lluvias

torrenciales con descargas de entre 100 y 150 mm<sup>3</sup> en un lapso de una hora, ésta característica en conjunto con aumento de construcción de infraestructura urbana, entre las que se incluye: casas habitación, pavimentación de calles y avenidas, zonas industriales, edificios y la carencia de obras de desagüe pluvial incrementan la vulnerabilidad social a los efectos que tienen las lluvias dentro de la ciudad.

Esto se ha visto reflejado en las últimas dos temporadas (año 2014 y 2015) de lluvias donde se han presentado diversas inundaciones, principalmente en la zona Sur y Sureste de la ciudad debido a que el aumento en el número de colonias han ocasionado que el agua se acumule en ciertas regiones, provocando encharcamientos e inundaciones de leves a moderadas. Por otra parte al presentarse el sellamiento de suelo con pavimento de concreto hidráulico o cemento, se elimina o se evita la infiltración al subsuelo, además de ocasionar que el agua corra a velocidades más altas, ocasionado que se presentaren situaciones de riesgo para los habitantes de la ciudad, al intentar cruzar los arroyos que atraviesan diversas avenidas.

En temporada de lluvias en la ciudad se incrementa la fragilidad y se hace más evidente la fragmentación social, ya que las áreas que presentan mayores problemas son la zona Sur, en la cual se registró la mayor presión por una alta densidad poblacional, tiene un bajo índice de movilidad, ya que no existen vías necesarias para tener una movilidad adecuada por los habitantes de ésta zona de la ciudad, por lo cual cuando los arroyos de temporal crecen o acarrean agua, dejan a sus habitantes completamente aislados, éstas áreas están representadas con valores de 0.51 a 1.00 de vulnerabilidad ambiental entre (figura 9).

#### **IV.1.2 Capacidad de soporte.**

Al aplicar el modelo de SPR para la CCUI, en los factores de soporte donde se analizó el aire, el agua y el porcentaje de vulnerabilidad ambiental por inundación pluvial, calculando los datos para 2014 (figura 10) indicando que la capacidad de soporte para la ciudad de La Paz es alta en su mayoría.

Los resultados (figura 10) indican una mayor capacidad de soporte de los recursos y del ecosistema en la parte Sur y Este de la ciudad (zonas de crecimiento 1 y 2, figura 2), donde la calidad del agua tiene mejores condiciones que la zona central y zona Oeste de la Ciudad.

Las zonas urbanas tienen una capacidad limitada en cuanto al acceso a los recursos naturales y servicios ecológicos, cuando ésta capacidad es excedida la habilidad de los sistemas urbanos para dar soporte a la sociedad humana se ve afectada, lo cual está representando un alto riesgo para el futuro de la Ciudad, debido a que las áreas con mayor capacidad de soporte son las zonas que también representan una alta y muy alta presión y una baja capacidad de regulación (figuras 13 y 18) lo cual es indicativo que la ciudad se encuentra en un proceso de crecimiento desequilibrado, que de continuar con la misma tendencia se verá reflejado en una disminución de la calidad de vida de sus habitantes y en una disminución de la calidad de los recursos naturales de los cuales depende.

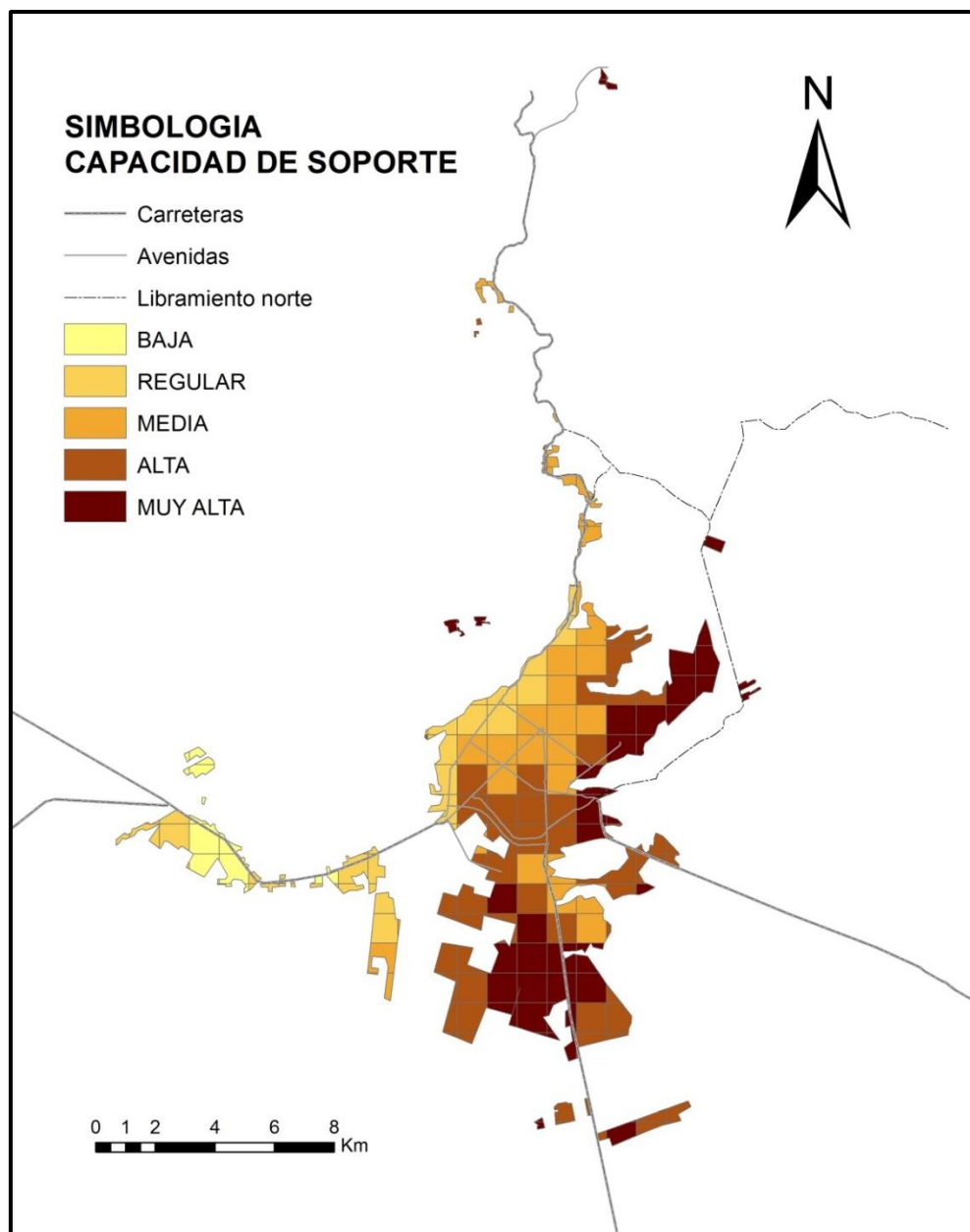


Figura 10. Capacidad de soporte.

## **IV.2. Evaluación de la presión ejercida por el sistema urbano.**

El nivel de presión de las actividades humanas ejercida en un sitio determinado, depende directamente de las escalas y tipos de impactos ejercidos, del número de personas que sostiene el sistema urbano-habitacional, la calidad de vida requerida y de las decisiones humanas en relación al nivel de consumo.

### **IV.2.1 Desarrollo poblacional y económico.**

Los dos factores de presión, densidad poblacional y uso de suelo, fueron evaluados, otorgándoles un valor de peso y posteriormente sumados algebraicamente. Para la densidad de población se contabilizó la población residente por km<sup>2</sup> de acuerdo a los datos obtenidos directamente del análisis de imágenes raster de la ciudad de La Paz, anexándose al análisis la proporción de suelo industrial para reflejar la presión.

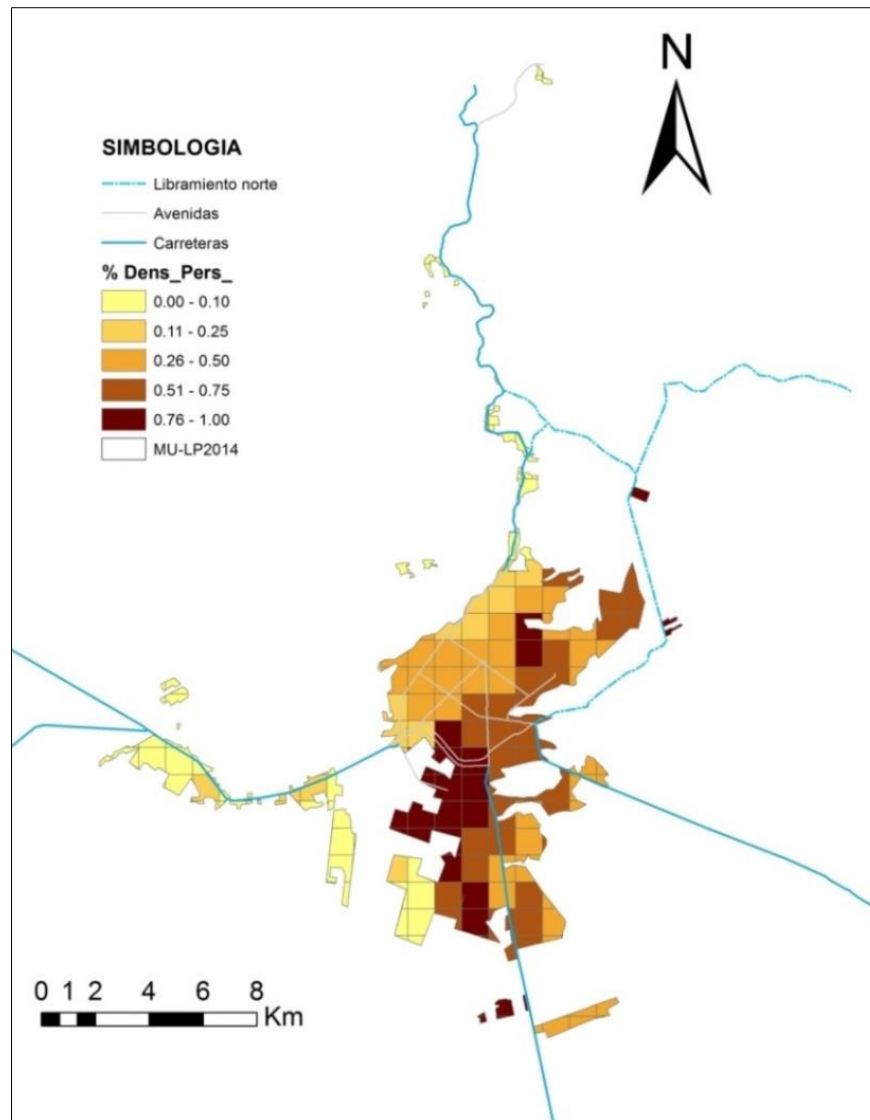


Figura 11. Densidad poblacional.

La figura 13 indica que la presión de la población y el crecimiento económico está concentrado en la zona sur de la ciudad (zona de crecimiento 1, figura 2) y hacia el Este de la ciudad, las áreas clasificadas con presión muy alta son aquellas donde se presenta una alta densidad poblacional (figura 11) y donde se concentran también las áreas industriales (figura 12).

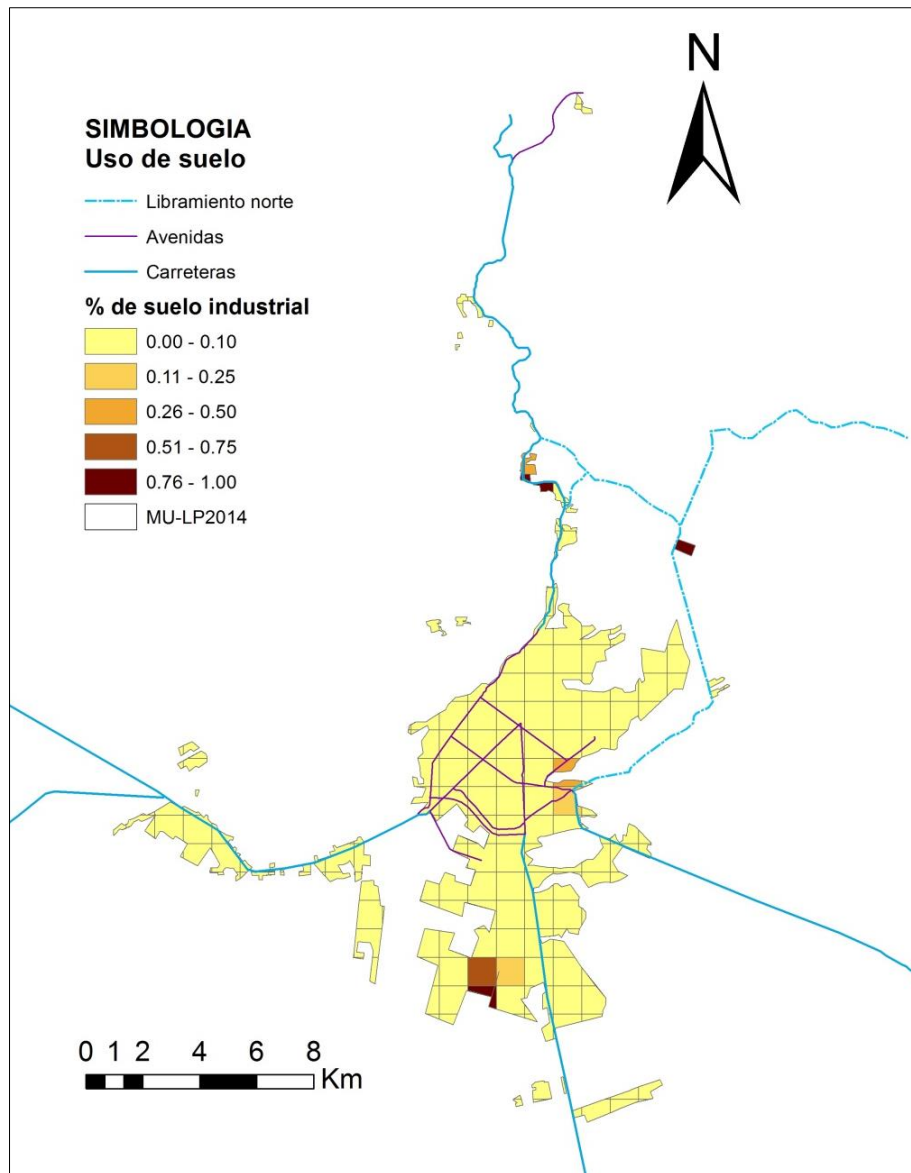


Figura 12. Uso de suelo industrial.

La mayor parte de la ciudad se mantiene con una presión de muy alta a alta (zonas Sur, centro y este) debido a que son las regiones donde se concentra la mayor cantidad de población, así como actividades económicas entre las que se incluyen las zonas industriales.



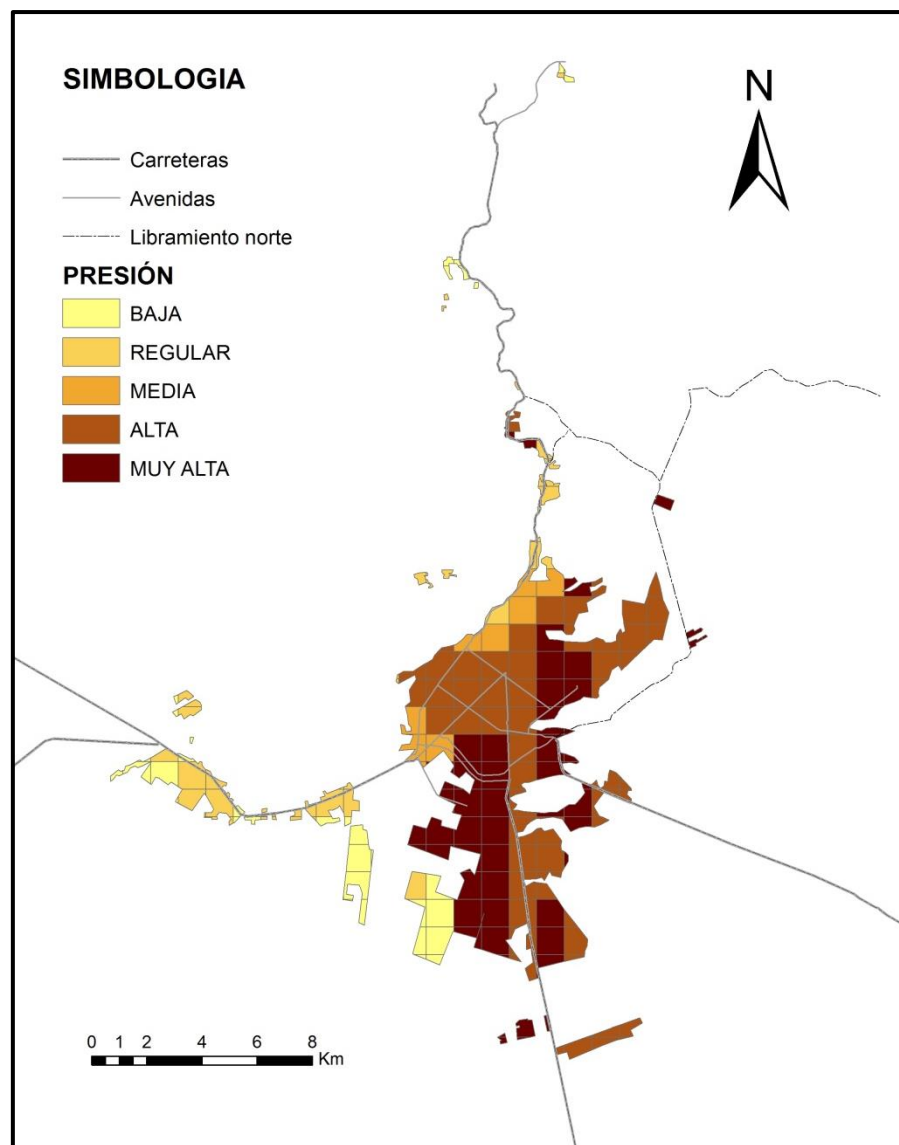


Figura 13. Índice de presión.

En la ciudad de La Paz, la ampliación de zonas habitacionales con alta densidad poblacional concentradas principalmente la zona sur de la ciudad, son los principales recursos de presión ambiental.

El gobierno de la ciudad de La Paz, debe implementar estrategias de crecimiento y planificación urbana que permitan equilibrar las zonas habitacionales, evitando la expansión hacia áreas verdes, en las que se transforman usos de suelo forestales por el de habitacionales, cuando dentro de la mancha urbana todavía existen sitios sin ser ocupados.

La ciudad actualmente mantiene características de expansión descontrolada y de fragmentación, presentándose además, e intensificándose recientemente el fenómeno de gentrificación de la zona centro de la ciudad, el cual no se había presentado hasta antes del año 2010.

Existen diversos mecanismos para disminuir la presión ambiental en zonas de desarrollo urbano. El análisis espacial, sugiere que se deben considerar regulaciones a las industrias contaminantes de la región, ya que aunque la proporción de suelo industrial dentro de la ciudad es bajo, destaca en la zona la influencia en la contaminación atmosférica ocasionada principalmente por la planta termoeléctrica de la CFE, debido a que se ha registrado baja calidad del aire de forma puntual en algunas zonas de la ciudad y según la hora del día y la temporada por la dirección de los vientos que se presentan en la región (Murillo, 2015). Por lo que a pesar de considerarse que el área urbana en mayor proporción mantiene una buena calidad del aire, se considera pertinente que se deben implementar medidas de regulación en la emisión de gases y partículas que produce la termoeléctrica y con esto mitigar la presión en las zonas este y sur de la ciudad.

En cuanto a la presión por el incremento en la densidad poblacional, se debe considerar como manejar la presión cada vez mayor de la población flotante, lo cual se debe dar a través de

mecanismos de regulación, suministrando el uso de suelo residencial con el incremento de áreas verdes, planificación de vías de escape que permitan una adecuada movilidad urbana, infraestructura para drenaje pluvial específico para el tipo de lluvias que se presentan en la región, aplicación de estudios hidráulicos que permitan identificar claramente el cauce o trayectoria de los arroyos, evitando la construcción de infraestructura urbana que impida la dinámica fluvial.

Los resultados indican que debe haber una planificación urbana que entienda y tome como base los factores de soporte, presión y regulación, tal como muestran las áreas (cuadrantes) que se identificaron con CCUI bajas y medias. El gobierno de La Paz, BCS, no ha presentado propuestas o planes de desarrollo urbano que se identifiquen con las características ambientales de los ecosistemas de la región, el último plan de desarrollo que se presentó para la Ciudad de La Paz, establece una clara política de expansión territorial, sin dejar clara una visión de conservación de los recursos naturales que dan soporte a la misma, así como tampoco establece una clara estrategia de conservación de la calidad de vida de los habitantes de la ciudad (Gobierno Municipal, PDUCP, 2008; PDUCP, 2014).

#### **IV.3 Evaluación de la capacidad de regulación.**

La CCUI siempre puede ser mejorada, los principales conductores de éstas mejoras se vinculan directamente con la capacidad de regulación. La capacidad de regulación se identifica con la cantidad, calidad y eficiencia en la aplicación de planes de desarrollo urbano, así como sus constantes ajustes donde se incluyan análisis que identifiquen las necesidades de infraestructura urbana necesaria para las características de la ciudad, construcción de áreas

verdes suficientes y de calidad que mantengan un equilibrio entre la vida laboral y de ocio de los habitantes, planificación y distribución estratégica de las diferentes actividades económicas.

Los resultados obtenidos mostraron que a la expansión que ha sostenido la mancha urbana no corresponde la implementación de servicios e infraestructura urbana. Las zonas de crecimiento sur y este de la ciudad muestran las mayores carencias en cuanto a la existencia de parques públicos por habitante, por km<sup>2</sup>, las zonas con mejor calidad en cuanto a la existencia de zonas recreativas se obtuvo en las zonas Oeste, centro y norte de la ciudad, debido principalmente a que se encuentran cerca de zonas costeras, donde la población local tiene acceso a áreas abiertas que le permitan momentos de disfrute y recreación, sin éstas áreas carecen de infraestructura diseñada específicamente para fines recreativos, por lo que la carencia de éstas en las zonas costeras implica que se ejerza una mayor presión sobre los ecosistemas costeros y con matorral sarcocaulé cercanos o colindantes con los asentamientos humanos.

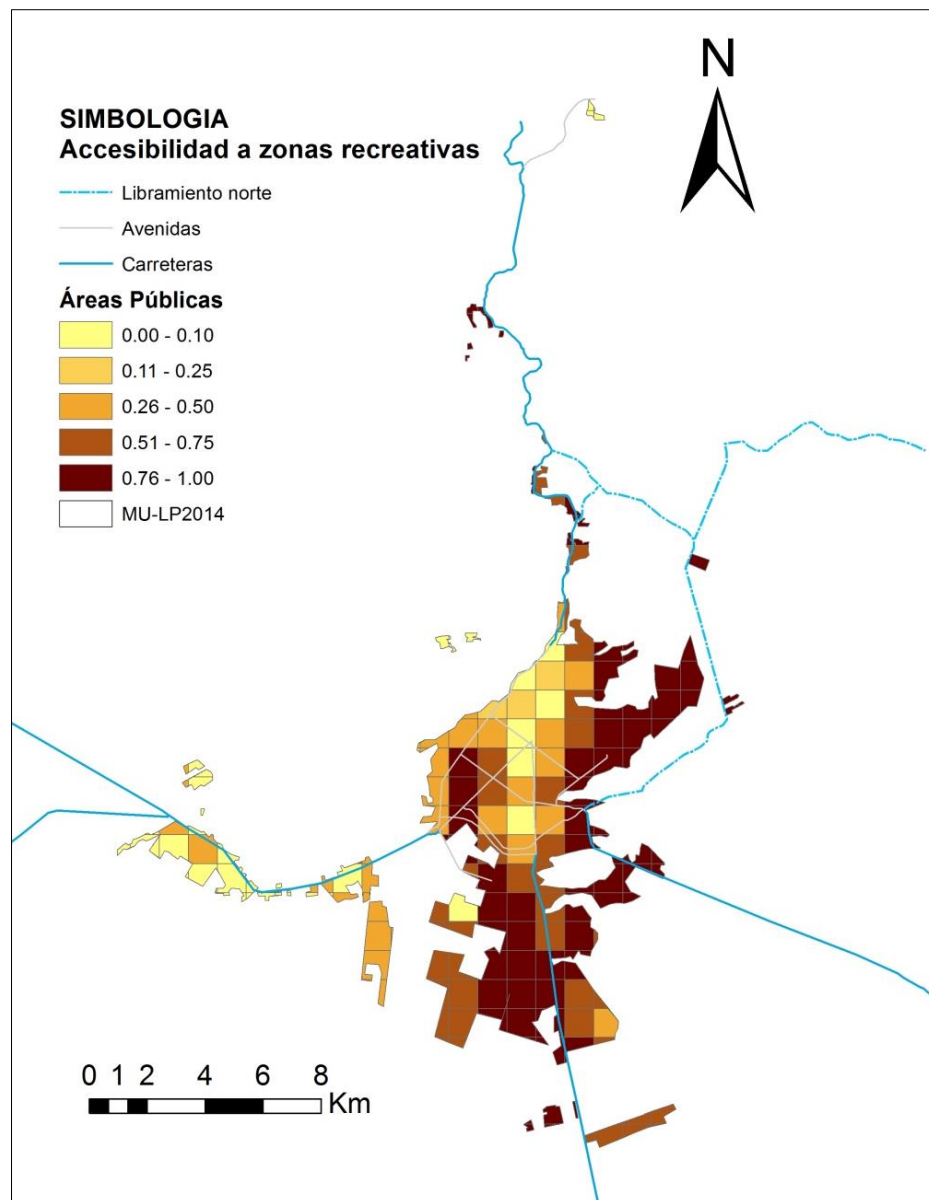


Figura 14. Parques públicos.

En general la ciudad tiene una amplia carencia de éste tipo de infraestructura. Diversos autores han remarcado la importancia de éste tipo de espacios, debido a que elevan la calidad de vida de la población, tienen efectos en el control de la temperatura urbana, promueven la integración social, mejoran la salud de los pobladores al ser sitios que promueven la actividad

física y en cuanto a beneficios ambientales, este tipo de zonas mejoran la calidad del aire, tienen una participación directa en la protección de la biodiversidad y pueden llegar a representar una importante conexión de corredores biológicos (Figueroa, 2008; Ojeda, 2011).

Los resultados muestran que el crecimiento que presentó la ciudad entre 2010 y 2014, fue de forma explosiva (figura 5), creciendo la ciudad por ocupación territorial un 117 %. En la figura 6 se aprecia la expansión urbana entre 1994, 2010 y 2014. Donde conforme la ciudad se ha expandido, se está presentando una mayor desvinculación entre el desarrollo urbano y la accesibilidad al transporte, vías de comunicación, y áreas verdes, reflejándose en una inaccesibilidad a las áreas de trabajo, servicios gubernamentales, educación, salud y bienestar de la población.

Conforme la ciudad se expandió la infraestructura de áreas verdes, destinada a uso recreativo disminuyó en proporción de  $m^2$  disponible por habitante, de acuerdo a los resultados obtenidos, la ciudad de La Paz concentra la mayoría de las áreas verdes en el primer cuadro de la ciudad conformada por la zona central de la misma (figura 14).

En México por lo regular se tiende a dar poca importancia a las áreas verdes de uso público con fines recreativos en áreas verdes, de hecho la Ley General de Asentamientos Urbanos, no define éste tipo de áreas dentro del artículo 2º, sin embargo se defiende que éstas son de gran relevancia social, económica y ecológica para la población urbana, por lo que deben ser considerados dentro de la planificación de espacios e infraestructura.

Una forma viable de mitigar la presión ejercida por factores urbanos es incrementar la superficie destinada a áreas verdes, para lo cual se ha recomendado como cifra adecuada el

tener aproximadamente entre 20 y 30 % de cubierta vegetal del área geográfica urbana total y de 15 a 25 m<sup>2</sup> de área verde por habitante (Ojeda, 2011), de acuerdo a los resultados obtenidos la Ciudad de La Paz contaba al 2014 con 31.12 ha (311,195.4 m<sup>2</sup>), lo que representa un 0.0000375 % de superficie destinada a parques recreativos o áreas verdes entre los que están incluidos unidades deportivas cuya principal función es promover las actividades físicas (tabla 7). Esta superficie destinada a actividades recreativas menor al 1 % de la superficie de la mancha urbana total (83, 011,916.03 ha), forma parte de los indicadores de crecimiento desordenado que tiene la ciudad actualmente demostrado en este rubro por la carencia y déficit de implementación de infraestructuras recreativas, teniendo la ciudad una grave carencia en éste tipo de equipamiento urbano.

Por otra parte conforme ha crecido la ciudad, la debilidad en las políticas de administración pública, ha generado un fenómeno de privatización de playas que antes del 2010 eran de uso público, presentándose una enajenación de bienes públicos a través de la iniciativa privada (figura 15), esto ha intensificado los procesos de gentrificación, de fragmentación social y a aumentado la presión sobre los sistemas de soporte, debido a que al eliminar o disminuir la accesibilidad hacia áreas recreativas cercanas o circundantes a la mancha urbana, se provoca que exista una mayor invasión en áreas naturales que antes no tenían presión. La eliminación de áreas recreativas disminuye la calidad de vida de los pobladores que tenían una amplia accesibilidad a éste tipo de zonas, un modelo urbano sustentable se logra buscando la diversidad de servicios que mantengan el ritmo energético en la estructura urbana, reduciendo el porcentaje de traslados en transporte urbano, lo que implica un ahorro energético; diversidad de suelos, que sostengan la autonomía económica, disminuyendo los traslados y

mitigando la segregación y fragmentación urbana e integrando los sectores residenciales. De acuerdo a Rueda las principales estrategias para lograr este modelo se debe promover la disminución de la movilidad de traslado, generando mejor calidad ambiental y animación del espacio público a través de la generación de áreas verdes recreativa; promover el principio de equidad, a través del acceso de servicios básicos como derecho de todos los ciudadanos y la generación de espacios públicos de calidad. Este modelo permite una ciudad multifuncional, heterogénea, diversa y continua en toda su extensión (Rueda, 2007).

Tabla 7. Parques públicos en la ciudad de La Paz.

| PARQUE                   | Área-m <sup>2</sup>       |
|--------------------------|---------------------------|
| El Manglito              | 330.14                    |
| Paraíso del Sol          | 1,315.14                  |
| Cola de la ballena       | 13,186.01                 |
| Morelos                  | 11,223.77                 |
| Circuito Blanca          | 1,611.61                  |
| Circuito bandera         | 1,394.98                  |
| Circuito                 | 1,233.52                  |
| Bahía Samana             | 1,764.62                  |
| Circuito Bahía Negra     | 1,544.34                  |
| Secundaria Morelos       | 1,852.91                  |
| Unidad Deportiva CREA    | 46,314.57                 |
| Unidad Deportiva         | 116,219.19                |
| Unidad Deportiva C. Nalh | 39,105.31                 |
| Teatro de la Ciudad      | 50,815.24                 |
| Unidad Deportiva         | 18,976.13                 |
| Chametla                 | 4,307.92                  |
|                          | 311,195.40 m <sup>2</sup> |
|                          | 31.12 ha                  |

A pesar de que la legislación mexicana establece a través de la Ley General de Bienes Nacionales, en el artículo 29 establece que la Zona Federal Marítimo Terrestre son bienes de



uso común, y el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar, en su artículo 17, establece que los propietarios de los terrenos colindantes con la ZFMT, terrenos ganados al mar o cualquier otro depósito de aguas marítimas, deberán permitir, cuando no existan vías públicas u otros accesos para ello, el libre acceso a dichos bienes de propiedad nacional. En la ciudad a partir del 2010 se incrementaron los casos donde se eliminó o disminuyó drásticamente la accesibilidad de los ciudadanos a espacios que eran de uso público, los cuales se encontraban dentro de la zona urbana lo que permitía una gran capacidad de disfrute a los ciudadanos.



Figura 15. Enajenación de bienes públicos.

Una situación similar a la carencia de infraestructura para uso recreativo, rebasó la reacción del gobierno local en cuanto a la disposición de infraestructura vial y disponibilidad de

transporte urbano que cubriera las necesidades de movilidad de la población que iba en aumento, pero que además se había expandido hacia el sur, incrementando las distancias y tiempo de desplazamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos la ciudad en capacidad de regulación, presenta en prácticamente todas las zonas una gran necesidad de planeación, estructuración y construcción de infraestructura vial (figura 18), la zona sur es la que presenta una mayor deficiencia de la ciudad, cuyo efecto negativo a la carencia de éste tipo de construcciones, se incrementa debido a que son las zonas con la mayor densidad poblacional de la ciudad.

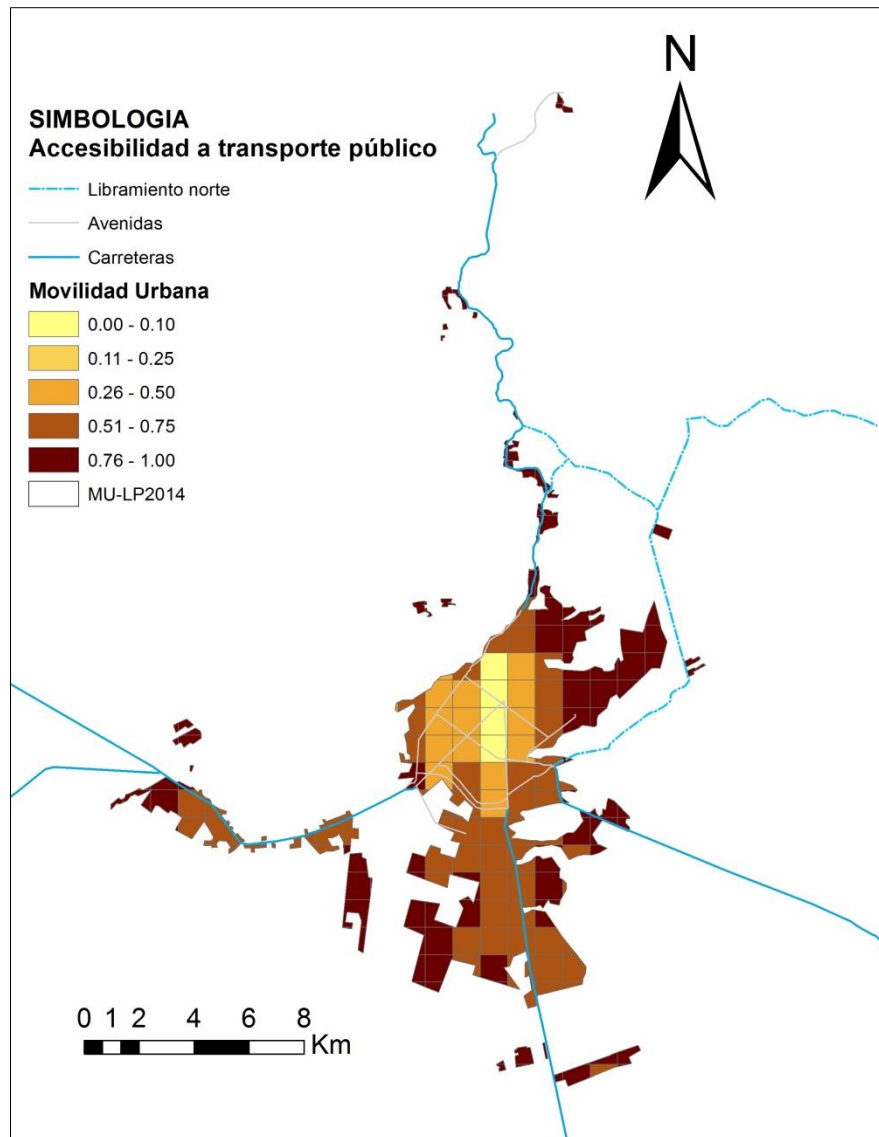


Figura 16. Movilidad urbana, accesibilidad al transporte público.

Una adecuada movilidad urbana permite a las personas que transitan por las ciudades realizar eficientemente una serie de actividades de su interés y de necesidad como trabajar, estudiar, hacer compras, realizar actividades recreativas y de salud como ejercicio físico. El traslado

puede llevarse a cabo caminando, utilizando vehículos motorizados (autobuses, vehículos o motocicletas) o no motorizados como bicicletas (Alcántara, 2010).

La falta de planeación en políticas públicas para una adecuada movilidad se ve reflejada en la forma que se da el uso del espacio, tiempo, energía y recursos financieros, lo cual puede acarrear efectos negativos como incremento en el número de accidentes, contaminación atmosférica, acústica y congestión vehicular (Op. Cit).

La baja movilidad urbana (figura 16) obtenida a través del análisis de accesibilidad al transporte público, demuestra que la ciudad está creciendo desordenadamente, sin ninguna estructura de planeación adecuada. La baja accesibilidad al transporte público en prácticamente toda la ciudad (excepto el primer cuadro de la ciudad, la zona central) promueve el incremento del uso de vehículos privados, donde se calcula una flota vehicular aproximada de 170,000 vehículos según datos presentados por la Dirección General de Seguridad Pública, Policía Preventiva y Tránsito Municipal para enero de 2015, esto representa un promedio de 1.26 vehículos por persona, según los datos de población al 2010 de La Paz (tabla 2) (INEGI, 2010).

Este indicador la hace ser una ciudad altamente motorizada, en donde se podría mejorar la movilidad estructurando vías de comunicación alternas a las ya existentes e incrementando opciones para desplazamiento no motorizado, esto con la finalidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, e incrementar los niveles de salud en los ciudadanos al promover el desplazamiento caminando la ciudad como actividad física. Por otra parte la mancha urbana de La Paz, no presenta distancias muy grandes, sin embargo la falta de infraestructura vial adecuada evita

que los ciudadanos utilicen medios de transporte alternos al motorizado como la bicicleta o las caminatas.

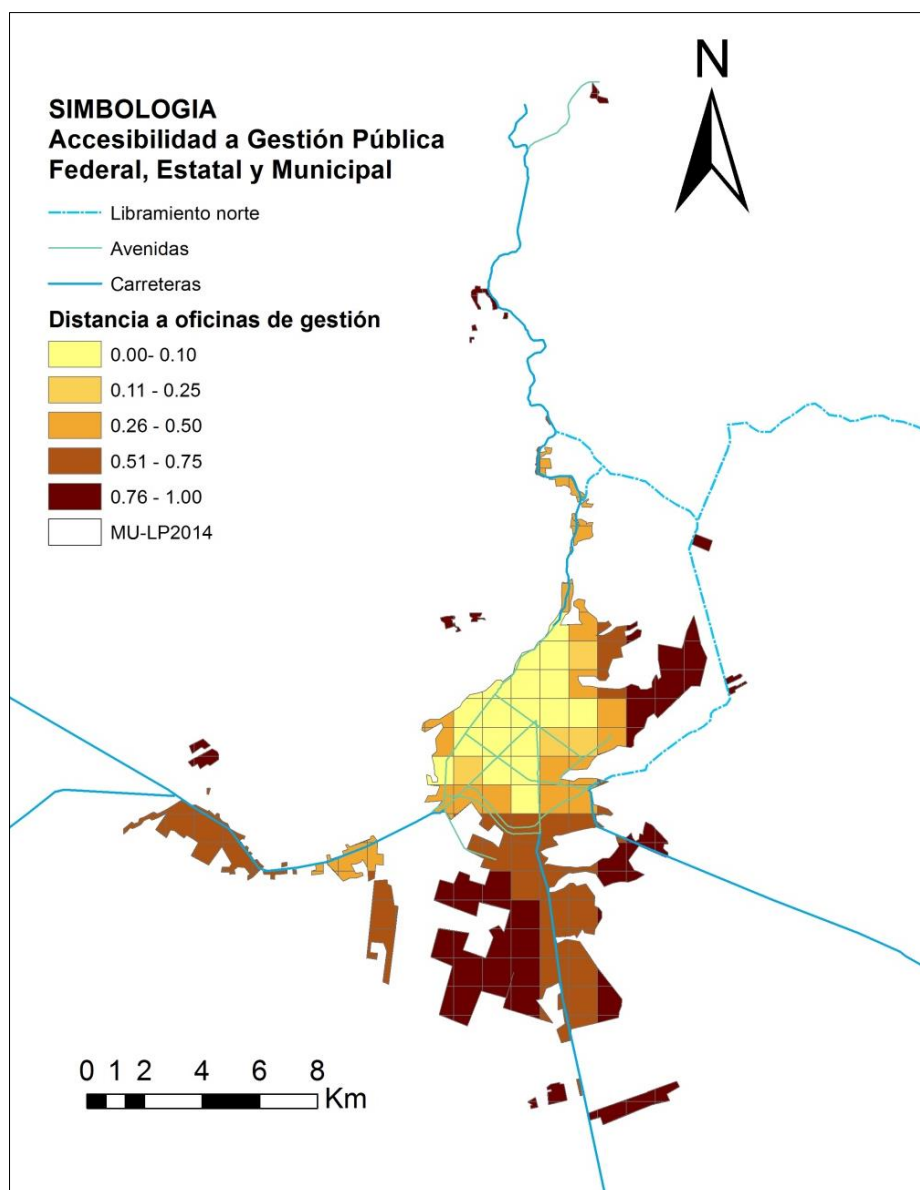


Figura 17. Accesibilidad a sitios de gestión pública federal, estatal y municipal.

Los resultados obtenidos en cuanto a la capacidad de regulación actual de La Paz, señalan que la tendencia actual de las políticas de gestión urbana actuales, apuntan a cubrir las necesidades

de un determinado número de personas sin considerar la accesibilidad en el radio general de la ciudad. Actualmente el crecimiento urbano se ha dejado en manos del negocio inmobiliario, el cual ha provocado el creciente desarrollo hacia la zona sur y este de la ciudad, contemplando un máximo de 10 % de áreas verdes y un 4 % de equipamiento. La escasa participación de las políticas de gestión urbana ha originado que el índice de ocupación territorial, en los diferentes sectores de crecimiento de la ciudad ha dependido más de la especulación privada que del desarrollo conjunto de una ciudad integrada y los servicios públicos por tanto no alcanzan ni la accesibilidad y calidad de los equipamientos de carácter comunal que promuevan la equidad urbana.

Los resultados reflejan que la planificación urbana se consideró hasta el primer núcleo de la ciudad (zona central), la alta CCUI que refleja ésta zona es respuesta en gran medida a la buena capacidad de regulación que mantiene ésta zona. En cuanto a la accesibilidad a los sitios de gestión pública que tiene la ciudad, la zona central es donde se concentran éstas oficinas, presentándose la mayoría sobre la avenida Colosio, en las colonias Pueblo Nuevo, Las Garzas, 8 de Octubre, Fidepaz, entre otras.

A pesar de que las distancias no son muy grandes, la baja movilidad urbana provoca que las zonas de asentamientos humanos ubicadas al Sur, Este, Oeste y Norte tengan una baja a muy baja accesibilidad a éstas oficinas (figura 17).

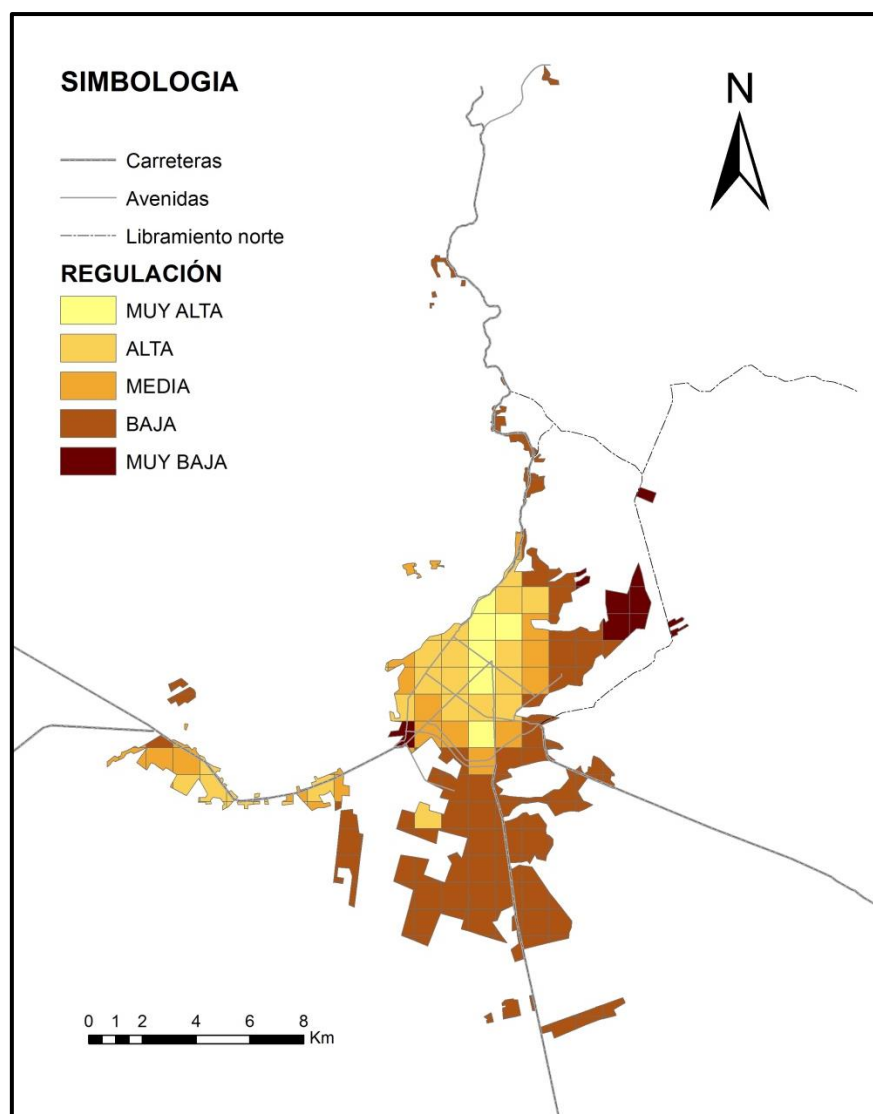


Figura 18. Capacidad de regulación urbana.

#### IV.4. Capacidad de carga urbana integrada (CCUI).

Se clasificó el coeficiente integral de la CCUI para obtener cinco zonas de CCUI clasificadas como: muy alta, alta, media, baja y muy baja. Las zonas muy altas, altas y medias, son

aquellas que representan las principales y primeras áreas de crecimiento de la ciudad. Las zonas definidas con una CCUI baja son aquellas que requieren una mayor regulación y las zonas encontradas con CCUI muy baja representan las áreas en la que la expansión urbana debe limitarse o incluso prohibirse.

Las zonas clasificadas con CCUI media son las que representan la mayor superficie de ocupación, con un 35.74 %, (Tabla 8) las cuales se encuentran principalmente en la zona de crecimiento Sur de la ciudad y en menor medida hacia la zona Este (figura 2). Este nivel de clasificación coincide hacia la zona noreste y sur de la ciudad, con las zonas de expansión detectadas para el año 2000, hacia el este se encuentran colonias como “La Rinconada” que en sus inicios se conformó como un asentamiento irregular, en donde sus habitantes comenzaron a vivir sin acceso a servicios públicos municipales como agua, electricidad o drenaje.

Tomando en cuenta la rigidez de los factores limitantes para las zonas con baja CCUI, éstas fueron clasificadas en dos: zonas con baja CCU y zonas con muy baja CCU, las cuales suman un porcentaje de superficie de ocupación de 17.56 % (tabla 8), por lo que si se toma en cuenta las dimensiones de la ciudad, éste porcentaje indica que la ciudad está creciendo de forma desordenada, debido a que las zonas bajas representan aquellas áreas con una muy baja regulación y una alta y muy alta presión. Las zonas bajas son aquellas que pudieran mejorar, si se llevaran a cabo algunas medidas de regulación. Las zonas consideradas como bajas y muy baja CCUI, están representadas aquellas áreas de crecimiento urbano que poseen escasa cohesión funcional y carecen de servicios públicos municipales o éstos no alcanzan a ser cubiertos en su totalidad.



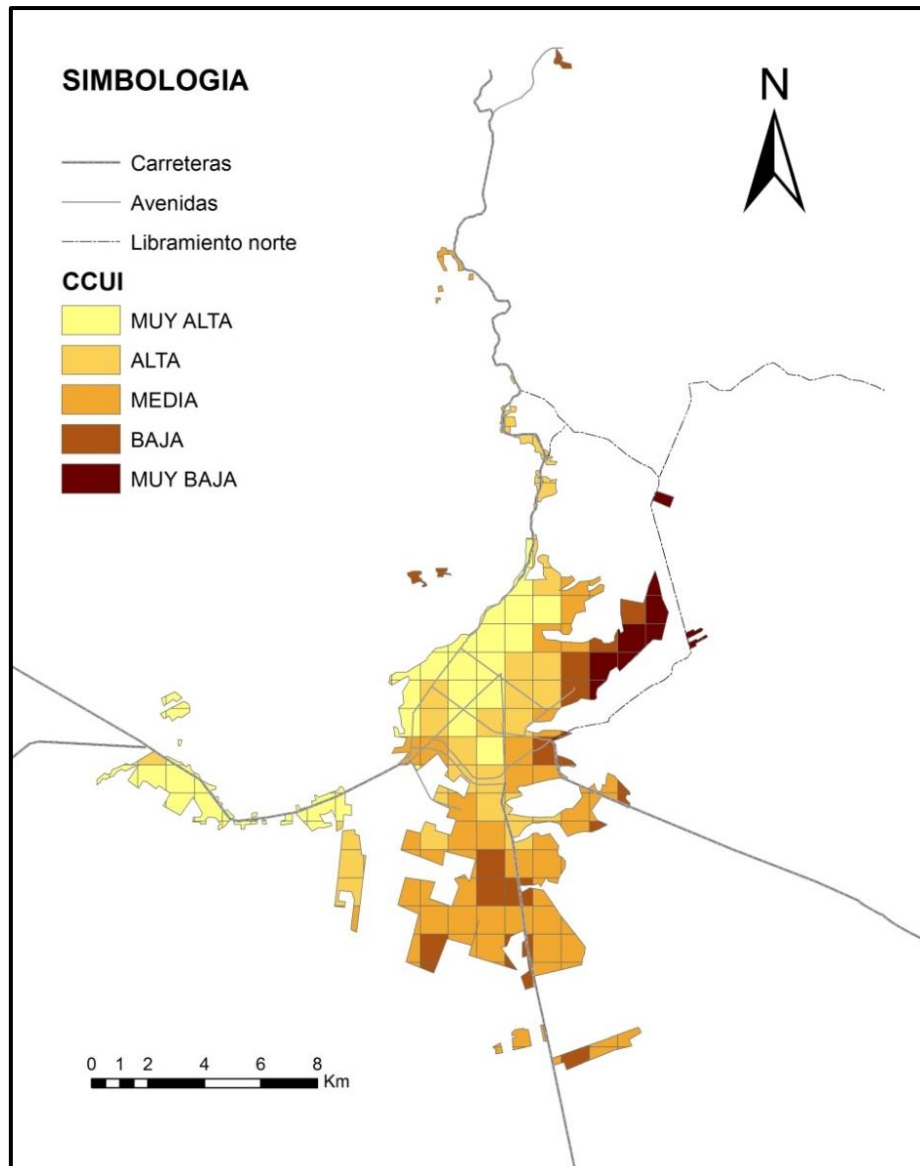


Figura 19. Análisis espacial de la capacidad de carga urbana integrada (CCUI) y su clasificación.

La escasa cohesión funcional en las zonas bajas y muy bajas, se refiere a que los tiempos de traslado entre los lugares de residencia y los lugares de trabajo se han incrementado, lo cual aunado a que éstos sitios poseen una baja accesibilidad a servicios públicos municipales y a equipamiento urbano de calidad.

Cuando en un centro de población la ocupación territorial es mayor a las necesidades de ocupación poblacional, se crean enormes presiones sobre el ambiente, tanto por la transformación y desorden del suelo, como por la demanda de servicios en el sistema urbano, por lo tanto la baja CCUI tenderá a incrementarse, disminuyendo la sustentabilidad de la ciudad.

La zona de clasificación “muy alta” (figura 19, tabla 8) coincide con el cuadro de ocupación que la ciudad tenía en 1994 (figura 6, polígono naranja), donde la urbe presentaba una distribución más compacta, homogénea y sin diferencias en la estructura social. En 1994 no existían fenómenos de gentrificación y el modelo económico no estaba basado en el mercado de suelos, la presión hacia los ecosistemas naturales circundantes se mantenía baja, por lo que el área identificada con CCUI “muy alta” define a la ciudad sustentable.

La CCUI clasificada como media a muy baja corresponde al 53.3 %, lo que indica que la presión del crecimiento poblacional y económico continúan incrementándose, así como los recursos y medio ambiente se deteriora lentamente.

Tabla 8. Clasificación de la CCUI.

| CLASIFICACIÓN | Área-HA              | %          |
|---------------|----------------------|------------|
| MUY ALTA      | 20,595,631.44        | 24.81      |
| ALTA          | 18,175,677.52        | 21.90      |
| MEDIA         | 29,665,638.62        | 35.74      |
| BAJA          | 10,469,646.32        | 12.61      |
| MUY BAJA      | 4,105,322.13         | 4.95       |
| <b>TOTAL</b>  | <b>83,011,916.03</b> | <b>100</b> |

Nota: CCUI, capacidad de carga integrada.

La CCUI se puede revertir a través del ajuste a las medidas de gestión urbana que han prevalecido hasta el momento, estos ayudarán a mitigar las presiones que ejerce la población y el desarrollo económico.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Con este trabajo se demostró que las políticas de desarrollo local gubernamentales que se han presentado para la ciudad de La Paz, no se han gestado sobre una planificación estratégica. La tendencia actual de la expansión de la mancha urbana no considera políticas de accesibilidad a los habitantes a todos los rumbos de la ciudad. La política pública se debe centrar en planificar las áreas de crecimiento de la ciudad de manera que se busque el equilibrio en la calidad de vida de todos los habitantes que la conforman, así como buscar un modelo de desarrollo económico alternativo que promueva una mayor equidad.

La evaluación de la CCUI es una herramienta que proporciona información útil y concisa, siendo de mucha ayuda en la toma de decisiones para una mejor planificación y gestión urbana. El modelo de SPR es un método de evaluación sencillo, el cual puede ser utilizado por los planificadores urbanos para entender y explicar la logística que promueva un desarrollo sostenible.

La Paz en 1994 se conformaba como una ciudad compacta, homogénea y con altas características de sustentabilidad, empezando en el 2000 el proceso de expansión territorial, para definirse en el 2014 como una ciudad poco homogénea y desordenada. El modelo económico actual basado principalmente en el mercado de suelos genera un ecosistema urbano inestable, desequilibrado socialmente e insustentable.

De continuar con el mismo modelo económico de desarrollo, el futuro de la ciudad establece un panorama con intensificación en los procesos de segregación, fragmentación y exclusión social.

Se debe contar con un modelo de desarrollo económico alternativo que promueva una mayor equidad social, que busque una vida digna para todos los habitantes de la ciudad.

El trabajo de tesis concluye que el tipo de crecimiento y expansión que se está presentando en la ciudad de La Paz promueve diferencias notables en el tipo de uso y aprovechamiento de los diferentes espacios territoriales que la enmarcan, por lo que en el estado actual de desarrollo se define como una ciudad fragmentada, insustentable por la expansión descontrolada, con una estructura poblacional que establece diferentes realidades sociales y no se está generando una coyuntura que estructure el aprovechamiento y optimización de los recursos naturales sino que se están gestionando de manera irracional llevándola a disminuir el equilibrio del entorno socio-ambiental de la urbanización.

Como parte de las medidas de mitigación de las políticas de gestión urbana, en un futuro cercano, se deben implementar estudios urbanos, que definan a mayor profundidad los procesos de gentrificación que se están presentando, con la finalidad de buscar propuestas que reviertan este proceso.

A tenor de lo anterior se hacen las siguientes recomendaciones:

Se debe incrementar el esfuerzo en la gestión pública, para mejorar y aumentar el equipamiento e infraestructura urbana en la zona sur y este de la ciudad, con el objetivo de disminuir los tiempos de traslado de las zonas habitacionales a los centros de trabajo, con beneficios directos a la movilidad urbana.

Se deben promover políticas públicas que eliminen la actual tendencia a la transformación de áreas naturales o ecosistemas con vegetación forestal a través del cambio de uso de suelo a

zonas habitacionales, disminuyendo la fragmentación, la segregación urbana y reduciendo la presión hacia los sistemas de soporte.

Se recomienda promover estudios que determinen los efectos de la entropía urbana en el costo energético del transporte y la movilidad interna.

Es altamente recomendable incrementar la infraestructura urbana de áreas verdes para uso recreativo de los habitantes de La Paz que incremente la calidad de vida y promueva un uso y disfrute de la ciudad con equidad, para lo cual se propone el establecimiento de una red urbana de parques naturales.

Debido a que actualmente la ciudad de La Paz, mantiene un muy bajo porcentaje de accesibilidad a áreas verdes y recreativas planificadas y estructuradas para el uso y aprovechamiento de los habitantes (menor al .01 %), ésta propuesta se basa en crear una red urbana de parques naturales los cuales pueden ofrecer beneficios para cada zona, asentamiento o colonia y en su conjunto para todos los habitantes de la Ciudad de La Paz, mejorando en varios sentidos la calidad de vida de sus pobladores.

Se trata de una selección de espacios distribuidos en toda la ciudad que reúnen las características de área natural (ecosistemas forestales), que generalmente no han sido modificadas, entre la que se encuentran manglares, arroyos secos de temporal y zonas con vegetación forestal constituido por matorral sarcocaulé característico de la región, pero que se encuentran en un alto grado de presión antropocéntrica a la transformación debido a su colindancia con la mancha urbana o a que se encuentran dentro de la misma. En estas áreas propuestas, una vez constituidos como Parques Naturales se promovería la conservación y

protección de la flora y fauna que los constituyen, por lo que además podrían ser un importante recurso de gestión en donde se mitigaría la presión negativa y por tanto se revertirían los efectos negativos que provoca la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas altamente vulnerables en los que se asienta la ciudad de La Paz.

A través de la generación de Parques Naturales se establecerían corredores biológicos con los cuales se protegería y conservaría la biodiversidad de ésta región sudcaliforniana. El uso que tendrían estos parques sería controlado y con esquemas de bajo impacto, promoviendo en la ciudadanía el respeto y apreciación hacia el entorno que le rodea.

Esta propuesta contempla varios beneficios para la sociedad:

1. Protección efectiva de áreas naturales.
2. Aumento en la conectividad de corredores biológicos.
3. Uso y disfrute de áreas naturales con accesibilidad a toda la población.
4. Conservación y mantenimiento de las áreas naturales.
5. Espacios limpios, seguros y saludables para los visitantes.
6. Generación de empleo, sobre todo para mano de obra no calificada.
7. Educación ambiental a las nuevas generaciones.
8. Conocimiento y divulgación de la cultura, costumbres y tradiciones de la localidad.
9. Mejoramiento del ambiente urbano local.
10. Efectos colaterales positivos en el ambiente general de la Ciudad.
11. Disminución de delincuencia.

En virtud de que actualmente y en lo futuro se están presentando dentro de las zonas urbanas de nuestro país la necesidad de rescatar áreas del deterioro ambiental en que se encuentran, buscando recuperar el equilibrio ecológico y por consecuencia el bienestar general (incluidas aquí fauna y flora), se propone que la red urbana de parques naturales se ubiquen dentro de la zona urbana o en la periferia de la misma, los cuales mantendrán las características ecosistémicas naturales, como flora nativa y fauna silvestre que los definen. Un criterio de selección se basa en que son áreas que todavía se encuentran en condiciones de baja perturbación, para que a través de este esquema de bajo impacto se favorezca la protección y permanencia de los ecosistemas en el espacio urbano.

Resulta claro que la ley no excluye de modo alguno los espacios de naturaleza rescatada o restaurada en los centros de población, y es evidente que éstas áreas significan recursos naturales tradicionales, incluso para la convivencia comunitaria y para la recreación familiar. Algunas de éstas áreas son actualmente usadas por los ciudadanos para la recreación familiar, sin embargo al no estar controlado su uso se está provocando un deterioro ambiental con las consecuente pérdida de las características ecosistémicas de estas zonas, por lo tanto se debe buscar regular el uso de las mismas a través de la implementación de infraestructuras y de programas de concientización social, que minimicen el impacto negativo. Los parques naturales urbanos contienen un potencial por desarrollar en cuanto a educación ambiental, generación de empleo y campo para la investigación científica y social.

Es prioritario que se consideren éstas áreas naturales dentro del plan de desarrollo urbano, para que se establezcan criterios para la protección de los parques y áreas urbanas. De igual manera se establece el hecho de que la calidad de vida de los habitantes en las ciudades debe ser



mayormente protegida estableciendo parques en áreas naturales protegidas sin la posibilidad de un ejercicio de urbanización sobre ellas.

Los sitios propuestos representan zonas con alta vulnerabilidad ambiental, se definen en su mayoría por ser áreas que mantienen las características naturales no modificadas, cercanas a los asentamientos habitacionales y que proveen en conjunto sitios de intercomunicación urbana y de corredores biológicos; están conformadas principalmente por cerros que rodean la ciudad, aunque también se encuentran arroyos secos y zonas costeras conformadas por manglares y marismas, donde se debe restringir o eliminar la opción a ser desarrollados como asentamientos humanos debido a que si es transformado el uso de suelo, el potencial de vulnerabilidad social se incrementará (figura 20).

En cada una de las áreas propuestas se deberá implementar infraestructura y equipamiento urbano que minimice y reduzca los posibles impactos negativos por el uso que se le dé, para lo cual se propone lo siguiente:

- Muelles flotantes, recomendados para áreas de manglar.
- Veredas marcadas con señalamientos que establezcan en zonas costeras o de matorral los lugares por donde se podrá transitar.
- Letreros de señalización donde se establezca en un mapa general del PNUP, las diferentes áreas condicionadas para uso y aquellas que se destinarán a uso restringido para su conservación y protección.
- Zonas de descanso con bancas y palapas hechas con materiales regionales, a través de las cuales se permitirá un uso adecuado y delimitado.

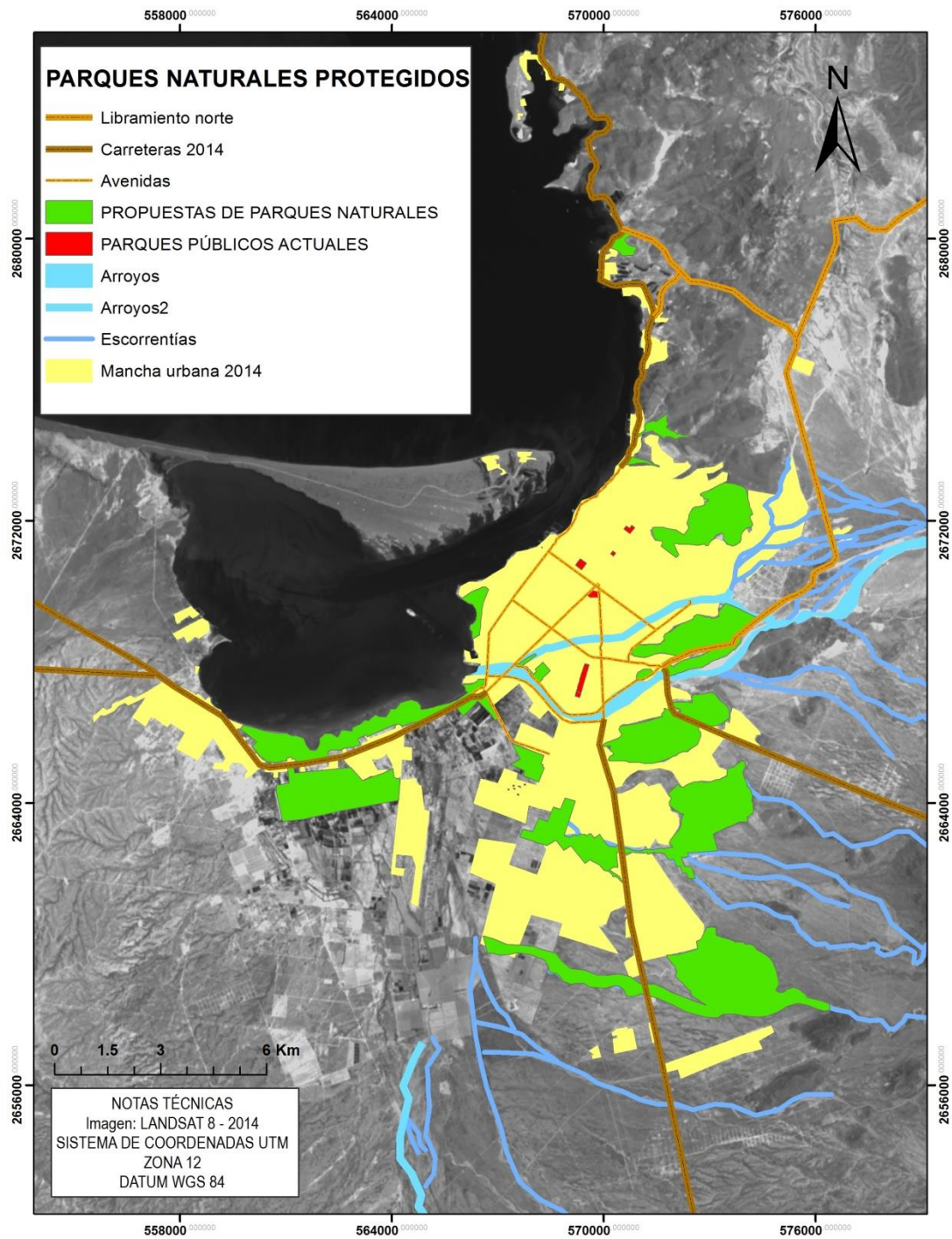
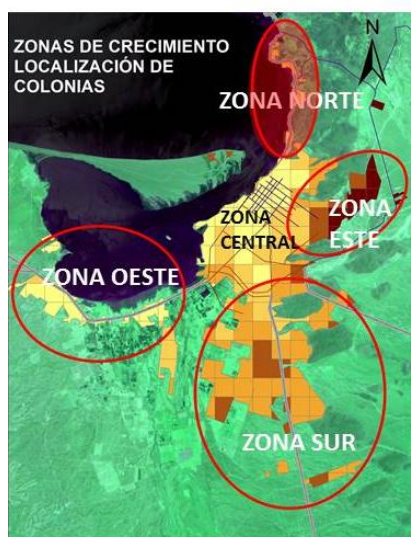


Figura 20. Propuesta de Parques Naturales Urbanos Protegidos.

## **ANEXO**

### ***1. Relación de colonias de la Ciudad de La Paz con el mapa de CCUI.***

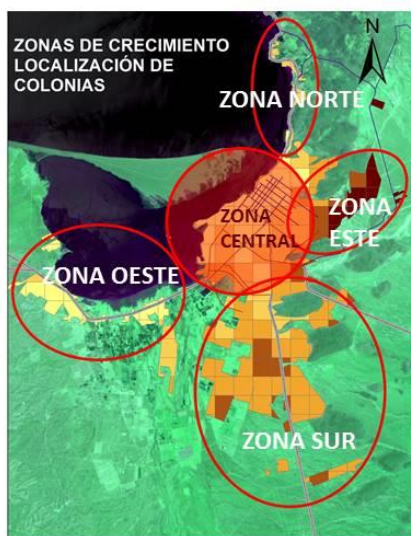
Figura 1. Colonias y áreas urbanas en la zona norte de crecimiento.



## Colonias ZONA NORTE



Figura 2. Colonias y áreas urbanas en la zona central.

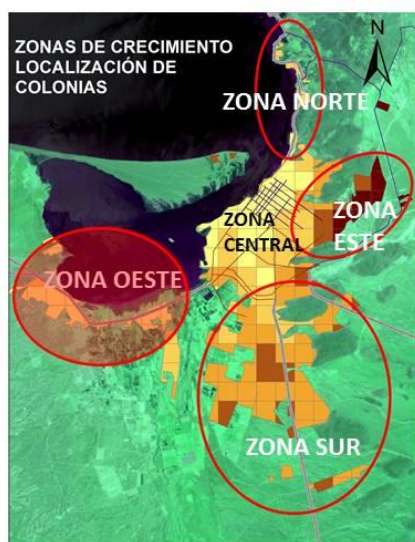


## Colonias ZONA CENTRAL





Figura 3. Colonias y áreas urbanas en la zona oeste.



## Colonias ZONA OESTE



Figura 4. Colonias y áreas urbanas en la zona sur.



## Colonias ZONA SUR

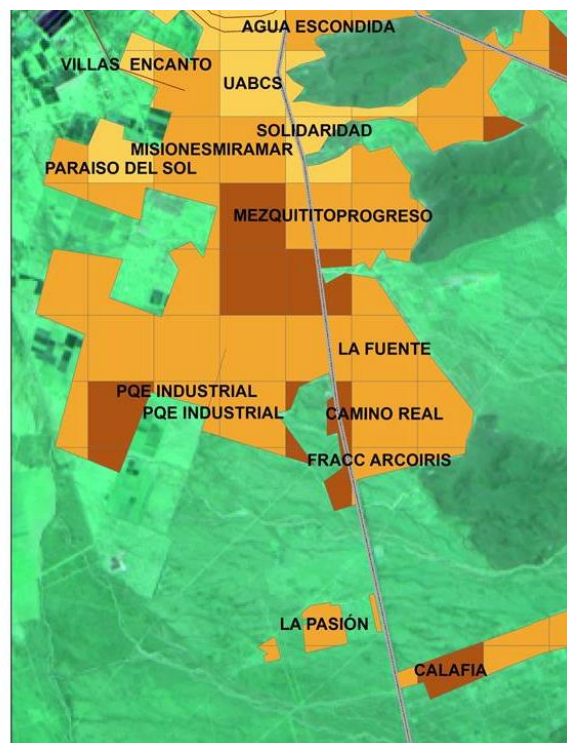
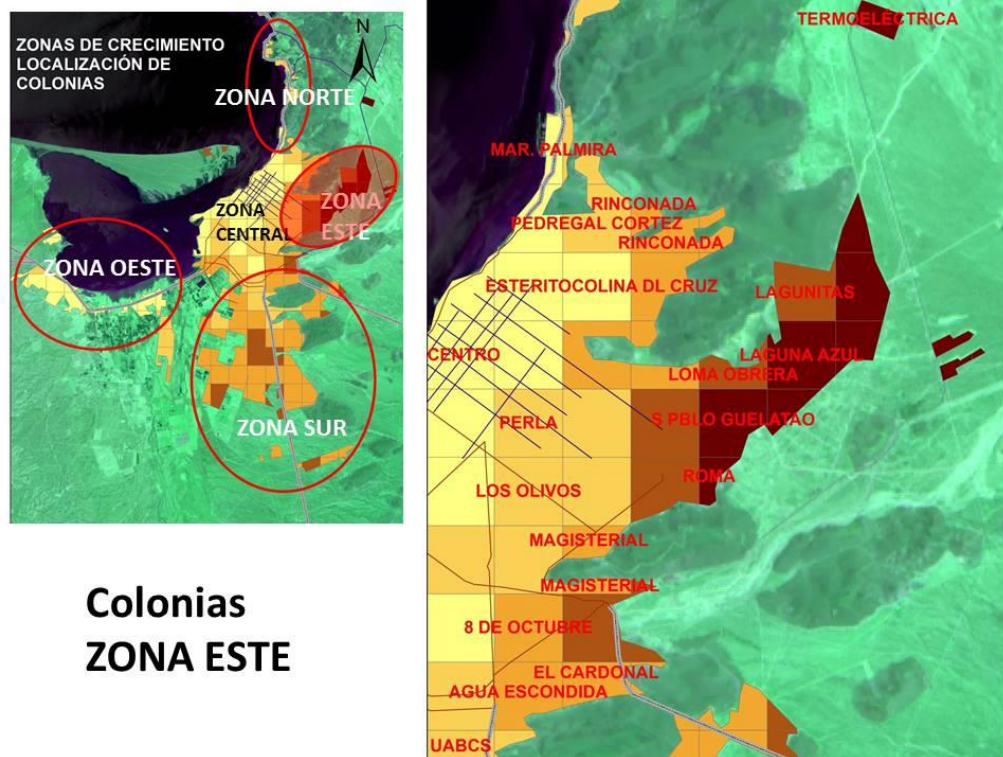


Figura 5. Colonias y áreas urbanas en la zona este.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, B. F. (2006). Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares. *Geofocus*, n° 6, p. 81-112. ISSN: 1578-5157.
- Alcántara, V. E. 2010. Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad. 2010 Corporación Andina de Fomento. 202 pp.
- Altamirano, A y A. Lara. (2010). Deforestación en ecosistemas templados de la cordillera andina del Centro-Sur de Chile. *Bosque* 31(1): 53-64.
- Bascuñan, W. F., D. Bordonos G y J. Reyes F. 2011. Efectos de la entropía urbana en el coste energético del transporte. *Revista Urbano* 23. Págs. 20-27. Concepción, Chile, Mayo 2011.
- Bunge, V. (2010). “La capacidad de carga en la planeación territorial: una propuesta para su análisis”. Documento de Trabajo de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Instituto Nacional de Ecología, México. Disponible en: [http://www.ine.gob.mx/descargas/ord\\_ecol/2010\\_doc\\_trabajo\\_capacidad\\_carga.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/ord_ecol/2010_doc_trabajo_capacidad_carga.pdf)
- Brink, T.B.J. E., S.H. Hosper, F. Colijn. (1991). A quantitative method for description & assessment of ecosystems: The AMOEBA-approach. *Marine pollution bulletin*. Volumen 23, 1991, pages 265 – 270.
- Cabral, B.M.L. 2006. Migración y desarrollo: el contexto nacional y estudios de caso en Los Cabos y La Paz, Baja California Sur. UABCS. Cuadernos Universitarios. 261 pp.

- Cariño, M y M. Monteforte. 2008. Del saqueo a la conservación: Historia ambiental contemporánea de Baja California Sur, 1940-2003. SEMARNAT, INE, UABCS Y CONACYT. 778 pp.
- Castán B.V., A. Allen y A. Eriksson. (2011). Urban Metabolism at UCL – A working paper. UCL Enviroment Institute. Development and Planning Unit.
- Castro, B. M. (2002). Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga, España. 540 pp.
- CONAGUA. 2014. Estadísticas del agua en México, edición 2014. Comisión Nacional de Agua. 239 pp.
- Figuerola, I. M. 2008. Conectividad y accesibilidad de los espacios abiertos urbanos en Santiago de Chile. Tesis de maestría en asentamientos humanos y medio ambiente. Santiago, Chile: Instituto de Estudios Urbanos y territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Fonseca, Rodríguez Roxana I. Ramírez, Orozco Aldo I. 2014. Diagnóstico de las fuentes de abastecimiento de agua en La Paz, Baja California Sur. XXIII Congreso nacional de hidráulica, Puerto Vallarta, Jalisco, México.
- Gutiérrez Puebla, J. y García Palomares, J.C. (2007): Espacios residenciales en la ciudad dispersa. Departamento de Geografía Humana. Universidad Complutense de Madrid. pp.445-456.
- Harvey, David. 1977. Urbanismo y desigualdad social. Siglo veintiuno editores. 340 pp.



Higueras, G. E. (2006). Urbanismo bioclimático.

ISSSTE, 2012. Libro blanco. Ampliación de infraestructura hospitalaria: hospitales de alta especialidad y hospitales generales. ISSSTE, Gobierno Federal. 59 pp.

Lizárraga, L. (2013). La configuración urbana de la Ciudad de La Paz, Baja California Sur, desde la perspectiva de género. Tesis de Maestría en Ciencias Sociales. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 173 pp.

Mansilla, López J.A. 2014. Multifuncionalidad y externalidades en contextos urbanos, ideas para una política antigentrificación. Contested cities. 11pp.

Munda Giuseppe M. (2001). Indicators and Evaluation Tools for the Assessment of Urban Sustainability. Universitat Autònoma de Barcelona. UHE/UAB-11.12.2001.

Murillo, J. J. 2015. Consulta página de internet, noviembre 2015. Presentación: Evaluación geoquímica de Hg, S, Pb y V en partículas eólicas y fluviales en la Ciudad de La Paz, BCS.  
<http://comovamoslapaz.com/wp-content/uploads/2015/08/JanetteMurilloCalidadDelAire.pdf>. Centro interdisciplinario de ciencias marinas, IPN. Departamento de Oceanología. La Paz, BCS. 23 pag.

Olmos, M. E., Salas, S., Beltrán-Morales, L. F., Breceda, S.A. y Ortega, R. A. 2008. Riqueza ecológica y pobreza económica en un área natural protegida de Baja California Sur. Región y Sociedad. Vol. XX. No. 42. Pág. 133-164.

Orlandoni, M. G. 1997. Modelos de crecimiento de poblaciones biológicas: un enfoque de dinámica de sistemas. Economía, XXII, 13 (1997), pp. 115-146.

Ornelas, D.J. 2000. La ciudad bajo el neoliberalismo. Papeles de población. Vol. 6. Núm 23. Enero-marzo. 69 pág.

Ojeda, R. L. 2011. César Ángel Peña Salmón, metodología para la planificación de las áreas verdes urbanas: el caso de Mexicali, Baja California. Estudios fronterizos. Vol. 13. No. 26. Mexicali jul/dic 2012.

Plan de Desarrollo Municipal 2002-2005. H. Ayuntamiento de La Paz.

Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de La Paz 2010-2015. H. Ayuntamiento de La Paz.

Qun Gao, Dan Wang y Shasha Sheng (2011). Analysis of temporal-spatial changes of urban integrative carrying capacity to assess urban sustainability in the Yangtze River delta área in China. International Journal of Urban Sustainable Development. 3:2, 207-220.

Rodríguez, H. H. 2004. Los barrios pobres en 31 ciudades mexicanas: estudios de antropología social. Primera edición. SEDESOL-CIESAS. Tomo I, Noreste, norte. 60 pág.

Rueda, S. 2007. La eficiencia energética en la planificación urbana. Disponible en: [http://www.ciecas.ipn.mx/foroodm/f\\_opinion/investigaciones/archivos/eficienciaenergetica.pdf](http://www.ciecas.ipn.mx/foroodm/f_opinion/investigaciones/archivos/eficienciaenergetica.pdf).

Salinas, A. L. A. 2013. Gentrificación en la ciudad latinoamericana. El caso de Buenos Aires y Ciudad de México. Geographos. Revista Digital para estudiantes de geografía y ciencias sociales. Vol. 4. No. 44. Año 2013. Pág. 283-306.

- Torres, A. G. M. 2010. Ecología de taxocenosis de peracáridos macrobentónicos en playas arenosas protegidas: análisis multiescala de los patrones ecológicos y consideraciones para el manejo sustentable. Tesis de doctorado. Uso, manejo y preservación de los recursos naturales. CIB Nor. La Paz, BCS. 110 pp.
- White, R. Rodney. 2002. Building the ecological city. Woodhead Publishing limited. USA. 215 PP.
- Wirth, L. (1988) El urbanismo como modo de vida en: Antología de sociología urbana. Colección de ciencias Sociales. UNAM. 162:182, 847 pp.