



QUINTO INFORME ESTADO DE LA REGION

Informe final de investigación

Crecimiento de las principales áreas metropolitanas de Centroamérica¹



Con el apoyo de



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



¹ Áreas metropolitanas y periferias de las ciudades capitales de los países centroamericanos

Reconocimientos

El principal insumo para la preparación de este informe fue elaborado por el Laboratorio PRIAS del Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT) del Consejo Nacional de Rectores (CONARE) de Costa Rica, el cual fue complementado con información relevante sistematizada en la nota técnica “Gestión de los servicios urbanos y ordenamiento territorial en Centroamérica” elaborada por Myriam Urzúa (México).

El equipo de investigación del Laboratorio PRIAS estuvo integrado por: Ricardo Orozco, Annie Vargas, Jairo Aguilar y Christian Vargas.

Por sus valiosos comentarios, sugerencias y el suministro de información, se agradece a los participantes del taller regional realizado el 8 de julio de 2015 en San José, Costa Rica, en el que se presentaron y discutieron los informes preliminares de las investigaciones que sirvieron de insumo para este estudio: Carlos Ferrufino, Claudia Funes, Luis Antonio González, Carlos Gordon, Rodrigo Guardia, Vladimir Klotchkov, Tomás Martínez, Friedegund Mascher, Cornelia Miller Granados, Ricardo Orozco, María Isabel Pares, Obryan Poyser, María Patricia Quinteros, Jose Gabriel Román, Marcela Román, Benjamín Rosales, Leonardo Sánchez, Jorge Vargas, Cloris Velasquez y Silvia García Vettorazzi.

Esta investigación fue realizada en el marco del proceso de investigación asociado a la preparación del Quinto Informe Estado de la Región con el apoyo de la cooperación suiza mediante su sede diplomática en Costa Rica, el Proyecto de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible en Centroamérica (ODETCA) de la cooperación alemana (GIZ) y la Fundación AVINA.

Índice de contenidos

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| METODOLOGÍA..... | 9 |
| PANORAMA REGIONAL DEL CRECIMIENTO URBANO: PRINCIPALES HALLAZGOS..... | 11 |
| SUGERENCIAS DE POLÍTICA PÚBLICA..... | 16 |
| Primera sugerencia: Crear incentivos para retener la población en los territorios con mayor infraestructura y servicios públicos..... | 17 |
| Segunda sugerencia: Mejorar la fiscalidad urbana | 18 |
| Tercera sugerencia: Mejorar las infraestructuras públicas para la conectividad de los territorios urbanos..... | 18 |
| Cuarta sugerencia: Mejorar las capacidades institucionales y rectoría para la aplicación, seguimiento y evaluación de la legislación y políticas vigentes .. | 19 |
| Quinta sugerencia: Evitar replicar en ciudades secundarias o intermedias los patrones de crecimiento de las grandes áreas metropolitanas. | 20 |
| ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA EN LOS PAÍSES DE LA REGIÓN CENTROAMERICANA..... | 22 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA | 22 |
| Información relevante..... | 22 |
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014 | 23 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE..... | 31 |
| Información relevante..... | 31 |
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1984, 1995, 2014 | 31 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR | 39 |
| Información relevante..... | 39 |
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014 | 40 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS | 48 |
| Información relevante..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014 | 48 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA | 56 |
| Información relevante..... | 56 |
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014 | 56 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA | 65 |
| Información relevante..... | 65 |
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1996, 2014 | 66 |
| ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD PANAMÁ, PANAMÁ | 75 |
| Información relevante..... | 75 |
| Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1979, 1997, 2015 | 75 |
| BIBLIOGRAFIA | 82 |
| ANEXOS | 86 |
| ANEXO METODOLÓGICO | 86 |
| Características de las imágenes Landsat | 86 |
| Pre-procesamiento de las imágenes Landsat | 87 |
| Corrección Geométrica | 88 |
| Corrección Radiométrica..... | 88 |
| Corrección Atmosférica | 88 |
| Post – procesamiento de las imágenes Landsat..... | 89 |
| Recorte de la imagen | 89 |
| Elaboración del NDVI | 89 |
| Elaboración de la máscara..... | 90 |
| Conversión de raster a formato vectorial..... | 90 |
| Depuración de la capa | 90 |
| Validación..... | 91 |
| Análisis del cambio de la mancha urbana | 91 |
| Imágenes RapidEye | 91 |
| Pre – procesamiento de las imágenes RapidEye | 93 |

| | |
|--|-----|
| Corrección Geométrica | 93 |
| Corrección Radiométrica..... | 93 |
| Corrección Atmosférica | 94 |
| Post – procesamiento de las imágenes RapidEye | 94 |
| Elaboración del Mosaico | 94 |
| Recorte de la imagen o mosaico..... | 94 |
| Elaboración de NDVI..... | 94 |
| Elaboración de máscara..... | 94 |
| Conversión de raster a formato vectorial..... | 95 |
| Depuración de la capa | 95 |
| ANEXO 1. Definiciones | 96 |
| ANEXO 2. Fuentes de información | 98 |
| ANEXO 3. Bibliografía relevante sobre el crecimiento urbano en cada país | 102 |

Índice de cuadros

| | |
|---|----|
| CUADRO 1. CENTROAMÉRICA. TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LAS MANCHAS URBANAS DE LAS ÁREAS METROPOLITANAS PRINCIPALES. 1975-2014..... | 13 |
| CUADRO 2. CENTROAMÉRICA. VARIACIÓN EN EL ÁREA DE LA MANCHA URBANA, PORCENTAJE DE POBLACIÓN EN ÁREA METROPOLITANA PRINCIPAL Y DENSIDAD DE POBLACIÓN DE LAS CAPITALES. CIRCA 1975, 1995, 2014 | 14 |
| CUADRO 3. CENTROAMÉRICA. CARACTERÍSTICAS DE LA EXPANSIÓN DE LA MANCHA URBANA EN LAS PRINCIPALES ÁREAS METROPOLITANAS. | 15 |
| CUADRO 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS IMÁGENES LANDSAT 2 | 86 |
| CUADRO 5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS IMÁGENES LANDSAT 5 | 86 |
| CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS IMÁGENES LANDSAT 8 | 87 |
| CUADRO 7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS IMÁGENES RAPIDEYE..... | 92 |

Índice de mapas

| | |
|---|----|
| MAPA 1. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA PARA LOS PAÍSES DE CENTROAMÉRICA..... | 21 |
| MAPA 2. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA. 1975, 1995, 2014 | 26 |
| MAPA 3. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA. 1975 | 27 |
| MAPA 4. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA. 1995 | 28 |
| MAPA 5. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA. 2014 | 29 |
| MAPA 6. MANCHA URBANA DE CIUDAD GUATEMALA, GUATEMALA. 2011-2012 | 30 |
| MAPA 7. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 1984, 1995, 2014 | 34 |
| MAPA 8. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 1984..... | 35 |

| | |
|--|----|
| MAPA 9. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 1995..... | 36 |
| MAPA 10. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 2014..... | 37 |
| MAPA 11. MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 2012..... | 38 |
| MAPA 12. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 1975, 1995, 2014..... | 43 |
| MAPA 13. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 1975..... | 44 |
| MAPA 14. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 1995..... | 45 |
| MAPA 15. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 2014..... | 46 |
| MAPA 16. MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 2011..... | 47 |
| MAPA 17. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 1975, 1995, 2014..... | 51 |
| MAPA 18. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 1975..... | 52 |
| MAPA 19. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 1995..... | 53 |
| MAPA 20. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 2014..... | 54 |
| MAPA 21. MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 2011..... | 55 |
| MAPA 22. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 1975, 1995, 2014..... | 60 |
| MAPA 23. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 1975..... | 61 |
| MAPA 24. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 1995..... | 62 |
| MAPA 25. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 2014..... | 63 |
| MAPA 26. MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 2010..... | 64 |
| MAPA 27. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 1975, 1996, 2014..... | 70 |
| MAPA 28. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 1975..... | 71 |
| MAPA 29. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 1996..... | 72 |
| MAPA 30. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 2014..... | 73 |
| MAPA 31. MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 2012..... | 74 |
| MAPA 32. COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. 1979, 1997, 2015..... | 78 |
| MAPA 33. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. 1979..... | 79 |
| MAPA 34. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. 1997..... | 80 |
| MAPA 35. SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. 2015..... | 81 |

Índice de gráficos

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 1. CENTROAMÉRICA. PORCENTAJE DE POBLACIÓN URBANA. 1970, 2013..... | 11 |
| GRÁFICO 2. CENTROAMÉRICA. CRECIMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE LAS CIUDADES CAPITALES Y PERIFERIA. 1975, 1995, 2014..... | 13 |
| GRÁFICO 3. INCREMENTO EN LA SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA. 1975, 1995, 2014..... | 24 |
| GRÁFICO 4. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA. 1975, 1995, 2014..... | 25 |
| GRÁFICO 5. INCREMENTO EN LA SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 1984, 1995, 2014..... | 32 |
| GRÁFICO 6. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE. 1984, 1995, 2014..... | 33 |
| GRÁFICO 7. INCREMENTO EN LA SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 1975, 1995, 2014 | 41 |
| GRÁFICO 8. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR. 1975, 1995, 2014..... | 41 |
| GRÁFICO 9. INCREMENTO EN LA SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 1975, 1995, 2014..... | 49 |
| GRÁFICO 10. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS. 1975, 1995, 2014..... | 50 |
| GRÁFICO 11. ÁREA DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 1975, 1995, 2014..... | 58 |

| | |
|---|----|
| GRÁFICO 12. TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA MANCHA URBANA DE LA REGIÓN CENTROAMERICANA. 1975-1995-2014 | 59 |
| GRÁFICO 13. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA. 1975, 1995, 2014 | 59 |
| GRÁFICO 14. INCREMENTO EN LA SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 1975, 1996, 2014 | 68 |
| GRÁFICO 15. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. 1975-1996-2014 | 68 |
| GRÁFICO 16. INCREMENTO EN LA SUPERFICIE DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. 1979, 1997, 2015 | 76 |
| GRÁFICO 17. INCREMENTO PORCENTUAL DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE PANAMÁ, PANAMÁ. 1979, 1997, 2015 | 77 |

INTRODUCCIÓN

El proceso de concentración de los habitantes en los centros urbanos es una tendencia mundial. Sin embargo, se manifiesta a distintos ritmos en América Latina y Centroamérica. Mientras en 1970, el 56% de la población latinoamericana residía en zonas urbanas, en Centroamérica la población continuaba siendo mayoritariamente rural (62%). No fue sino hasta cuatro décadas después (2000) cuando se presenta con claridad una mayor concentración de la población en centros urbanos. A nivel regional la población urbana pasó de un 44,1% en 1990, a cerca de la mitad en el año 2000 y 58,5% en el 2014 (Estado de la Región, 2013).

La concentración de población en centros urbanos está determinada por muy diversos factores, desde socioeconómicos asociados a la transformación de las estructuras productivas y laborales hasta otros más relacionados con nuevos estilos de vida y patrones culturales. Sin embargo, tal como lo plantea el *Estado de las Ciudades en el Mundo 2012/2013* (UN-Habitat, 2012), la falta de planificación es uno de los principales factores que limitan las oportunidades de bienestar económico y social para los habitantes de las grandes ciudades. Entre las principales consecuencias de la falta de planificación están el surgimiento de asentamientos informales debido a la falta de vivienda, sistemas de transporte público ineficientes, insuficiente infraestructura (vial, parques, agua potable, alcantarillado, etc.), creciente contaminación generada por la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos, uso poco eficiente del territorio, agudización de las condiciones de riesgo y vulnerabilidad a desastres e inseguridad ciudadana. Todo ello limita la posibilidad de construir bienes públicos urbanos que favorezcan el bienestar y productividad de las ciudades.

La región centroamericana ha sido históricamente impactada por desastres y fenómenos hidrometeorológicos extremos. Estos se presentan tanto debido a la ubicación geográfica del Istmo, como a la alta vulnerabilidad generada por la construcción social de riesgos. Uno de los disparadores de eventos extremos son los ciclones tropicales. Centroamérica está localizada en una zona de gran actividad ciclónica, que afecta la mayoría de su superficie y que anualmente ejerce acción directa o indirecta sobre sus dos costas (Corrales, 2010). Además los altos niveles de pobreza y exclusión social, la falta de ordenamiento territorial, el alto crecimiento urbano y el cambio climático son factores que agudizan esa situación. El riesgo, principalmente en las zonas urbanas, se asocia con deficiencias en los sistemas de drenaje de las ciudades, un desafío clave ante los posibles cambios en los patrones de precipitación asociados al cambio climático. Además, en Centroamérica las ciudades intermedias están en rápida expansión, bajo menores condiciones de gobernanza y adherencia a normas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial que las hacen estar seriamente amenazadas por inundaciones y

deslizamientos, tal es el caso del crecimiento hacia laderas y zonas inseguras (Proyecto Estado de la Región, 2011).

La falta de información sistemática, comparable y actualizada para conocer el territorio es una de las principales limitaciones para dimensionar y caracterizar el crecimiento urbano en Centroamérica. La ausencia de censos de población y vivienda recientes en Honduras (2001), Guatemala (2002), Nicaragua (2005) y El Salvador (2007) es, junto con las debilidades de los catastros nacionales y la falta de registros administrativos completos y actualizados sobre nuevas construcciones, dos de los principales vacíos que existen en Centroamérica en esta materia.

El avance tecnológico aplicado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección es una valiosa herramienta para el análisis de información geoespacial que permite enfrentar algunos de esos vacíos y aproximar el conocimiento de la ocupación del territorio. Es por ello que este proyecto se propuso utilizar los SIG y Teledetección, mediante el uso de imágenes satelitales tanto del sensor Landsat así como del sensor RapidEye para analizar el desarrollo espacio-temporal de las principales áreas metropolitanas de los países de la región centroamericana para los años 1975, 1995 y 2014/5.

Con las imágenes Landsat se elaboraron mapas de crecimiento de la mancha urbana para cada año de estudio en cada uno de los países y a partir de ellos, se realizó un análisis descriptivo sobre la expansión urbana en esos territorios. Con las imágenes RapidEye se elaboró un único mapa para cada país que expone la mancha urbana del año de la imagen, acompañado de la red vial, ríos, accidentes geográficos, límite municipal o cantonal y puntos de referencia para conocer con mayor detalle el tipo de ocupación.

Para cada uno de los países se identificaron hitos o hechos relevantes relacionados con el crecimiento urbano y la evolución histórica de las ciudades capitales así como un conjunto de estudios relevantes que pueden servir de insumo para profundizar en futuras investigaciones el análisis de los resultados obtenidos en esta investigación.

En el siguiente apartado se describe de manera resumida la metodología y características de las imágenes utilizadas para la realización de este estudio. Ello se complementa con los anexos, incluidos al final de este informe, en los que se incluye una descripción detallada de la metodología utilizada para depurar las imágenes y construir los mapas. El análisis de los resultados de esta investigación se han organizado en dos apartados, el primero presenta un análisis comparado a nivel regional del crecimiento de las manchas urbanas y complementa la descripción de los resultados de las áreas con el análisis de información relacionada con población para el periodo de estudio 1975-2014. Posteriormente, se analiza para cada país la mancha urbana en cada uno de los tres años (circa 1975, 1995, 2014) con base en el procesamiento y análisis

de las imágenes Landsat y se describen para el último año algunas características del tipo de ocupación con base en las imágenes RapidEye disponibles para cada ciudad.

METODOLOGÍA

El presente proyecto se utilizaron las imágenes generadas por dos tipos de sensores: Landsat (2, 5 y 8) y RapidEye. Para cada una de las imágenes seleccionadas, se determinó el área metropolitana y la periferia (mancha urbana) de las ciudades capitales de los países de la región centroamericana. El área metropolitana fue definida como el “área geográfica continua, generalmente perteneciente a diferentes administraciones en las que se forma una gran aglomeración humana que constituye un importante mercado de trabajo diversificado con fuertes relaciones de interdependencia entre los núcleos que la integran” (Vinuesa, citado en Braña, 2008). Por su parte, la periferia se concibió como los extremos o márgenes geográficos en contraposición al centro. Es decir, periferia es el territorio externo de la ciudad formada por una franja en mayor o menor grado urbanizada, cuyas partes están localizadas a cierta distancia del centro y a las cuales éste extiende su acción (Arteaga, 2005). Para referirse a periferia en la actualidad, no se cuenta con un dato específico de distancia, se sigue un patrón de dispersión con características residenciales en su mayoría.

Las áreas analizadas se determinaron con un área de influencia (buffer) de 2.5 kilómetros del centro y se consideraron como límites del crecimiento accidentes geográficos como ríos, lagos, cerros, montañas.

Las imágenes Landsat utilizadas en el proyecto forman parte del Programa Landsat el cual tiene como objetivo la observación de la tierra por medio de satélites gestionados por la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (IGAC, 2013). Estas imágenes son gratuitas y se pueden obtener desde el sitio web del Programa Landsat. (<http://glovis.usgs.gov/>) En este proyecto se utilizaron los sensores: Landsat 2 para identificar la mancha urbana de los países de Centroamérica para el año 1975, el sensor Landsat 5 para el año 1995 y el sensor Landsat 8 para el año 2015 (las características de las imágenes se describen en el anexo metodológico).

Por su parte las imágenes RapidEye fueron recolectadas por cinco satélites de observación del planeta que cuentan con sensores idénticos, que están en el mismo plano orbital y calibrados entre sí. Es decir, una imagen de alguno de los satélites tendrá las mismas características que cualquiera de los otros cuatro satélites RapidEye (BlackBridge, 2013). Para este proyecto, las imágenes fueron suministradas por el programa regional REED/CCAD-GIZ (Reducción de Emisiones por Deforestación de Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana), y para el caso de Costa Rica se

obtuvieron por acuerdo entre el Laboratorio PRIAS del CeNAT y el SIREFOR del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

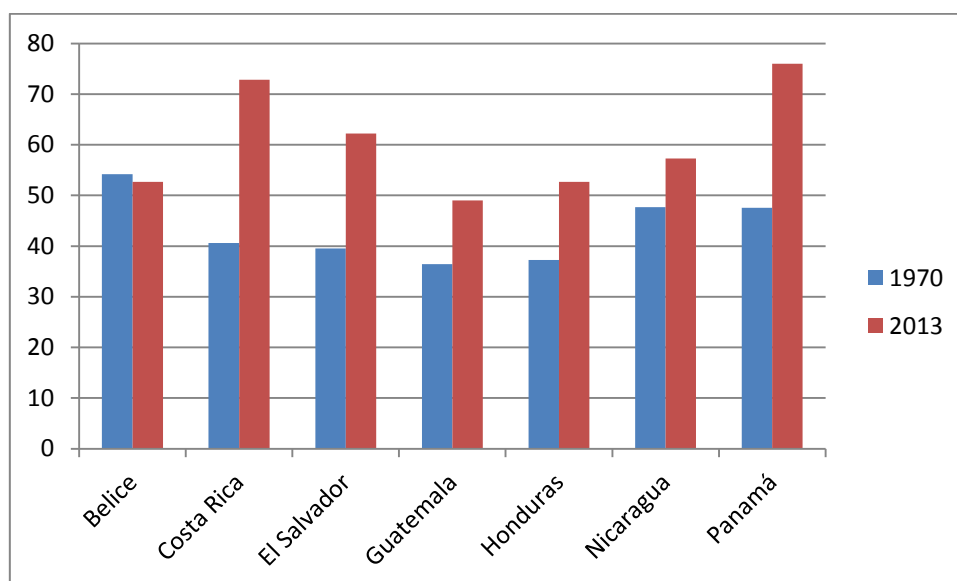
A las imágenes satelitales adquiridas se les aplicó el proceso de corrección, el cual permitió solucionar las distorsiones que el sensor causa sobre la imagen. Las correcciones que se aplicaron a las imágenes utilizadas en el proyecto son: corrección geométrica, corrección radiométrica y corrección atmosférica. Posterior a la corrección de las imágenes, se procedió a la realización del post procesamiento de las imágenes Landsat, este proceso tuvo como objetivo la extracción de la mancha urbana de las capitales de los países Centroamericanos (ver detalles de los procedimientos utilizados para esta depuración en el anexo metodológico).

Conviene indicar que no se dispuso de las imágenes RapidEye para Panamá pues el Ministerio de Ambiente no entregó el material, razón por lo que este país no cuenta con el mapa resultante de ese procesamiento. En el caso de Belmopán, no se pudo realizar el análisis del año 1975, ya que la imagen Landsat disponible para ese año estaba cubierta de nubes, en su lugar se utilizó la imagen del año 1984.

PANORAMA REGIONAL DEL CRECIMIENTO URBANO: PRINCIPALES HALLAZGOS

Durante el periodo 1970-2013 en todos los países centroamericanos hubo una acelerada concentración de población en centros urbanos. No obstante, el ritmo de ese crecimiento varió de un país a otro. En los países más pequeños y con menos población (Costa Rica y Panamá) el incremento de la población urbana fue mayor, (32,2% y 28,4%, respectivamente) y en el 2013 más del 70% de su población estaba asentada en centros urbanos. El Salvador se ubicó en una situación intermedia (22,7% de crecimiento y 62,2% de población urbana en el 2013), mientras que en Nicaragua, Guatemala y Honduras, el proceso fue más lento. En estos tres países el incremento en la población urbana en los últimos treinta y tres años osciló entre 9,6% y 15,4%, hasta alcanzar en el 2013 entre 49,0% y 57,3%. Belice es un caso excepcional pues además de ser el país más pequeño y con menos población de la región, fue el único país en que disminuyó la proporción de población urbana (-1,5%) (Gráfico 1).

Gráfico 1. Centroamérica. Porcentaje de población urbana. 1970, 2013.



Fuente: Proyecto Estado de la Región, 2013 y 2014.

En aras de conocer la magnitud de este proceso de urbanización en el territorio, esta investigación analizó el crecimiento de las ciudades capitales en cada uno de los países. De acuerdo con el análisis de las imágenes Landsat y consistente con el aumento en la proporción de población urbana a nivel nacional, las manchas urbanas de las ciudades capitales de Panamá y Costa Rica fueron las que tuvieron una mayor expansión (Gráfico 2). La ciudad de Panamá pasó de tener 5.110 hectáreas en 1975 a 21.618 hectáreas en el 2014, lo que implica un crecimiento del área de 323% (16.508 ha). Llama la

atención la evolución de Belmopán, cuya mancha urbana tuvo una fuerte expansión (334%) durante el periodo analizado, lo cual contrasta con la disminución en la proporción de población urbana a nivel nacional, lo que podría evidenciar que el crecimiento urbano del país se concentró en la ciudad capital. Situaciones similares se presentan en El Salvador, Guatemala y Nicaragua, en estos países el crecimiento de la mancha en el periodo osciló entre 193% y 141%. Independientemente de que se haya habido crecimiento en ciudades intermedias, ello parece confirmar la relevancia de concentrar el análisis en la expansión de las ciudades capitales.

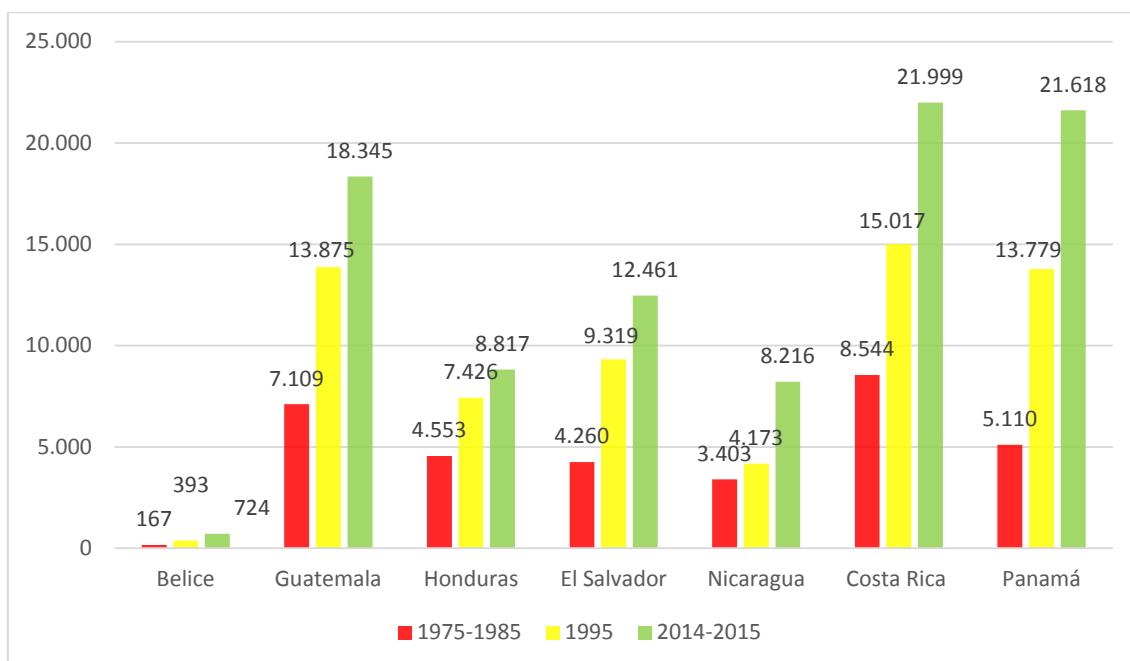
En 1975, la Ciudad de Guatemala ocupaba el segundo lugar, después de Costa Rica, en cuanto a superficie de mancha urbana, seguido de la Ciudad de Panamá en el tercer lugar, Tegucigalpa de Honduras en el cuarto puesto y San Salvador en la quinta posición.

Para 1995 tanto la mancha urbana de San José, Ciudad de Guatemala y Ciudad de Panamá mantienen las posiciones que ocupaban en el periodo previo. Sin embargo, San Salvador ocupa el cuarto puesto y Tegucigalpa pasa al quinto lugar.

Finalmente en el periodo 2014-2015, la mancha urbana de Ciudad de Panamá se ubica como la segunda de mayor superficie, muy similar a la de Costa Rica y es seguida por Ciudad de Guatemala en el tercer lugar. Mientras que San Salvador y Tegucigalpa ocupan las mismas posiciones que en el periodo previo.

A nivel regional el área total de las manchas urbanas configuradas por las ciudades capitales y la periferia casi se triplicó en los últimos cuarenta años, pasó de 33.146 hectáreas en 1975 a 92.180 en el año 2014. Dado el alto crecimiento de la Ciudad de Panamá, su peso relativo pasó de 15% a 23% y junto con la ciudad de San José representan el 47% y con la ciudad de Guatemala el 67% del área metropolitana total de la región.

Gráfico 2. Centroamérica. Crecimiento de la mancha urbana de las ciudades capitales y periferia. 1975, 1995, 2014.



Fuente: PRIAS, 2015-09-18

El proceso de expansión urbana ha tenido un ritmo distinto en los países de un periodo a otro. Las mayores tasas de crecimiento fueron las de Belice y Panamá (superiores al 7% anual), seguidos por El Salvador (5,51%) y Guatemala y Costa Rica (4,85%). No obstante, en todos los países –excepto en Nicaragua– las tasas de crecimiento fueron mayores en el primer periodo (1975-1995) que en segundo (1995-2014) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Centroamérica. Tasas de crecimiento promedio anual de las manchas urbanas de las áreas metropolitanas principales. 1975-2014

| Periodo | Belmopán | Ciudad de Guatemala | Tegucigalpa | San Salvador | Managua | San José | Ciudad de Panamá |
|-----------|----------|---------------------|-------------|--------------|---------|----------|------------------|
| 1975-1995 | 4,37 | 3,40 | 2,48 | 3,99 | 1,03 | 2,86 | 5,08 |
| 1995-2014 | 3,10 | 1,41 | 0,86 | 1,46 | 3,45 | 1,93 | 2,28 |
| 1975-2014 | 7,61 | 4,85 | 3,36 | 5,51 | 4,51 | 4,84 | 7,48 |

Fuente: PRIAS, 2015.

Aunque la información disponible en los países y fuentes internacionales no necesariamente coincide con los años y territorios para los que se realizó el análisis del crecimiento de las áreas metropolitanas, a continuación se determinará si los cambios la mancha urbana de cada uno de los países guarda relación con las variaciones en la densidad de población en las ciudades capitales y la proporción de población en el área metropolitana principal de cada país (Cuadro 2). En Panamá y Costa Rica las variaciones en

el tamaño de la mancha urbana coincidió con aumentos significativos en la concentración y la densidad de población durante el periodo 1975-2014. Honduras y El Salvador se ubican en una situación distinta, tuvieron mucho menores variaciones en la concentración y densidad de población que Panamá y Costa Rica. En el caso de San Salvador llama la atención que el incremento en el tamaño de la mancha (el tercero más alto de la región) no haya implicado variaciones proporcionales en los demás indicadores, lo que podría obedecer a la habilitación de territorios urbanos y construcción de nueva infraestructura para usos distintos al residencial (comercial, oficinas, instituciones públicas, etc.). Belmopán se ubica en una situación similar a la de San Salvador pero incluso con una disminución en la concentración de población metropolitana, lo que podría evidenciar procesos de migración interna hacia otros territorios o ciudades secundarias, sobre todo si se toma en cuenta que la densidad de población a nivel nacional apenas aumentó de 10 a 14 habitantes por kilómetro cuadrado en el periodo 1995-2014. En Managua pudiera estarse dando un patrón similar al de Belmopán pero más agudo pues esta ciudad fue la que tuvo el menor incremento en la densidad de población de la región (15%) en el periodo 1995-2014. Ciudad de Guatemala es un caso muy particular, durante el periodo de estudio tuvo un crecimiento intermedio en el tamaño de la mancha urbana pero el mayor aumento a nivel regional en la densidad de población (307%). Conocer con mayor detalle las dinámicas que pudieran explicar las variaciones en estos indicadores amerita investigaciones posteriores con nuevos instrumentos y más información. No obstante, este análisis general evidencia que si bien el crecimiento urbano se ha dado en todos los países ha tenido ritmos y patrones distintos.

Cuadro 2. Centroamérica. Variación en el área de la mancha urbana, porcentaje de población en área metropolitana principal y densidad de población de las capitales. Circa 1975, 1995, 2014

| Periodo | Belice ^{d/} | Guatemala | Honduras | El Salvador | Nicaragua | Costa Rica | Panamá |
|---|----------------------|-----------|----------|-------------|-----------|------------|--------|
| Variación del área de la mancha urbana^{a/} | | | | | | | |
| 1975-1995 | 135,3 | 95,2 | 63,1 | 118,8 | 22,6 | 75,8 | 169,6 |
| 1995-2014 | 84,2 | 32,2 | 18,7 | 33,7 | 96,9 | 46,5 | 56,9 |
| 1975-2014 | 333,5 | 158,1 | 93,7 | 192,5 | 141,4 | 157,5 | 323,1 |
| Población en el área metropolitana principal como porcentaje del total de población^{b/} | | | | | | | |
| 1975 | 32,6 | 19,6 | 10,3 | 13,9 | 20,5 | 21,8 | 31,7 |
| 1990/1995 | 26,5 | 19,0 | | 20,4 | 19,8 | | 36,3 |
| 2014 | 21,0 | 19,1 | 12,5 | 19,1 | 19,2 | 48,8 | 44,0 |
| Variación 1975-2014 | (11,6) | (0,5) | 2,2 | 5,2 | (1,3) | 27,0 | 12,3 |
| Densidad de población en la ciudad capital (habitantes/km²)^{c/} | | | | | | | |

| Periodo | Belice ^{d/} | Guatemala | Honduras | El Salvador | Nicaragua | Costa Rica | Panamá |
|--------------------------|----------------------|-----------|----------|-------------|-----------|------------|--------|
| 1975 | | 2.349 | | 3.871 | | 1.187 | 2.273 |
| 1995 | 10 | 4.698 | 6.122 | 6.452 | 3.380 | 2.077 | 3.636 |
| 2014 | 14 | 9.553 | 11.230 | 7.074 | 3.900 | 3.441 | 7.445 |
| Variación 1975/1995-2014 | 4 | 7.204 | 5.108 | 3.203 | 520 | 2.254 | 5.172 |

a/ PRIAS, 2015. El dato corresponde a la ciudad capital más la periferia, de acuerdo con la definición utilizada para el presente estudio.

b/ CEPAL Stat. Los datos corresponden al censo de población más cercano a 1975, 1995 y 2014. El área metropolitana incluye la ciudad capital más las zonas de alta densidad de su entorno

c/ Elaboración propia. Los datos de población corresponden a aglomeraciones urbanas principales que incluyen las ciudades capitales más la periferia, calculadas por la División de Población de las Naciones Unidas. Los datos de superficie fueron tomados de Demographia 2015, excepto en Belice que la fuente de información es el Instituto de Estadística de Belice y los datos población y superficie corresponden al distrito Cayo en el que se ubica la ciudad de Belmopán. Para Nicaragua la fuente es el INIDE y los datos de población y superficie corresponden al municipio de Managua.

d/ Los datos de población de Belice corresponden a los años 2000 y 2010, años más cercanos a 1995 y 2014 en los que existe información censal.

Pese a las diferencias señaladas, se pudieron identificar algunos rasgos comunes en los patrones de crecimiento urbano de las áreas metropolitanas. De acuerdo con el análisis de las imágenes satelitales –que se detalla más adelante para cada país- resulta evidente que en todos los países un factor determinante del crecimiento fueron las redes viales, en todas las capitales la expansión se dio a lo largo de las principales carreteras. Además es claro que en todos los países la topografía (presencia de cañones de ríos, montañas y volcanes) así como los lagos y en el caso de Panamá, el canal, han sido barreras físicas al crecimiento de las manchas urbanas. Finalmente, cabe destacar que el único país en el que se visualiza un patrón claro de crecimiento del centro hacia la periferia es en Tegucigalpa, en los demás países las ciudades capitales se han expandido más rápidamente hacia el este, oeste o sur según se detalla en el cuadro 3 y mapa 1.

Cuadro 3. Centroamérica. Características de la expansión de la mancha urbana en las principales áreas metropolitanas.

| País | Dirección del crecimiento | Factores determinantes del crecimiento de la mancha urbana | Barreras físicas/naturales para el crecimiento |
|-------------|-----------------------------------|--|---|
| Belice | Este | Red vial | No existen |
| Guatemala | Oeste y Sur | Red vial | Orografía, Lago de Amatitlán |
| Honduras | Expansión del centro hacia afuera | Red vial | Orografía |
| El Salvador | Este y Oeste | Red vial | Volcán de San Salvador y Lago y cerro de Ilopango |
| Nicaragua | Sur, Este y Oeste | Red vial | Lago de Nicaragua, Laguna Asososca y Laguna de |

| País | Dirección del crecimiento | Factores determinantes del crecimiento de la mancha urbana | Barreras físicas/naturales para el crecimiento |
|------------|---------------------------|--|--|
| | | | Nejapa, además del Aeropuerto Internacional |
| Costa Rica | Este y Oeste | Red vial | Orografía y cañones de ríos |
| Panamá | Norte y Este | Red vial | Canal de Panamá y Océano Pacífico |

Fuente: PRIAS, 2015.

Aunque en Centroamérica la concentración de población en centros urbanos es menor al promedio de América Latina el Caribe (80%) (ONU-Habitat, 2012), el ritmo es creciente tal como lo plantea este estudio. Si bien en la mayor parte de los países se han promulgado durante las últimas dos décadas legislación y políticas y se han creado instituciones para mejorar el ordenamiento territorial, las dinámicas asociadas a responder a una demanda creciente de vivienda, transporte, agua, saneamiento, espacios públicos y seguridad han rebasado la capacidad de la institucionalidad para responder a esa demanda y crear las capacidades en el Estado y el sector privado para asegurar la provisión de esos bienes y servicios. Así lo confirman el creciente congestionamiento vial, los asentamientos informales, la proporción de población sin acceso a agua potable, el alto déficit habitacional (tanto cualitativo como cuantitativo) y los problemas de inseguridad ciudadana de las principales áreas metropolitanas de Centroamérica. En el 2014 alrededor de 12 de los 45 millones de habitantes a nivel regional no contaban con servicios de saneamiento para disponer de las aguas servidas de manera segura, situación que es más grave en Nicaragua y Guatemala donde la cobertura es menor al 50%. La disposición de los residuos sólidos se realiza mediante rellenos sanitarios y botaderos, en muchos casos sin cumplir con los protocolos y normativa vigente para reducir la contaminación. Además, las iniciativas de separación y reciclaje son escasas y con muy bajo impacto en las principales áreas metropolitanas. Ello unido al crecimiento del parque automotor, contribuyen a incrementar los altos niveles de riesgo y vulnerabilidad ambiental y social (Urzúa, 2015).

SUGERENCIAS DE POLÍTICA PÚBLICA

Las características del crecimiento de las áreas metropolitanas principales en Centroamérica, planteadas en esta investigación, permiten fundamentar consideraciones relevantes para la formulación de políticas públicas nacionales y a nivel regional para mejorar la gestión urbana y el ordenamiento territorial. No son todas las que podrían ser necesarias para enfrentar los desafíos inherentes a los patrones de crecimiento identificados en este trabajo, pero sí refieren a problemas medulares que deben ser atendidos. Aunque no se incursiona en el diseño específico de los instrumentos y medidas adecuados a

cada contexto particular, lo que requeriría información y análisis que escapa a los alcances de esta investigación, sí se plantean algunas orientaciones generales que podrían contribuir a reducir la segregación espacial, optimizar el uso del territorio y potenciar las oportunidades de bienestar y calidad de vida de los habitantes urbanos. Para ello ha resultado relevante la evidencia aportado por diversos informes internacionales y a nivel centroamericano relacionados con la gestión de las áreas metropolitanas y el ordenamiento territorial (ONU-Habitat, 2012, Angel, 2012, Smolka et al, 2013, GIZ, 2015, Ferrufino et al, 2013, CAF, 2011).

Primera sugerencia: Crear incentivos para retener la población en los territorios con mayor infraestructura y servicios públicos

En todos los países centroamericanos el crecimiento de las áreas metropolitanas ha implicado una expulsión de población de las ciudades capitales hacia la periferia. Diseñar instrumentos para evitar este patrón es clave para optimizar las inversiones, el uso de infraestructura y reducir los impactos ambientales del crecimiento. Experiencias de renovación urbana en México, Colombia y Brasil podrían ser relevantes para Centroamérica. Entre estos incentivos están el mejoramiento de los sistemas de transporte público, construcción, la renovación de espacios públicos (parques, edificios históricos, zonas peatonales) y mejoras en la infraestructura pública vinculadas a inversiones privadas en estos territorios.

La habilitación urbana de las periferias implica cuantiosas inversiones en infraestructura y prestación de servicios públicos. Ello evidencia la ausencia o debilidad en la aplicación de la legislación y regulaciones relacionadas con la planificación y el ordenamiento territorial pues estos patrones de expansión suelen ser inducidos por desarrolladores privados que optan por construir sus proyectos en zonas alejadas donde el precio de la tierra es menor. Ciudades más extensas requieren la ampliación de las redes de carreteras, alcantarillado, agua potable, electricidad, telecomunicaciones y transporte, lo mismo que la construcción de infraestructura para la prestación de servicios de salud, educación, seguridad, etc. Irónicamente, en las ciudades capitales es donde existe mayor disponibilidad infraestructura y servicios públicos. Este patrón de crecimiento hace que disminuyan las economías de escala asociadas a una mayor aglomeración (p.e. aprovechamiento de espacios públicos y dinámicas sociales y productivas) y genera impactos ambientales.

Entre los principales impactos ambientales de la urbanización periférica cabe destacar la impermeabilización de zonas de recarga de acuíferos, la reducción de la cobertura vegetal, el aumento de la escorrentía con la consecuente saturación del cauce de los ríos y la contaminación por mal manejo de desechos sólidos y líquidos. Ello, unido a la construcción en zonas no aptas, incrementa los niveles de riesgo y vulnerabilidad en una región que

históricamente ha sido impactada por fenómenos hidrometeorológicos extremos y que actualmente enfrenta nuevas amenazas como consecuencia del cambio climático.

Segunda sugerencia: Mejorar la fiscalidad urbana

En varios países centroamericanos no existen impuestos territoriales o prediales, situación que impide dotar a los gobiernos locales de los recursos necesarios para invertir en mantenimiento de la infraestructura existente así como desarrollar nueva infraestructura para mejorar los servicios públicos y la calidad de vida de los habitantes de las ciudades. La ausencia de registros catastrales actualizados y digitalizados limita la posibilidad de mejorar la recaudación de los impuestos vigentes e impide su aplicación cuando ellos no existen.

Un componente importante de la estrategia para mejorar la fiscalidad urbana es el diseño de instrumentos legales y financieros que permitan la captación de las plusvalías del suelo urbano generadas como resultado de las inversiones o decisiones públicas. El principio básico de la captura de plusvalías es devolver a la comunidad los incrementos de valor de la tierra que resultan de la acción del Estado. Pocos países en América Latina tienen los mecanismos legales apropiados para esto y su aplicación sistemática se ve obstaculizada por la oposición de grupos de interés particulares y la falta de voluntad política.

Algunos de los casos en que se ha identificado iniciativas en esta materia son Porto Alegre y Sao Paulo en Brasil y Bogotá y Cali en Colombia. En estos casos ha resultado relevante: monitorear los mercados inmobiliarios y el traspaso de propiedades para obtener información sobre la evolución del precio de la tierra, crear sistemas para actualizar los avalúos de la propiedades después de cualquier inversión pública y definir de manera participativa prioridades específicas para invertir los recursos provenientes de la recuperación de plusvalías. Algunas de esas prioridades en los casos señalados han sido:

- Compra de predios o inmuebles para viviendas de “interés social”.
- Financiamiento del sistema de transporte masivo.
- Pago de los costos de expropiación de inmuebles para programas de renovación urbana.
- Conservación del patrimonio histórico.

Tercera sugerencia: Mejorar las infraestructuras públicas para la conectividad de los territorios urbanos

Las características geográficas y topografía de los territorios ha incidido en los patrones de crecimiento de las áreas metropolitanas estudiadas. Ciertamente, los cañones de los ríos y acantilados y las montañas han limitado el uso del suelo urbano en varias de las capitales centroamericanas. Sin embargo,

factores de gran importancia, que han limitado la conectividad y que puede ser objeto de una política pública remedial, son la falta de sistemas de transporte público seguros y eficientes así como los déficits de infraestructura y espacios públicos en las ciudades. Además, especialmente a partir de la década de los ochentas surgieron barrios de clase media, muchas veces en áreas aisladas, bajo el argumento de la búsqueda de mayor seguridad, lo que amplió la segregación urbana.

En varios países de América Latina se ha mejorado la conectividad de los territorios y la calidad del ambiente urbano mediante la reforestación del cauce de los ríos y la construcción de parques, ciclo vías, aceras, espacios peatonales y parqueos articulados a las redes de transporte público. Ello ha contribuido a la apropiación del espacio urbano y la movilidad de la población a lo interno de las ciudades.

Este tipo de estrategias así como el mejoramiento del transporte público han contribuido a reducir los costos y tiempos de movilidad y la contaminación ambiental asociados al congestionamiento vial. En Centroamérica este tipo de medidas también podrían contribuir a mejorar la adaptación y mitigación al cambio climático.

Algunos de los casos exitosos de mejoramiento del transporte público en América Latina son la red de vías preferenciales para los autobuses de Curitiba en Brasil, el Transmilenio de Bogotá y el Metrobús de Ciudad de México. La reducción de los tiempos de viaje y mejoras en la conectividad de estas modalidades de transporte han favorecido la competitividad de las ciudades y mejorado la integración social y calidad de vida de los habitantes.

[Cuarta sugerencia: Mejorar las capacidades institucionales y rectoría para la aplicación, seguimiento y evaluación de la legislación y políticas vigentes](#)

En todos los países centroamericanos existe legislación y se han promulgado recientemente políticas y planes para mejorar el ordenamiento y la planificación territorial. El entramado institucional con competencias legales en estas materias es compleja. Una cantidad numerosa de instituciones de diversa naturaleza y con capacidades técnicas y financieras muy distintas suelen estar reunidas en un espacio institucional en el que la coordinación de acciones y rectoría no siempre son claras y efectivas. Pero además, muchas de instituciones tienen, en la práctica, pocas capacidades efectivas para implementar los mandatos legales.

En Centroamérica es posible distinguir al menos cuatro tipos de procesos que se traslapan e impiden mejorar la gestión del territorio:

- Las metas definidas en los planes y políticas de ordenamiento territorial no siempre son coherentes con visiones de desarrollo más amplias.

- Falta de articulación de los ejercicios de planificación a nivel nacional, regional y metropolitana.
- Tensión entre las políticas y planes de ordenamiento territorial y las políticas y proyectos sectoriales (sociales, económicas, seguridad, atracción de inversión externa directa).
- Asimetrías en las capacidades para la gestión del territorio y la coordinación de los gobiernos locales.

Las capacidades institucionales para el seguimiento y evaluación de las políticas y planes se ve limitada por la falta de información actualizada y periódica. Es necesario llamar la atención sobre la importancia de que las instituciones públicas del Estado, a nivel nacional, local y regional, mejoren la disponibilidad, calidad y acceso a información sobre los objetivos y metas definidos en las políticas y planes de desarrollo urbano. Para ello, resulta fundamental cumplir con las rondas de censos de población y vivienda es fundamental, lo mismo que la actualización de registros administrativos desagregados a nivel territorial sobre temas como permisos y metros cuadrados de construcción, transporte público y movilidad urbana, entre otros.

Quinta sugerencia: Evitar replicar en ciudades secundarias o intermedias los patrones de crecimiento de las grandes áreas metropolitanas.

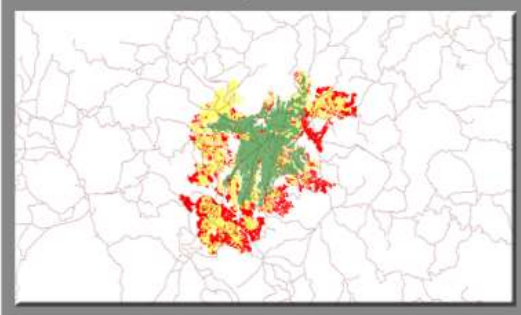
Algunas ciudades centroamericanas, pequeñas o intermedias, experimentan un crecimiento muy acelerado debido a inversiones de gran escala. La debilidad de las instituciones públicas, nacionales y locales hace que tengan poco margen de negociación con las entidades inversoras y escasa capacidad técnica para planificar y liderar un proceso de desarrollo urbano ordenado y sostenible.

La formulación y aplicación de planes reguladores y el diseño de incentivos y sanciones para la gestión del territorio en los gobiernos locales y a nivel subnacional han resultado valiosos instrumentos para la planificación, ordenamiento y gestión del territorio.

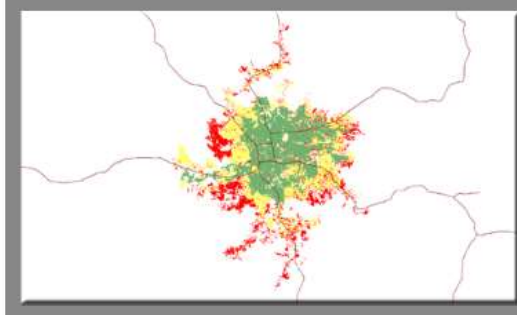
La conformación de asociaciones de municipios y la creación de consorcios con la participación de gobiernos locales, sociedad civil e instituciones nacionales han sido valiosos para la coordinación de acciones y la gestión del territorio, particularmente en cuando existen recursos (cuencas hidrográficas, áreas protegidas) o intereses compartidos (zonas de riesgo y vulnerabilidad, inseguridad ciudadana, dinámicas productivas, migraciones).

Mapa 1. Comparación del crecimiento de la mancha urbana para los países de Centroamérica.

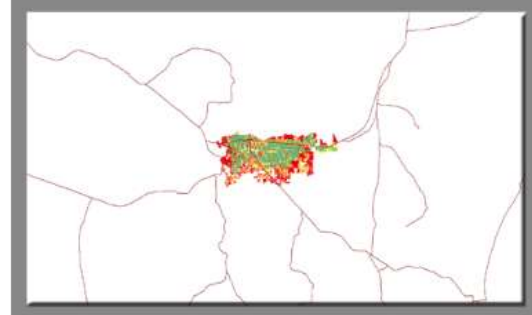
Ciudad de Guatemala, Guatemala



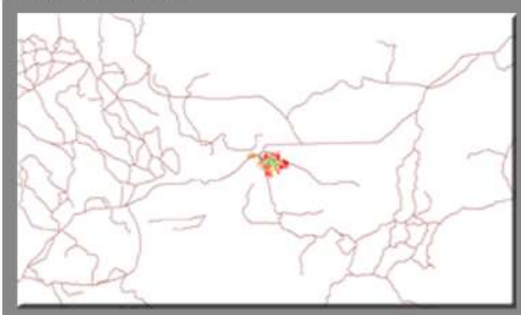
Tegucigalpa, Honduras



Managua, Nicaragua



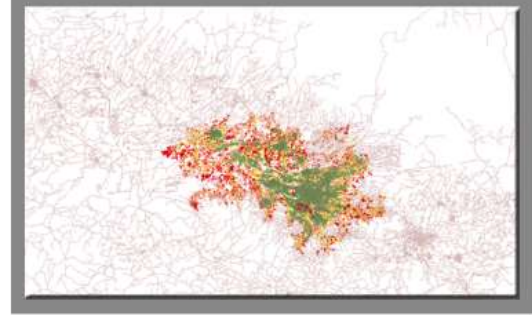
Belmopán, Belice



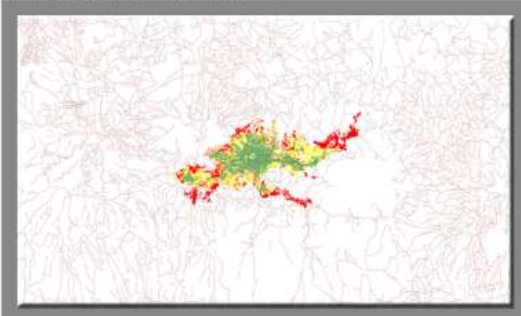
Leyenda

- Red Vial
- Cobertura Urbana 1975
- Cobertura Urbana 1995
- Cobertura Urbana 2014

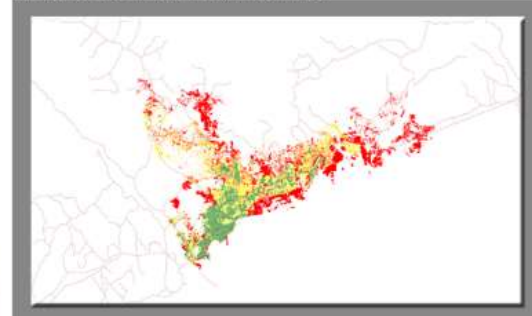
San José, Costa Rica



San Salvador, El Salvador



Ciudad de Panamá, Panamá



Escala del mapa
1:200.000

Fuente: Imagenes Landsat para los años
1975, 1995, 2014.
Elaborado por: Laboratorio PRIAS-CeNAT
2015

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA EN LOS PAÍSES DE LA REGIÓN CENTROAMERICANA

En este apartado se hace un análisis sobre el crecimiento de la mancha urbana para cada uno de los países de Centroamérica, utilizando para ello el sensor Landsat 8 para los años 1975-1995-2014. Como complemento, para el año 2012 se emplea el sensor Rapid Eye el cual posee mayor detalle para ver los objetos, para ello se interpreta de manera visual los elementos físico-geográficos y se hace un análisis de datos a partir de información recopilada en cada país.

Además, para cada país se incluye información relevante correspondientes al periodo de estudio que pudieran resultar útiles para, en análisis posteriores, identificar los factores determinantes de la expansión de la mancha urbana y nueva legislación, instrumentos de política e institucionalidad relacionados con el ordenamiento territorial en cada país. Para facilitar la descripción de los cambios se incluyen mapas para cada uno de los periodos de estudio, en los que se puede apreciar el porcentaje de incremento y el área en hectáreas.

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD DE GUATEMALA, GUATEMALA

Información relevante

- La capital de Guatemala fue trasladada en tres ocasiones previas, por la destrucción de las antiguas capitales debido a terremotos. La Ciudad de Guatemala no escapó a esta clase de eventos y en el terremoto de 1976 fue destruida (Morales, 2014).
- Se estima que la Ciudad de Guatemala experimentará un crecimiento acelerado y desordenado en lo que respecta al espacio urbanizado, esperando que la población de la Región Metropolitana supere los 3 millones de habitantes (Municipalidad de Guatemala, 2006).
- En la década de 1970 se establecen políticas de vivienda por medio del Esquema Director de Ordenamiento Metropolitana (EDOM), construyéndose así la primera fase del Anillo Periférico.
- El crecimiento de la población de la Ciudad de Guatemala se debe a tres factores: 1) terremoto de 1976, 2) Auge de la guerra civil provocando migración hacia la capital y 3) Aumento vegetativo en las regiones (Rivadeneira, 2001).
- Para el año de 1990 se desarrolla el Plan de Desarrollo Ciudad de Guatemala y su área Metropolitana (PLANDESUR, 1991-1995), cuyo objetivo era la planificación urbanística territorial.
- Para el año 2006 se publica el Plan de Desarrollo Metropolitano que integra el Plan Guatemala 2020, el cual enmarca el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) 2004-2020.

- Los entes encargados de la gestión del territorio son la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia de la República (SEGEPLAN), el Registro de Información Catastral (RIC), el Sistema de Consejos de Desarrollo (SISCODE), los Consejos Departamentales de Desarrollo (CODEDE) y las municipalidades.
- El Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural (CONADUR) pertenece al Sistema Nacional de Consejos de Desarrollo de Guatemala y es el órgano encargado de formular las políticas de desarrollo urbano y rural y ordenamiento territorial.
- En el marco del Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032 se establece que la política de desarrollo urbano se basará en una jerarquía del sistema urbano nacional que comprende la interacción entre ciudades principales, intermedias y zonas rurales. Para ello se realizará un análisis multivariado que incluye, además de variables como la densidad de población y la población económicamente activa (PEA), elementos asociados a la especialización económica de las ciudades, su rol funcional como centralidad de las regiones y subregiones, el equilibrio territorial de la localización estratégica de las ciudades intermedias y el grado de urbanización.
- Alguna legislación relacionada con el ordenamiento territorial que ha sido aprobada en las últimas décadas es: Código municipal (2002), Ley general de descentralización (2002), Ley de los consejos de desarrollo urbano y rural (2002) y Ley de Vivienda (2012).

[Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014](#)

Como se observa en el mapa 22, el crecimiento de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala es bastante considerable en el transcurso de 40 años. La capital tiene una altitud promedio de 1.500 m.s.n.m., lo que le otorga una orografía bastante característica, en el que destaca un relieve pronunciado en algunos sectores.

La superficie de la mancha urbana para el año 1975 (mapa 23) como es posible observar, representa un área urbana consolidada que se ramifica conforme se expande a la periferia de la ciudad.

Algunas zonas carecen de información, pues la imagen Landsat utilizada para dicho año tenía presencia de nubes en el área de estudio, especialmente el sector norte de la imagen.

Para 1995 (mapa 24), la mancha urbana de Ciudad de Guatemala experimentó un crecimiento urbano acelerado en el transcurso de 20 años. La expansión se dio en dirección sur principalmente, donde se encuentra el centro urbano Villa Nueva; aunque en dirección suroeste y oeste el crecimiento es bastante notorio. El sector este tuvo un aumento de la superficie urbana, manifestándose principalmente en Candelaria.

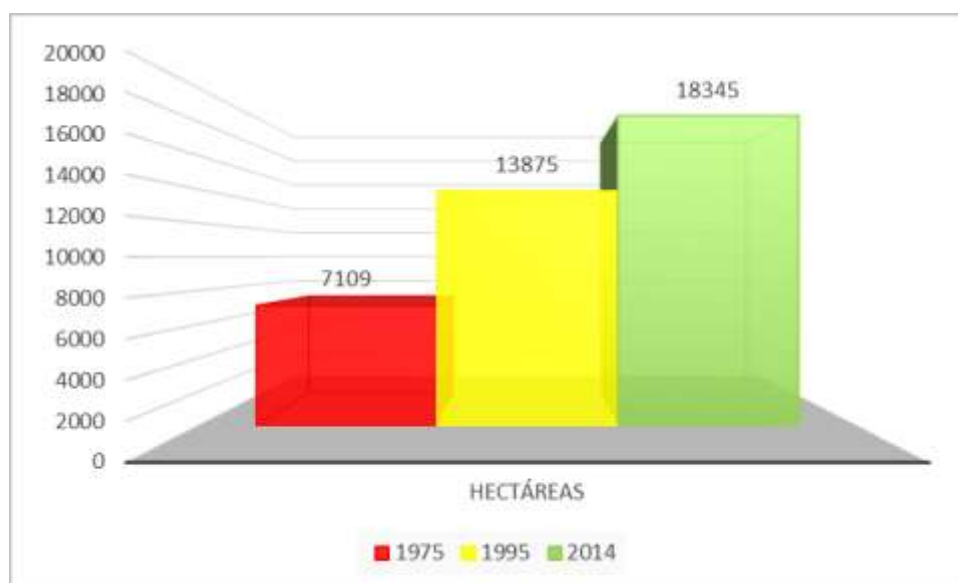
A partir de este año se comienza a manifestar el proceso de conurbación entre la metrópoli de Ciudad Guatemala y los centros urbanos de Villa Nueva y Candelaria.

En cuanto al año 2014 (mapa 25), se puede apreciar que la mancha urbana se ha expandido en todas direcciones, intensificándose al sur y al oeste especialmente. La sección noroeste presenta carencia de información en algunos sectores por la presencia de nubes en la imagen Landsat.

Se evidencia además, que la red vial es un factor que influye en el desarrollo y crecimiento de la mancha urbana.

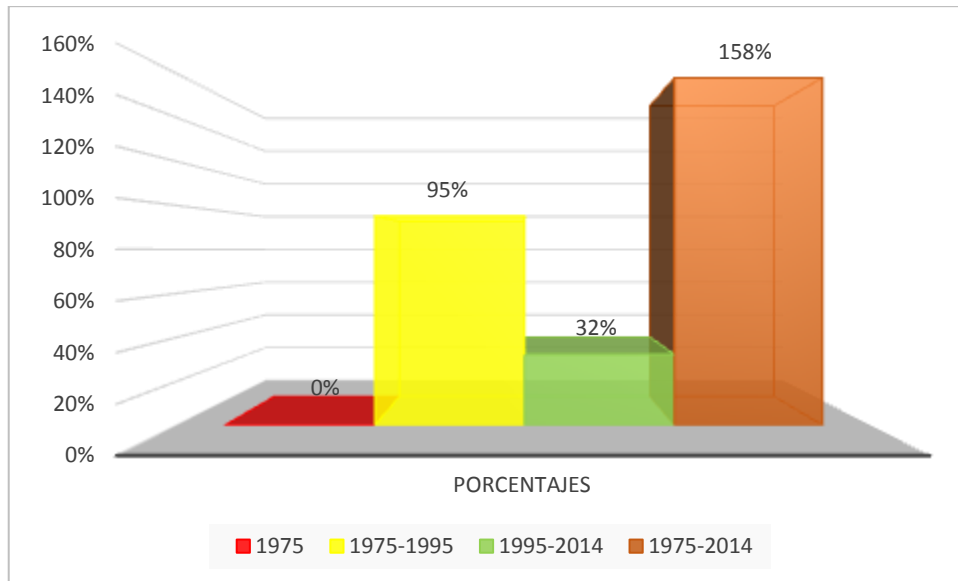
El gráfico 12, muestra la realidad de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, en cuanto al incremento experimentado en el periodo de estudio. Para el año 1975, la superficie total era de 7.109 Ha, para 1995 esta cifra casi se duplicó al presentarse un aumento de la superficie urbana total en 13.875 Ha, mientras que para el 2014, la mancha urbana ocupaba 18.345 Ha.

Gráfico 3. Incremento en la superficie de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, Guatemala. 1975, 1995, 2014



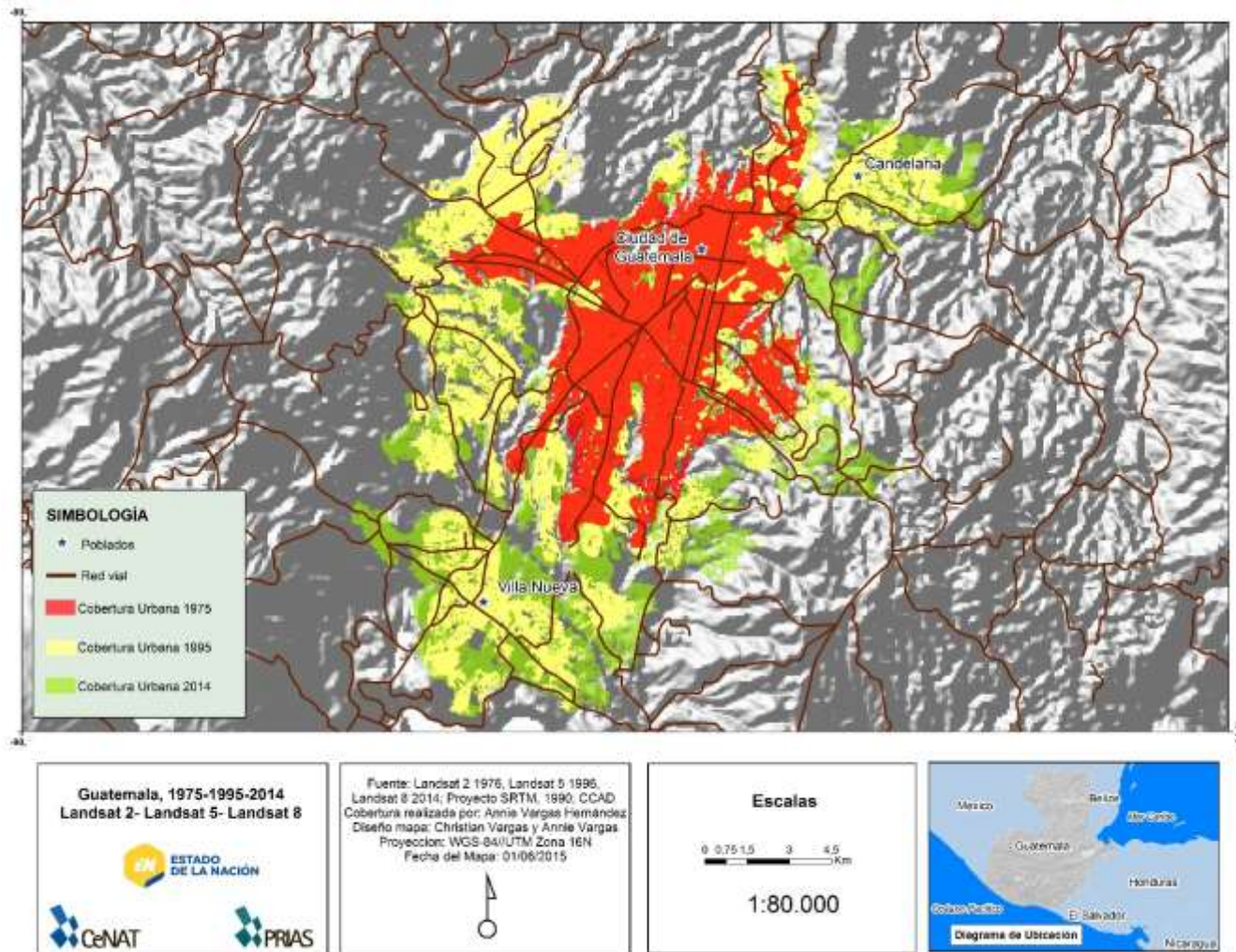
Por su parte, el gráfico 13 evidencia el porcentaje de crecimiento que experimentó la mancha urbana en un período de 40 años aproximadamente. Entre los años 1975 y 1995, el incremento llegó a alcanzar el 95%, estuvo cerca de experimentar el doble de expansión urbana en 20 años. Para el período comprendido entre 1995 y 2014, el porcentaje de incremento de superficie urbana fue de 32%, por último el incremento porcentual de la mancha urbana entre lo establecido en 1975 hasta el 2014 es de 158%.

Gráfico 4. Incremento porcentual de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, Guatemala. 1975, 1995, 2014

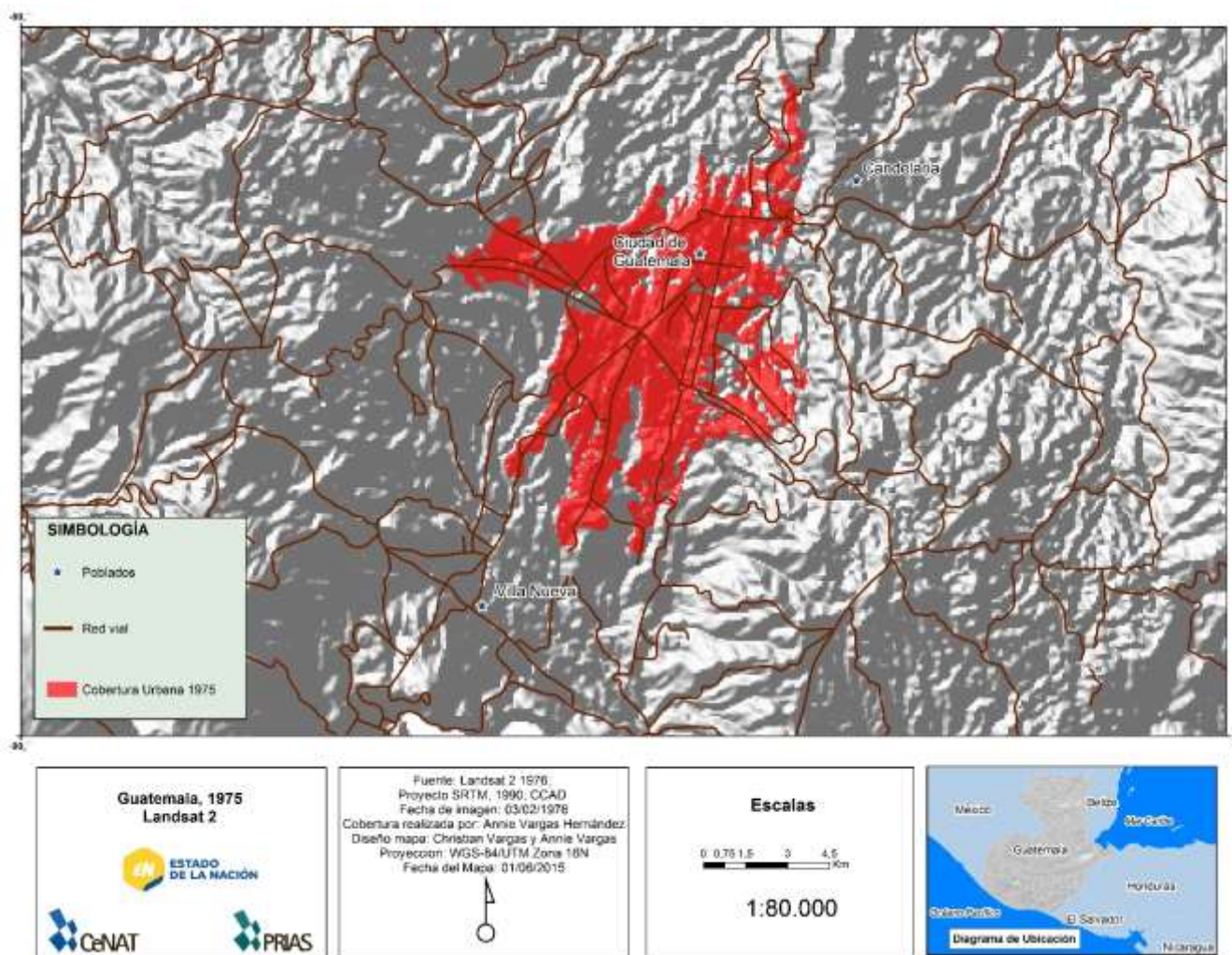


Para la Ciudad de Guatemala en el periodo de 1975-1995, se obtuvo una tasa de crecimiento anual del 3.40% debido a las políticas impuestas por el gobierno citado anteriormente, además de la poca planificación que existía, a pesar de estar implementado el Esquema Director de Ordenamiento Metropolitana (EDOM). Por otro lado en el periodo 1975-2014 y como se parecía en el Mapa 21 la tasa de crecimiento anual fue de 4.85%, debido al asentamiento y formalización de barrios y sectores en la periferia de la ciudad.

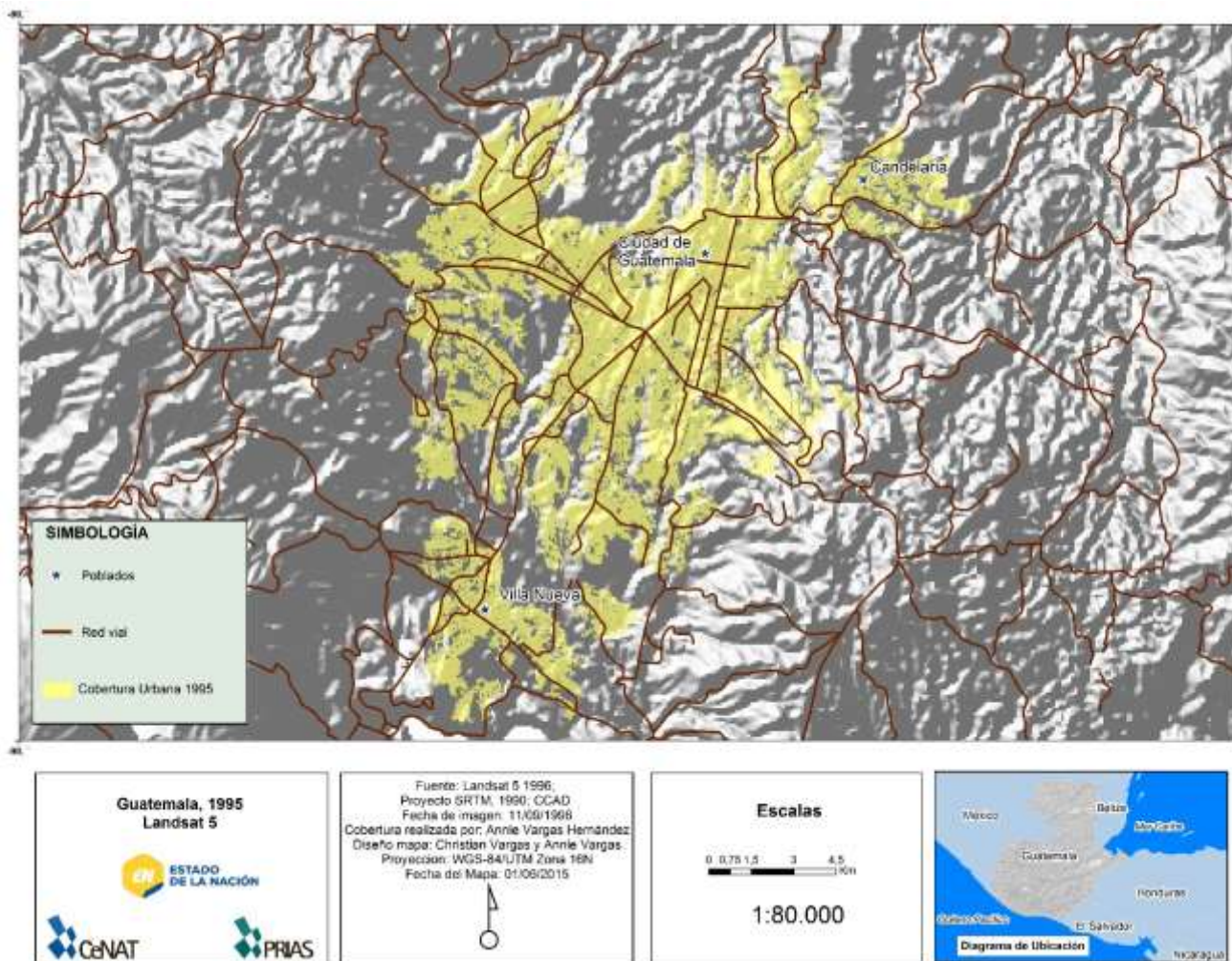
Mapa 2. Comparación del crecimiento de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, Guatemala. 1975, 1995, 2014



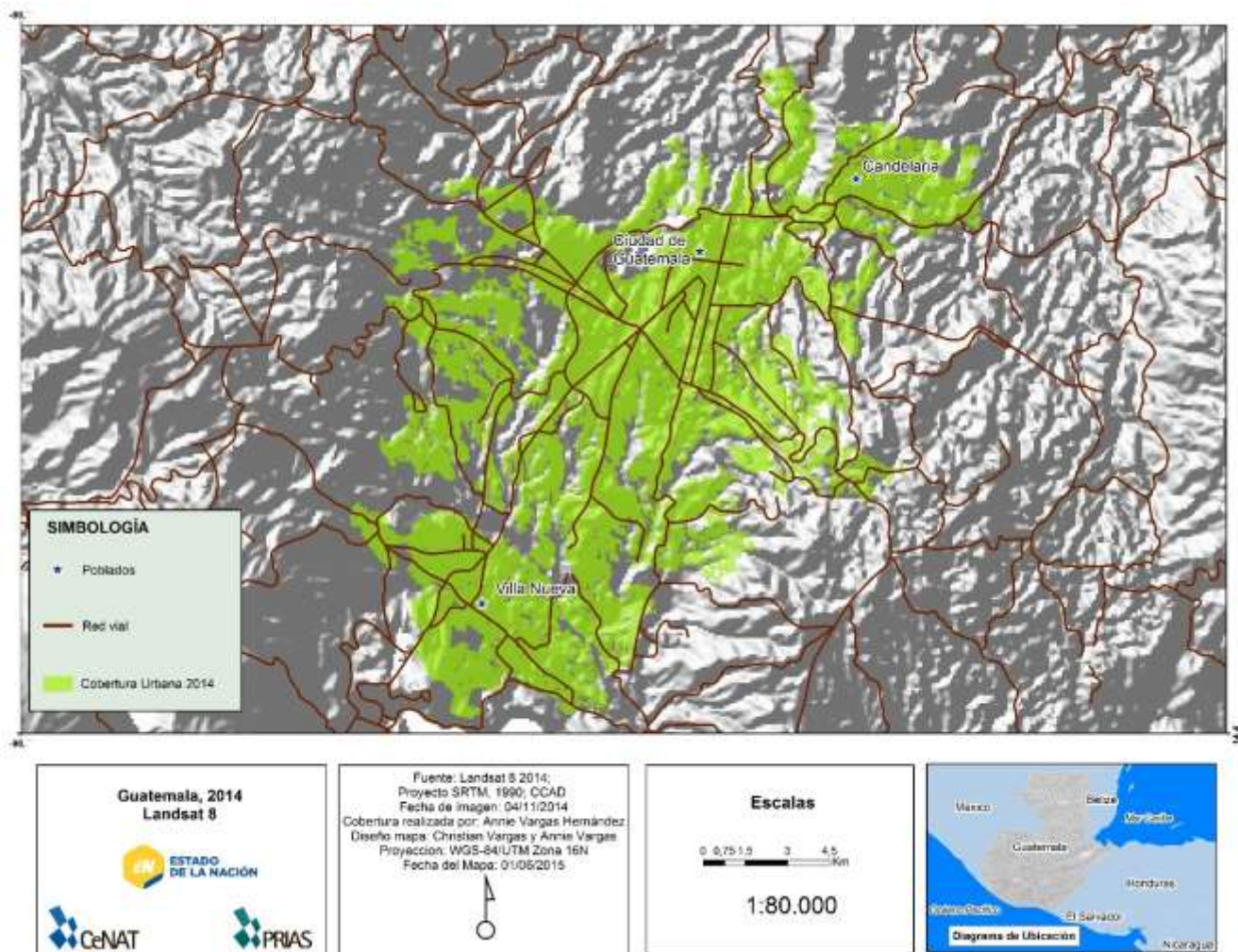
Mapa 3. Superficie de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, Guatemala. 1975



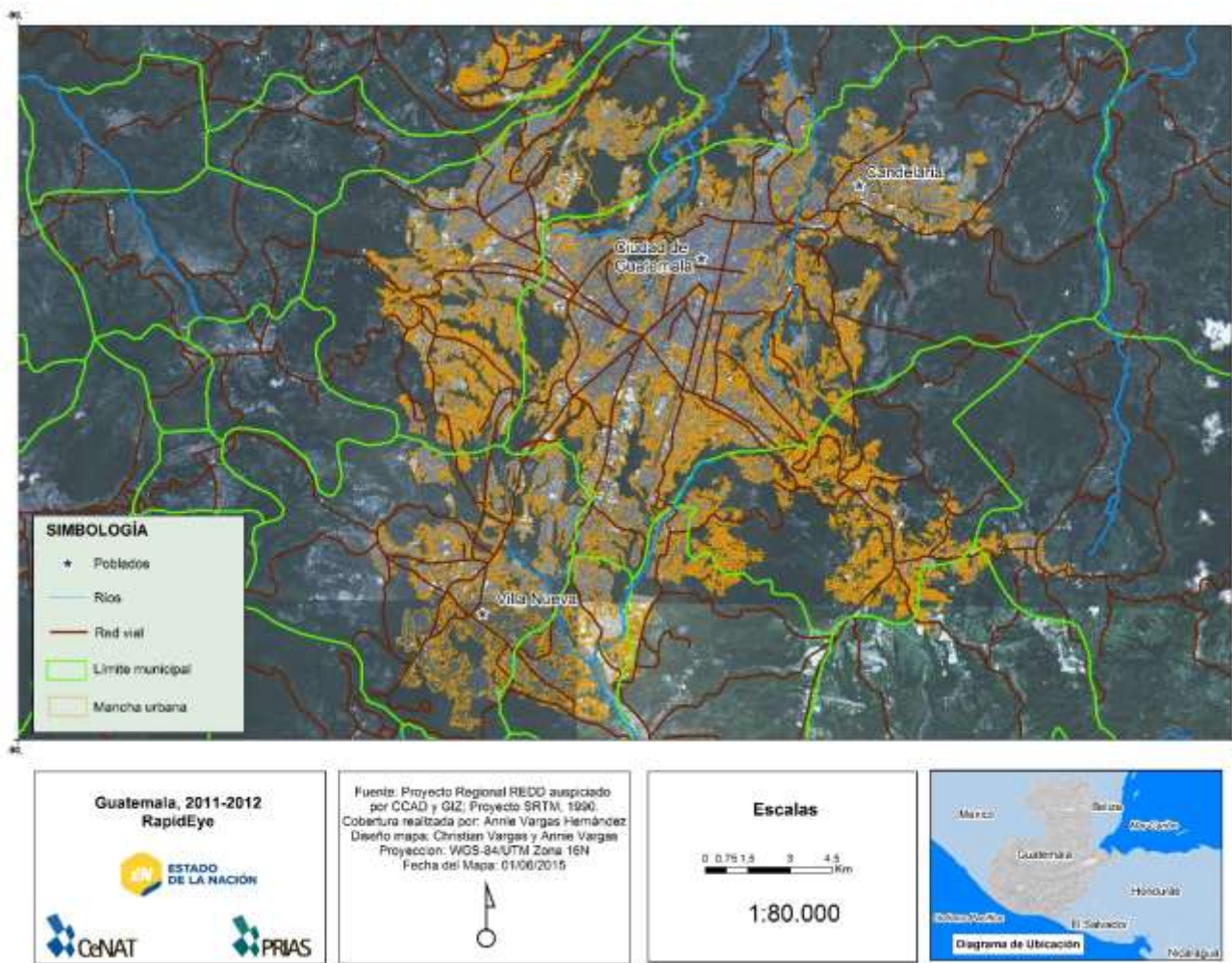
Mapa 4. Superficie de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, Guatemala. 1995



Mapa 5. Superficie de la mancha urbana de Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2014



Mapa 6. Mancha urbana de Ciudad Guatemala, Guatemala. 2011-2012



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE BELMOPÁN, BELICE

Información relevante

- Belice es un país joven en Centroamérica, pues fue una colonia inglesa hasta el 21 de setiembre de 1981, fecha en la cual obtuvo su independencia. A partir de ese acontecimiento se convierte en un país de la RC teniendo un crecimiento en su desarrollo.
- Belmopán es una de las capitales más jóvenes del continente americano, por lo tanto su fortalecimiento como ciudad ha sido menor que el resto de ciudades de América.
- La capital Beliceña fue históricamente la Ciudad de Belice, la cual se encuentra en la costa del mar Caribe. Sin embargo, en 1970 se funda la nueva capital llamada Belmopán, que sustituye a la antigua capital debido a los efectos de un huracán que la devastó en 1969 (Torres, 2008).
- Ministry of Housing and Urban Development es el ente rector en materia de ordenamiento territorial. Forman parte de la institucionalidad de este sector el Central Building Authority, Central Housing & Planning Authority (Housing & Planning Department), Land Utilization Authority, Coastal Zone Management Authority & Institute, National Environmental Appraisal Committee (Department of Environment), Forest Department, Fisheries Department y las municipalidades.
- Del 2009-2013 se ejecutó, con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo, el Tercer Programa de Gestión del Territorio en Belice que comprendió acciones dirigidas al fortalecimiento institucional, la producción de información sobre el uso del suelo en zonas urbanas y rurales.

Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1984, 1995, 2014

El crecimiento de la mancha urbana de Belice se puede visualizar en el mapa 7, ya que se observa claramente la expansión en las áreas analizadas, dicho mapa fusiona el crecimiento urbano de Belmopán en el periodo 1984, 1995, 2014.

Se puede apreciar, como la expansión de la mancha urbana se desarrolla alrededor de la red vial circundante. Además el desarrollo de la ciudad se dio principalmente por el sector industrial.

En 1984 (mapa 8), se puede observar al norte de la ciudad de Belmopán el aeropuerto con el mismo nombre, y cómo el desarrollo urbano se dirigió principalmente al noroeste de la capital.

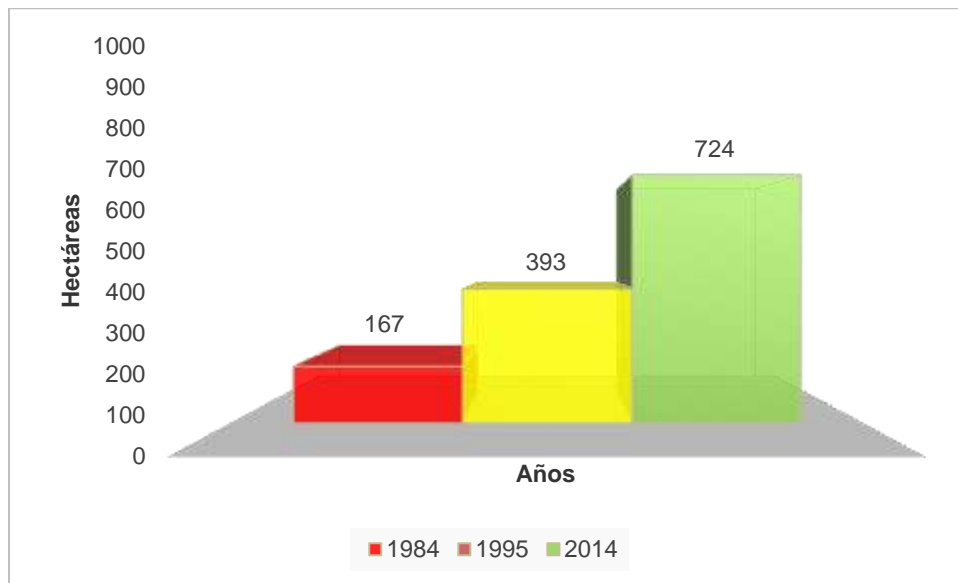
Por otro lado, la superficie de la mancha urbana de Belmopán aumenta para el año 1995 (mapa 9), observándose un crecimiento hacia el sur y oeste, uniéndose

dicha mancha al centro urbano de Roaring Creek por medio del proceso de conurbación.

El año 2014 (mapa 10), muestra la mancha urbana de Belmopán con mayor crecimiento hacia el área este, noreste y noroeste.

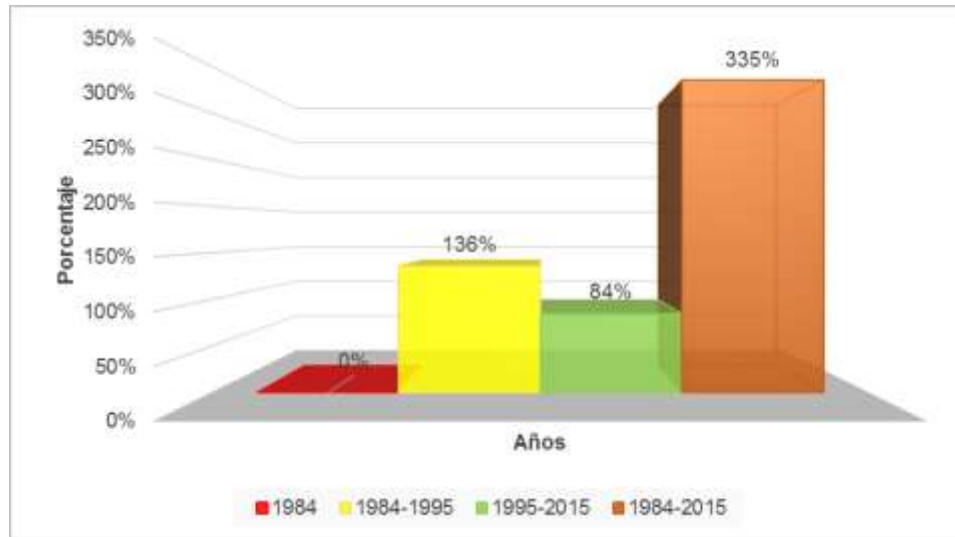
Si bien es cierto que la mancha urbana de Belmopán no ha experimentado un desarrollo urbano significativo con respecto a los países restantes de la RC, ésta se encuentra en dicho proceso por ser una capital relativamente joven.

Gráfico 5. Incremento en la superficie de la mancha urbana de Belmopán, Belice. 1984, 1995, 2014



El gráfico 7 muestra estimaciones del aumento en Hectáreas (Ha) de la superficie de la mancha urbana de Belmopán. Para el año 1984 la superficie cubierta corresponde a 167 Ha, el siguiente periodo muestra un aumento a 393 Ha, duplicando el área urbana del primer periodo. Por último, para el periodo 2014, la superficie total representa 724 Ha, evidenciando un aumento de la mancha urbana de casi 4.5 veces con respecto al año 1984.

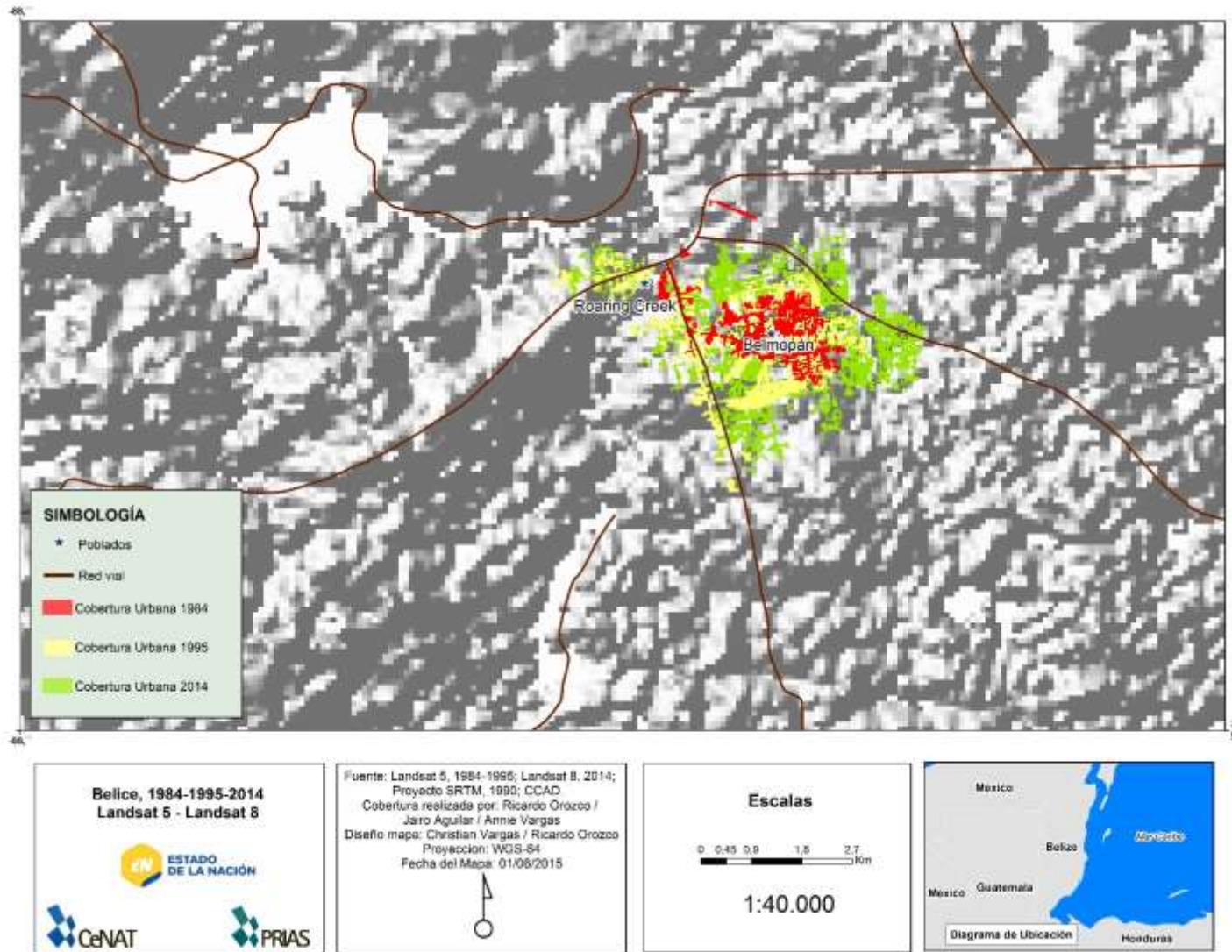
Gráfico 6. Incremento porcentual de la mancha urbana de Belmopán, Belice. 1984, 1995, 2014



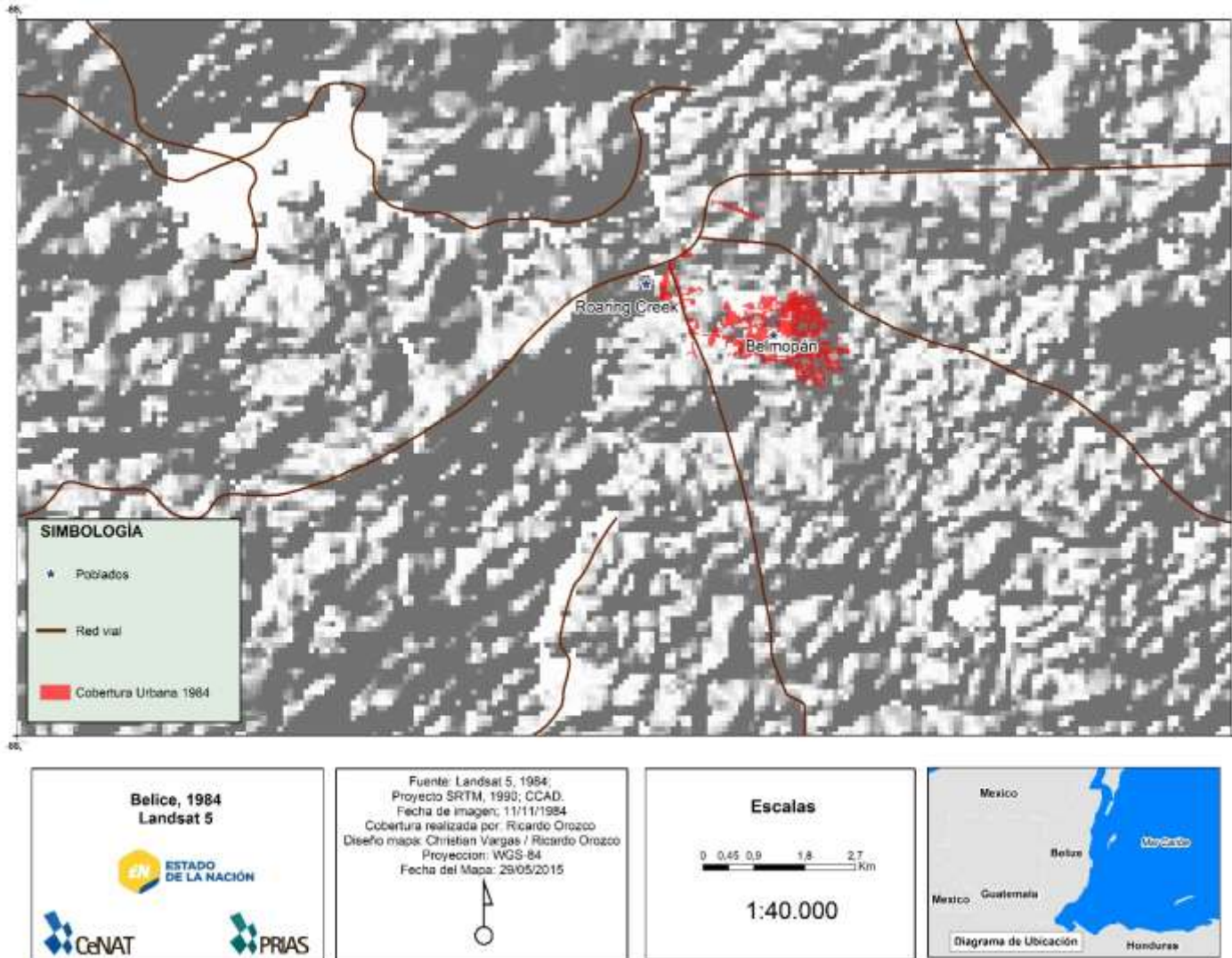
Los valores porcentuales del aumento urbanístico son reflejados en el gráfico 7, el aumento para el año 1995 refleja un 136% con respecto a la mancha urbana de 1984. En forma consecutiva, el incremento de la superficie para el año 2014, en base al año 1995, corresponde a un 84%. El último valor porcentual de 335% estima la extensión superficial comparativa del periodo 1984-2014, representa 30 años de desarrollo urbano.

Estos gráficos muestran un constante crecimiento y desarrollo del área urbana de la mancha urbana de Belmopán, prácticamente duplicándose entre cada año de estudio, lo que permite suponer que sigue un patrón de ascenso. Es por ello que, sí se analiza la tasa de crecimiento anual para el periodo de estudio 1975-2014 se obtiene la cifra más alta comparada con los demás países de la región con un 7.61%, por otro lado con el dato del periodo de 1975-1995 la tasa de crecimiento urbano de la ciudad de Belmopán fue de un 4.37%.

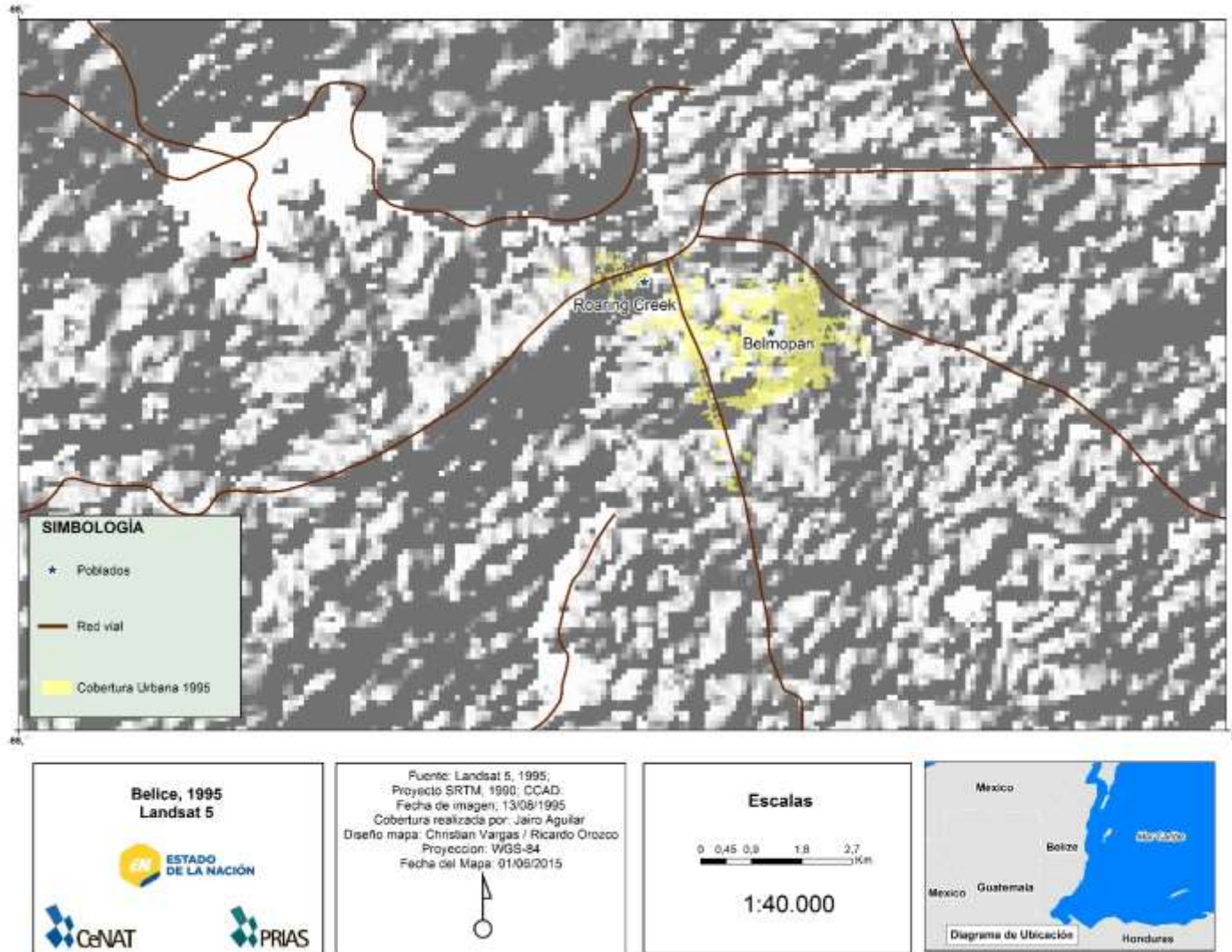
Mapa 7. Comparación del crecimiento de la mancha urbana de Belmopán, Belice. 1984, 1995, 2014



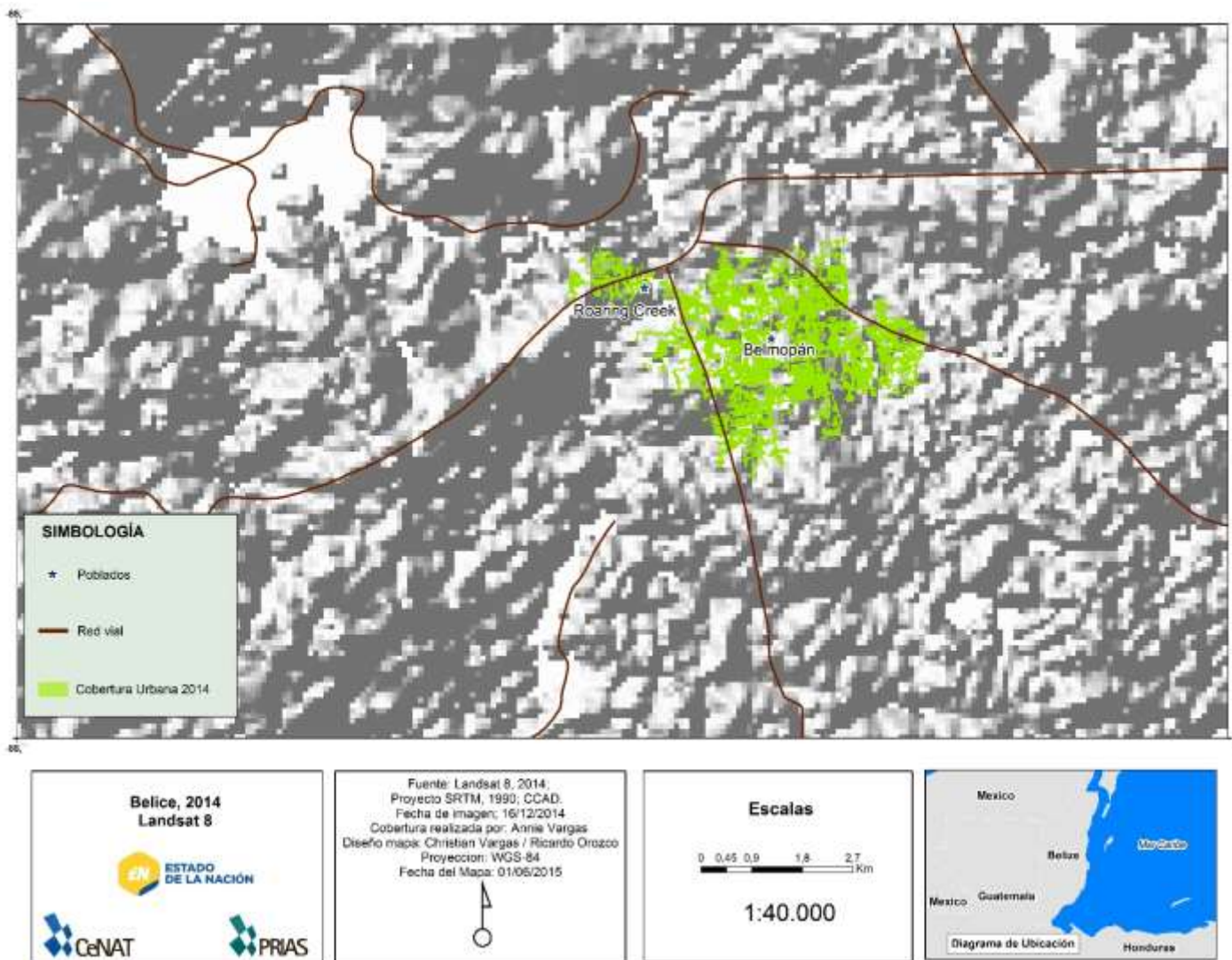
Mapa 8. Superficie de la mancha urbana de Belmopán, Belice. 1984



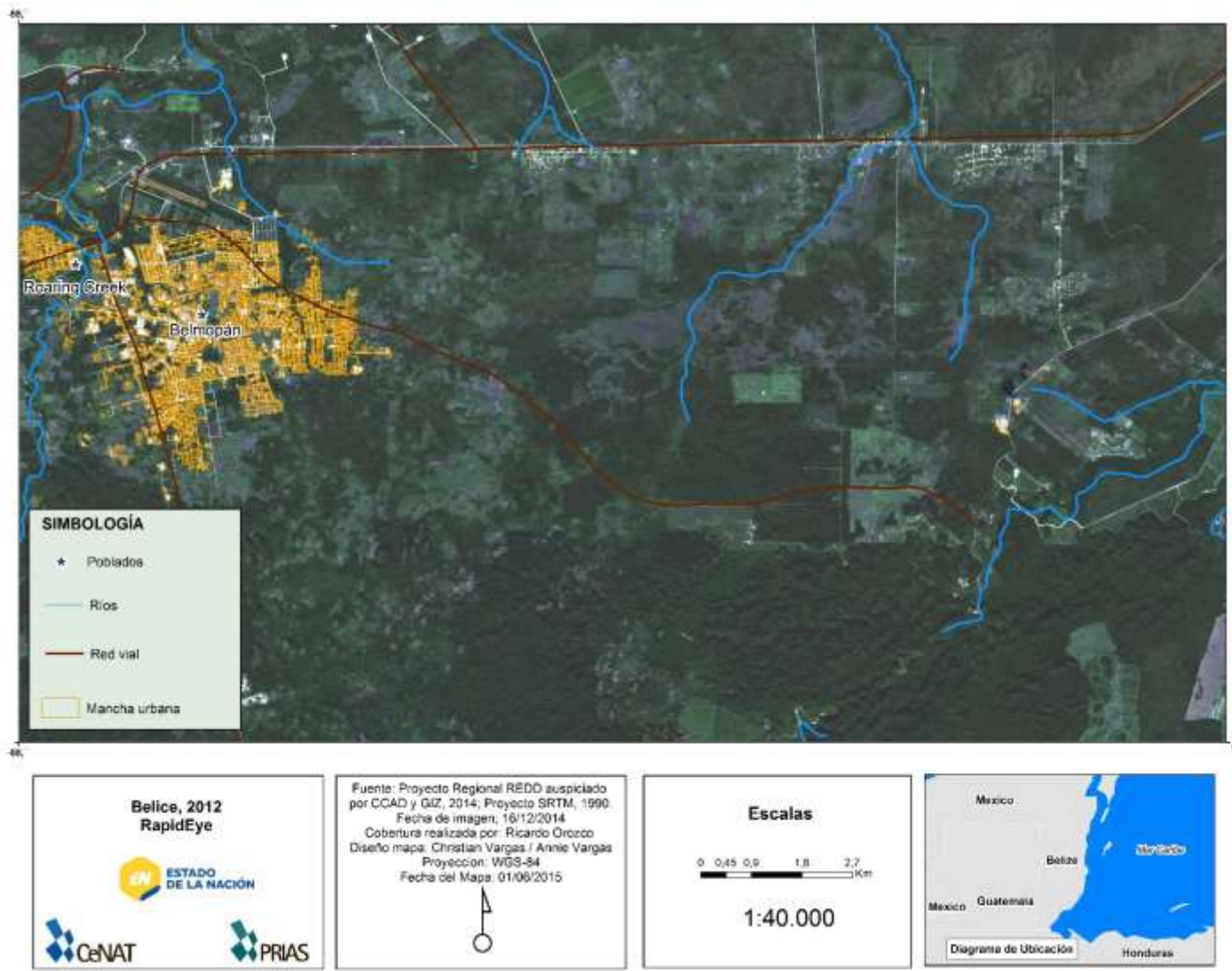
Mapa 9. Superficie de la mancha urbana de Belmopán, Belice. 1995



Mapa 10. Superficie de la mancha urbana de Belmopán, Belice. 2014



Mapa 11. Mancha urbana de Belmopán, Belice. 2012



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE SAN SALVADOR, EL SALVADOR

Información relevante

- La ciudad de San Salvador se construyó en el centro del país, que durante la época Republicana (1811-1935) extendió su estructura reticular del centro hacia la periferia. (Lungo, 1999)
- La actual Área Metropolitana de San Salvador se configura entre 1945 y 1965. (Lungo, 1999)
- Para 1973 se aprueba Ley Forestal lo que impide colonizar lugares como volcán de San Salvador y alrededores, además del cerro Jacinto y subcuenca del lago Ilopango, mediante zonas de protección.
- Según el MIPLAN de 1978, para el año de 1977 el 51% de los habitantes del Área Metropolitana de San Salvador (AMSS) vivían en colonias ilegales en las periferias de la ciudad.
- El conflicto armado que vivió El Salvador entre 1980 y 1992 se concentró en las zonas rurales lo que determinó durante ese periodo los patrones de movilidad y asentamiento de la población en el territorio.
- Para el 2001 se elabora el Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (PNODT), donde se delimita regiones, subregiones y microrregiones en materia de servicios y desarrollo local.
- En el 2011, el Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (MOPTVDU) entrega Plan de Desarrollo Territorial para la Subregión Metropolitana de San Salvador a los 21 alcaldes que la conforman: San Salvador, Mejicanos, Ayutuxtepeque, Cuscatancingo, Ciudad Delgado, Soyapango, Ilopango, San Marcos, Santo Tomas, Santiago Texacunagos, San Martin, Apopa, Guazapa, Nejapa, y Tonacatepeque, en el departamento de San Salvador. Además pertenecen a la subregión los municipios de: Santa Tecla y Antiguo Cuscatlán, en el departamento de La Libertad, y Oratorio de Concepción, San Jose Guayabal, San Bartolomé Perulapía y San Pedro Perulapán, en el departamento de Cuscatlán. Totalizan una superficie de 926 kilómetros cuadrados, cuya población asciende a cerca de 1,7 millones de habitantes.
- A mediados de 2012 entró en vigencia la Ley de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (LODT). Sin embargo, aún no cuenta con un reglamento y normativas que viabilicen su aplicabilidad.
- De acuerdo con la LODT, el ente rector a nivel nacional es el Consejo Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial (CNOTD) que funciona en el marco de la Presidencia de la República (Art. 14, LODT). No obstante, al cierre de edición de este estudio aún no habían sido nombrados sus miembros. Forman parte de la institucionalidad con competencias en materia de ordenamiento

territorial el Consejo Nacional de Desarrollo Territorial (CONADES), la Oficina de Planificación de la AMSS, el Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador (COAMSS), la Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador (COMURES), el Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (ISDEM) y la Comisión de Municipalismo de la Asamblea Legislativa.

- La alcaldía municipal de San Salvador para el año 2014 definió un límite urbano basado en los límites de parcelas, con la finalidad de tener claro hasta donde se extiende la mancha urbana y donde empiezan las zonas de protección.

[Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014](#)

En el mapa 12, se observa la mancha urbana de San Salvador para los años 1975, 1995 y 2014. Como se puede observar en el mapa la mancha urbana se extiende sobre las faldas del Volcán de San Salvador al sector noroeste, hacia el Cerro San Jacinto ubicado al sureste y en las cercanías del Lago Ilopango situado al este. Claramente dos accidentes geográficos como el volcán y el lago limitaban el crecimiento de la mancha urbana hacia el oeste y hacia el este.

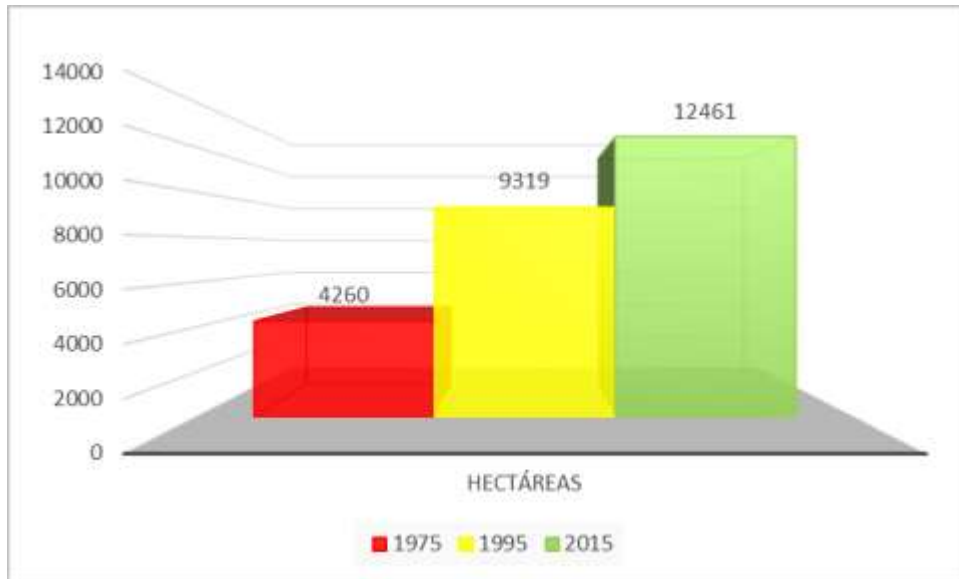
Para 1975 (mapa 13), ya estaban conformados importantes centros urbanos como Nueva San Salvador (Santa Tecla), San Marcos, Mejicanos y Soyapango. Estas ciudades se desarrollan a lo largo del sistema vial establecido.

En el año 1995 (mapa 14), la mancha urbana estaba más consolidada, los centros urbanos como San Marcos y Nueva San Salvador que en el año 1975 estaban en la periferia, pasaron a formar parte de la mancha urbana de San Salvador por el proceso de conurbación. El crecimiento se da tanto al norte, al sur, al este como al oeste.

En cuanto al 2014 (mapa 15), se evidencia una expansión de la mancha urbana cerca de las zonas protegidas como el Volcán de San Salvador, el Cerro San Jacinto y el Lago Ilopango. Además, se da un crecimiento al este, noreste y sur de la mancha urbana.

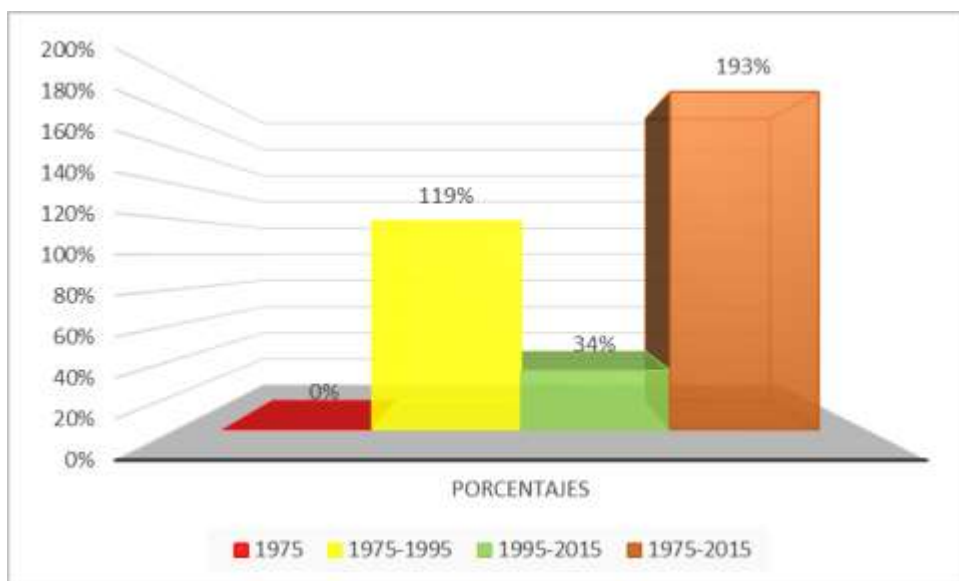
El gráfico 8 presenta los valores del área en Hectáreas (Ha) para cada uno de los tres periodos. En el año 1975 el área de la mancha urbana era de 4.260 Ha, un estrato bastante consolidado y que tenía las características necesarias para propiciar su expansión, mientras que para 1995 la mancha urbana aumentó a 9.319 Ha. Por último, para el año 2014 el crecimiento total fue de 12.461 Ha, más del doble del tamaño en comparación a 1975.

Gráfico 7. Incremento en la superficie de la mancha urbana de San Salvador, El Salvador. 1975, 1995, 2014



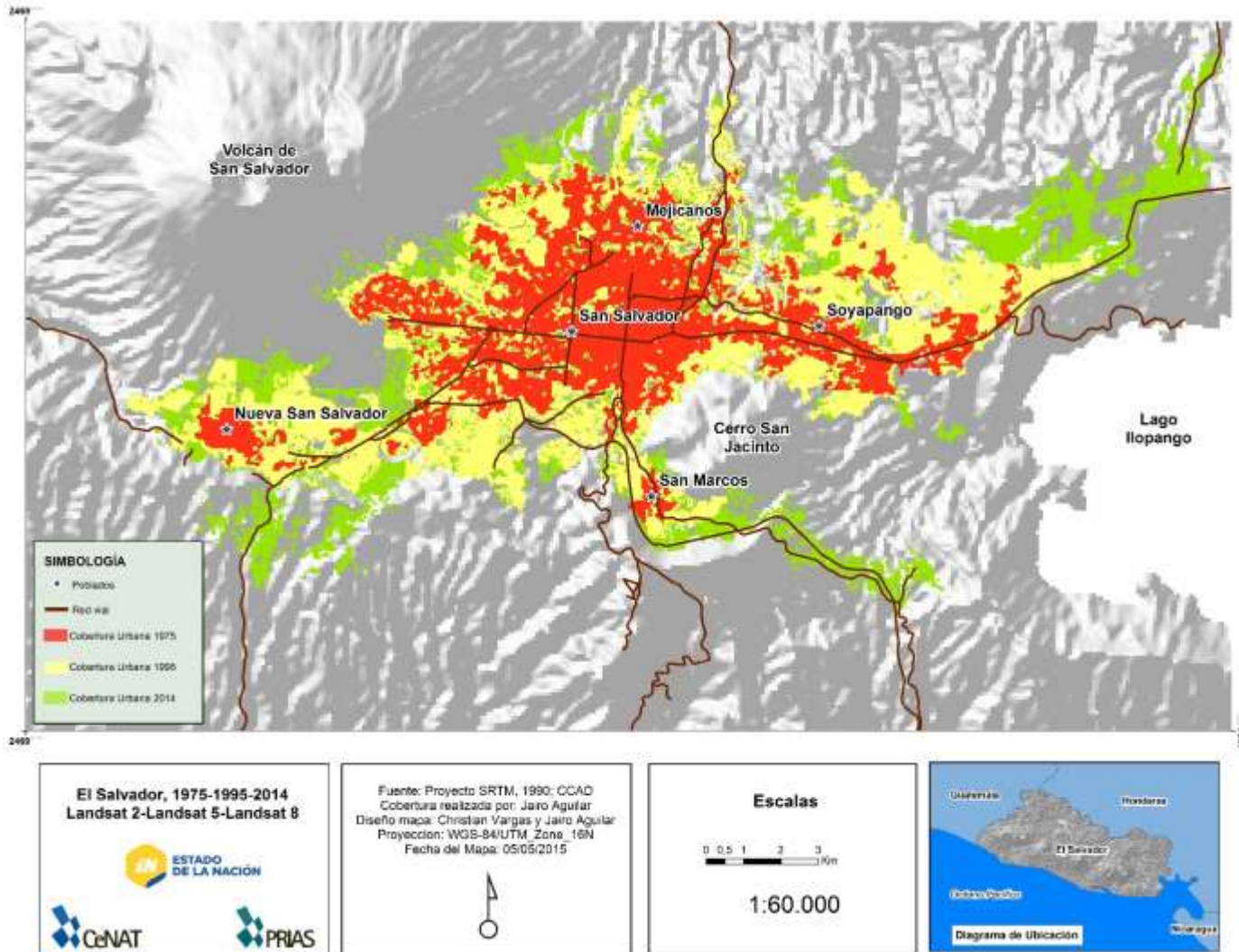
En el gráfico 9 se muestran los valores porcentuales del aumento de la mancha urbana. De 1975 a 1995 el crecimiento es de 119%, lo cual implica un aumento bastante significativo de la mancha urbana en ese periodo. Para el siguiente periodo de 1995 a 2014, el valor corresponde a un 34%. En el último periodo de 1975 a 2014, se expresa el aumento total del inicio hasta el final de la escala temporal en estudio, con un 193%.

Gráfico 8. Incremento porcentual de la mancha urbana de San Salvador, El Salvador. 1975, 1995, 2014

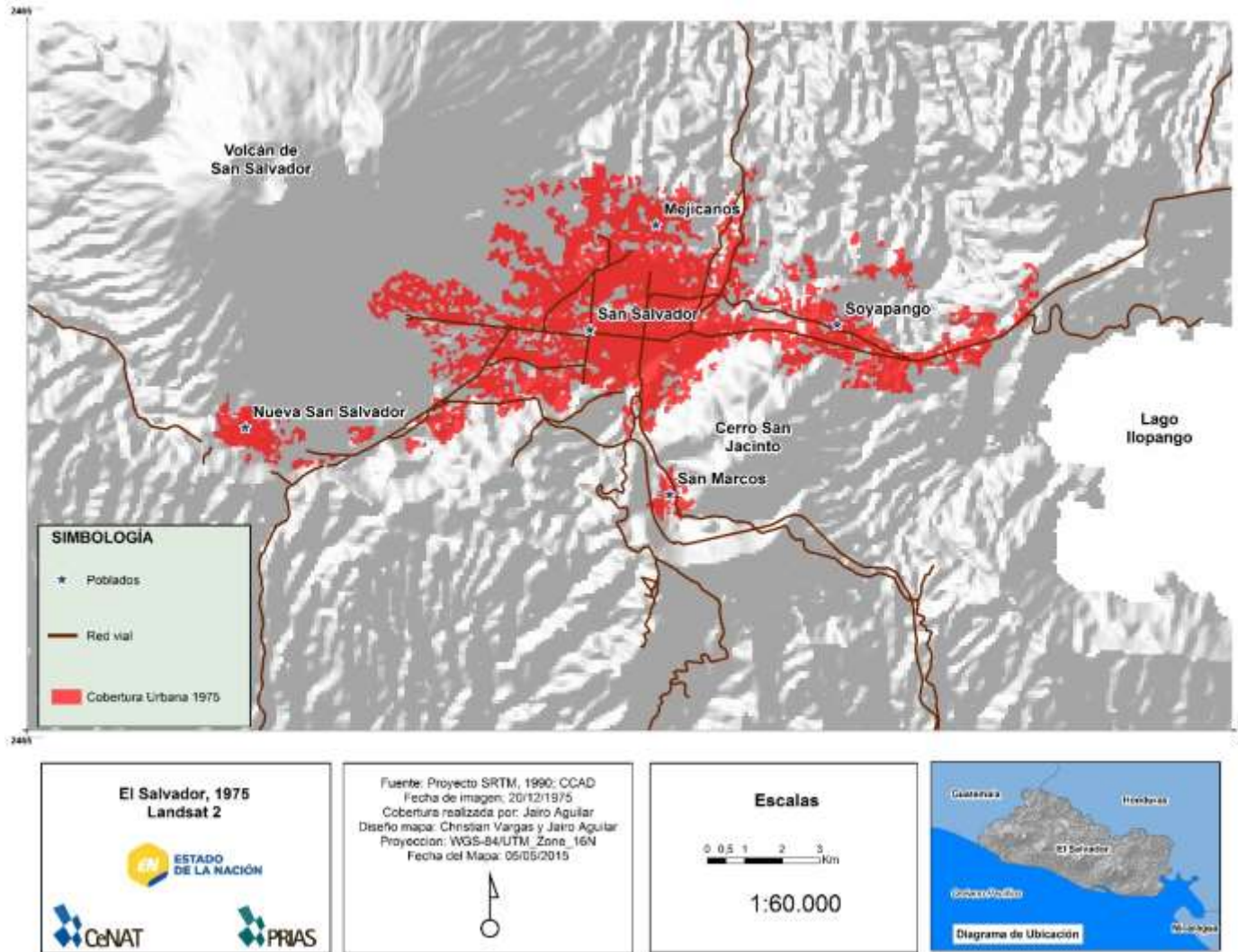


En el caso de El Salvador la tasa de crecimiento para el periodo de 1975-1995 por año fue de 3.99% lo cual es el reflejo de las políticas económicas aplicadas para esa época, además a nivel regional posee el tercer lugar con un crecimiento de 5.51% en el periodo de 1975-2014.

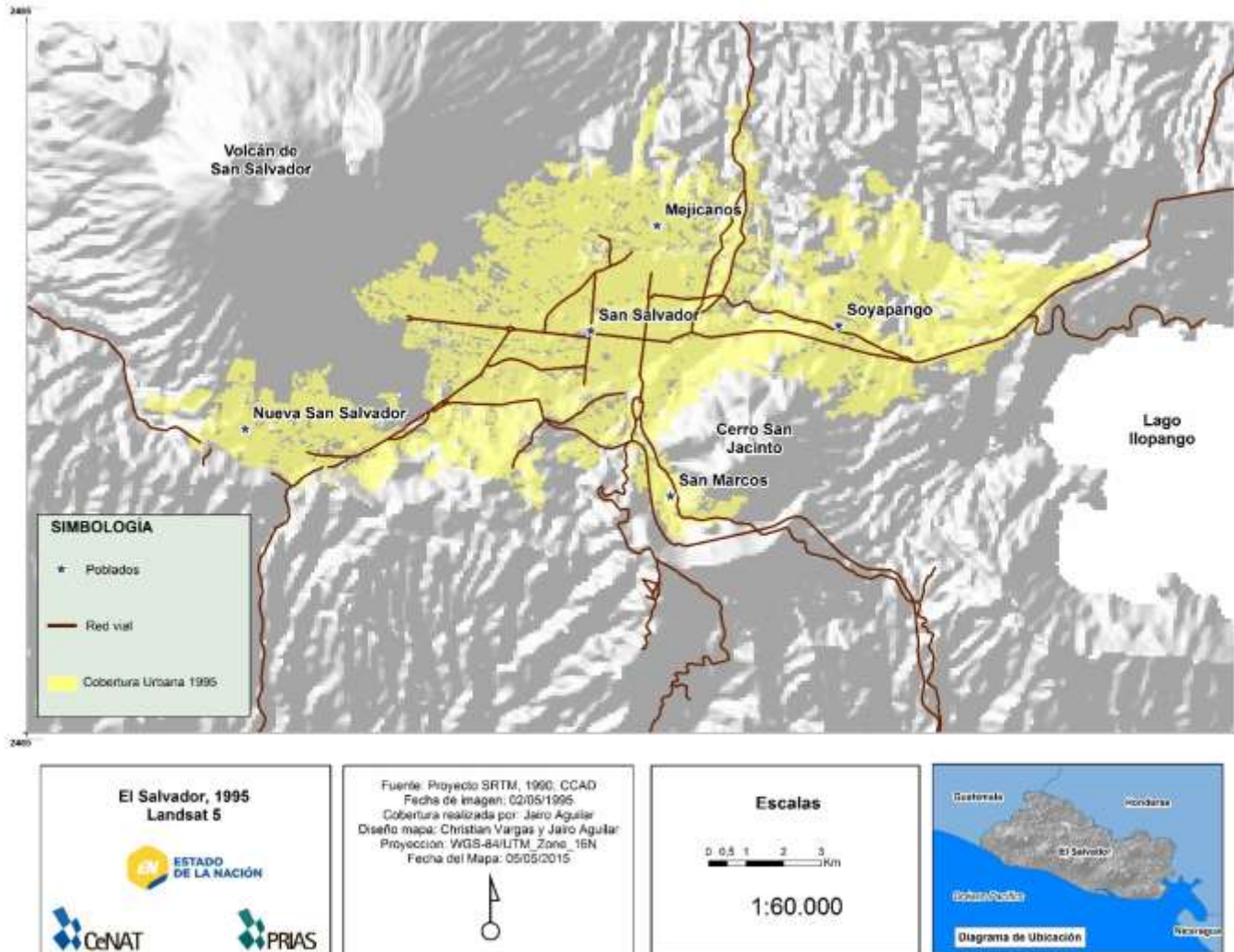
Mapa 12. Comparación del crecimiento de la mancha urbana San Salvador, El Salvador. 1975, 1995, 2014



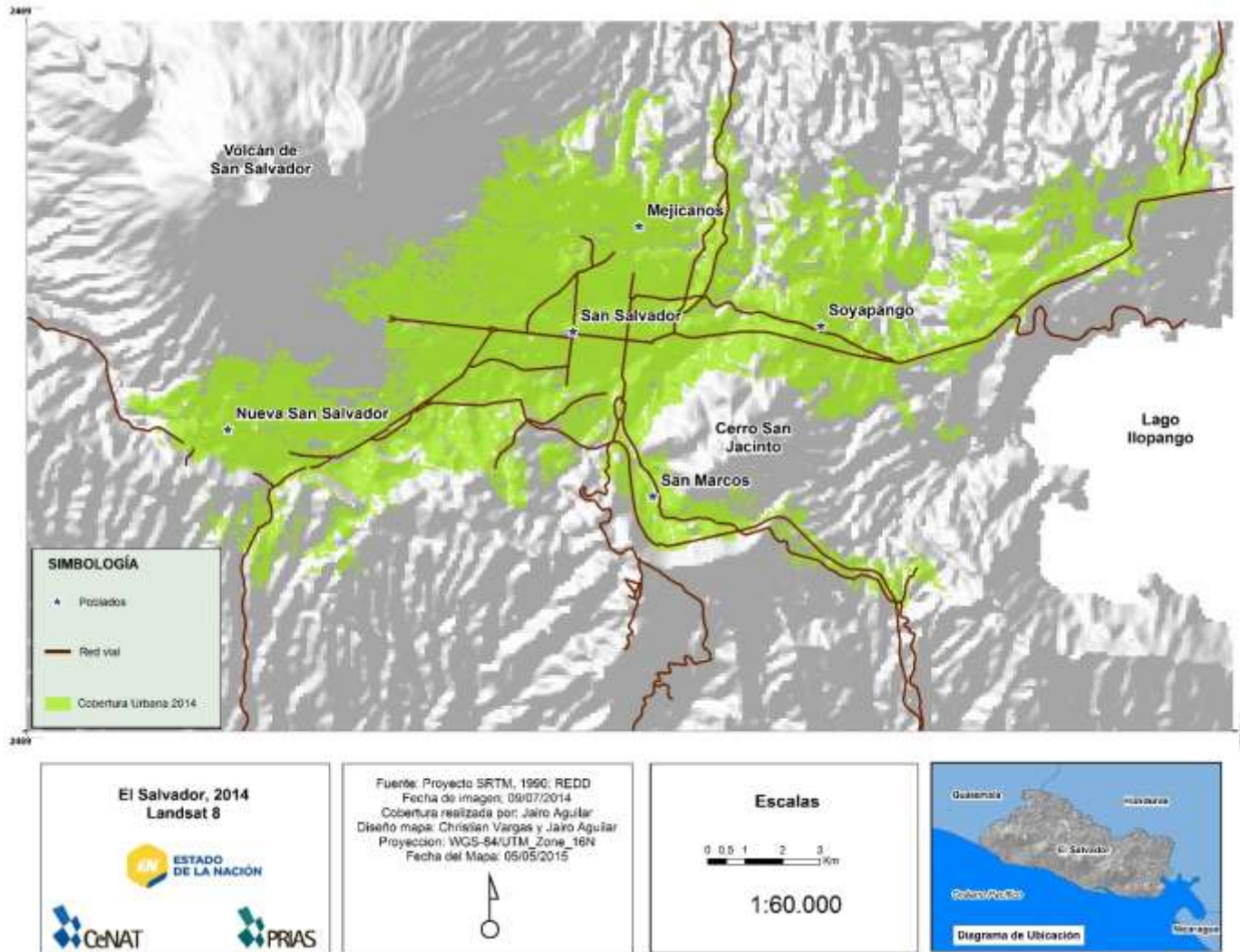
Mapa 13. Superficie de la mancha urbana de San Salvador, El Salvador. 1975



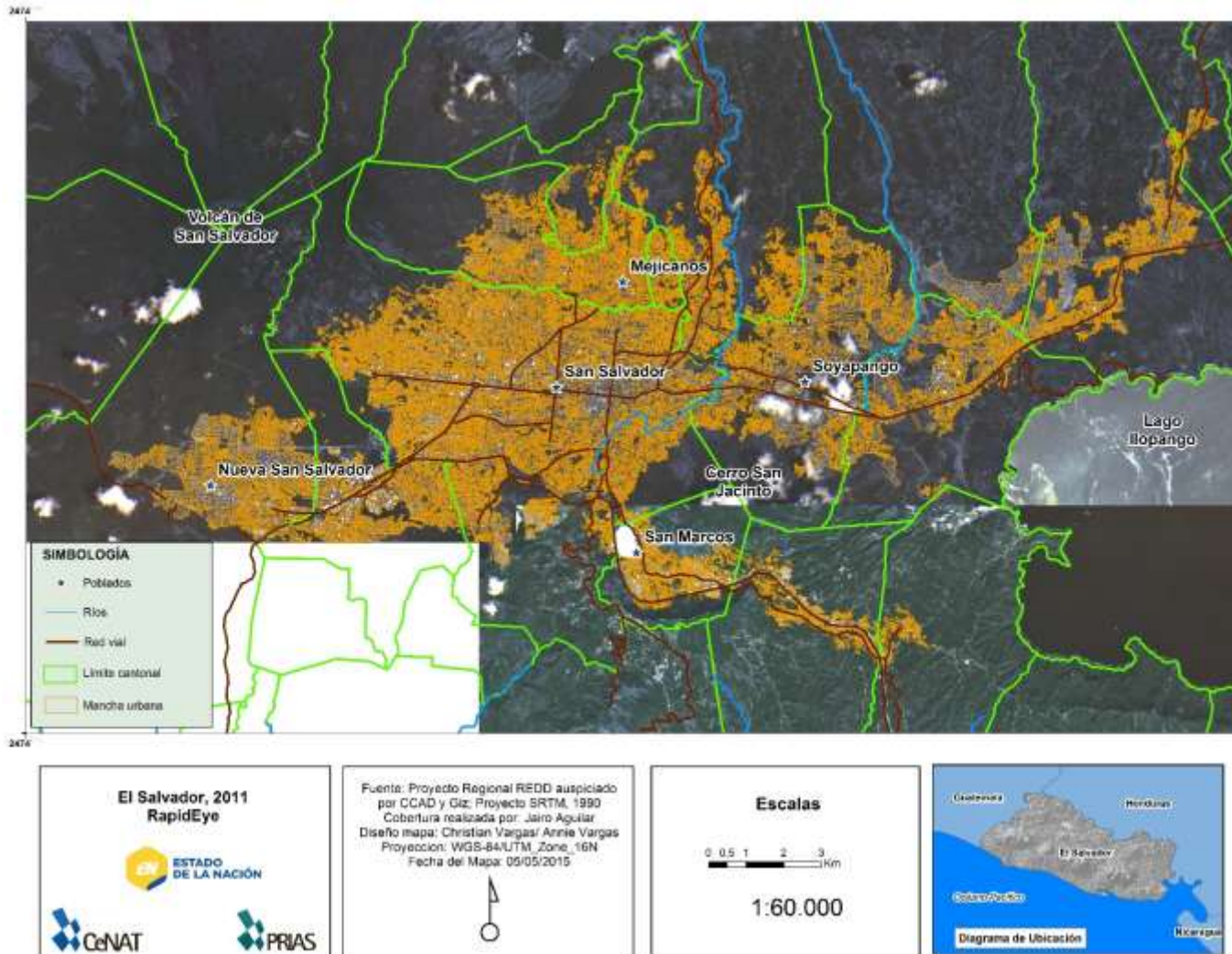
Mapa 14. Superficie de la mancha urbana de San Salvador, El Salvador. 1995



Mapa 15. Superficie de la mancha urbana de San Salvador, El Salvador. 2014



Mapa 16. Mancha urbana de San Salvador, El Salvador. 2011



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE TEGUCIGALPA, HONDURAS

Información relevante

- La ciudad de Tegucigalpa, es denominada el Distrito Central (D.C), conformada por dos ciudades gemelas: Tegucigalpa, al este y Comayagüela, al oeste, las cuales se fusionaron en 1898. Ambas ciudades forman lo que se denomina el Municipio del Distrito Central (MDC).
- Tegucigalpa es una de las ciudades centroamericanas que cuenta con las mayores tasas de urbanización, debido a la migración de personas del área rural hacia la urbana. (PNUD, 2011).
- Para el año de 1974 se decreta el Metroplan un reglamento para las construcciones en el distrito central de Tegucigalpa.
- En 1998 el huracán Mitch devastó a Honduras e impactó fuertemente la ciudad de Tegucigalpa evidenciando la falta de planificación y construcción en áreas no óptimas.
- En el año 2003 se aprueba la Ley de Ordenamiento Territorial, la cual crea el Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial (CONOT) formado por ministerios, sector privado, universidades y organizaciones.
- Para el año 2008 se crea el Plan de Ciudad Capital 450, basado en los principios de: persona humana como objeto del desarrollo, empresas e instituciones como motor de las acciones propuestas, territorio y ambiente como plataforma para desarrollar las distintas acciones (PNUD, 2011).
- La Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) es el ente rector y funciona en el marco de la Secretaría de Estado del Despacho Presidencial. Otros entes vinculados con la gestión del territorio en Honduras son el Sistema Nacional de Información Territorial (SINIT), el Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial (CONOT) y el Comité Ejecutivo de Ordenamiento Territorial (CEOT).

Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014

El mapa 17, muestra la comparación de las tres fases de crecimiento de la mancha urbana de Tegucigalpa, donde claramente se evidencian los picos de crecimiento que presenta dicha mancha según el año en estudio. Se observa claramente la expansión de las áreas analizadas, en los casi 40 años considerados.

La mancha urbana de Tegucigalpa, para el año 1975 (mapa 18), contaba con una importante superficie, que se caracterizó por ser compacta y pequeña, producto del proceso de conurbación con los centros urbanos de Comayagüela, San José de la Vega y Ciudad Nueva.

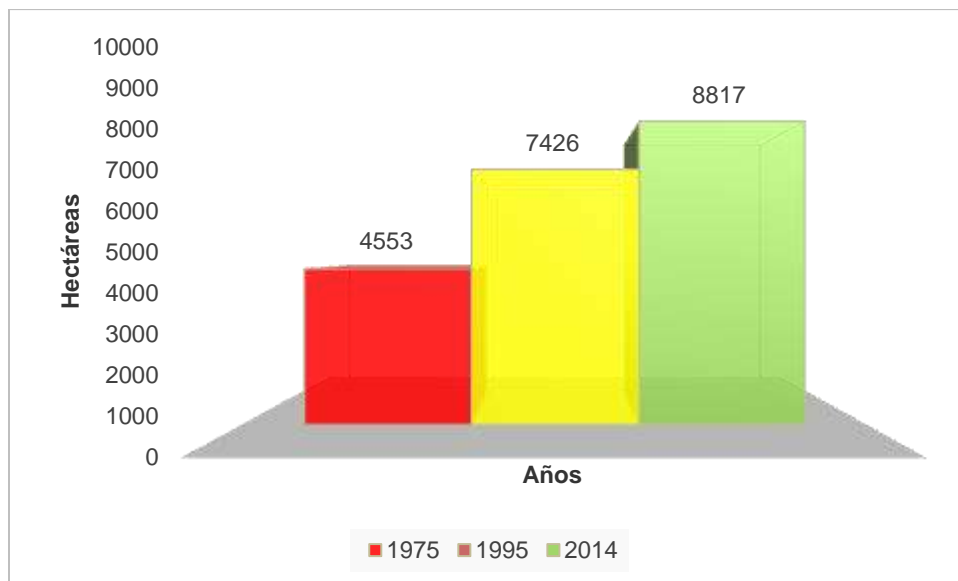
Para 1995 (mapa 19), se observa que el crecimiento del área urbana se expande en forma gradual, siguiendo el mismo patrón que poseía el área urbana en 1975, además en algunos sectores, principalmente al norte y sur, se observa el proceso de conurbación en las áreas periféricas.

El año 2014 (mapa 20), muestra una mayor expansión de la mancha urbana hacia la periferia, lo que evidencia una ciudad en constante crecimiento hacia las afueras, comportamiento que puede observarse hacia el sector sur, suroeste y norte.

Es importante destacar, que la configuración actual de la mancha urbana así como el proceso de conurbación con distintos centros urbanos, parece estar influenciada por la red vial de esa área.

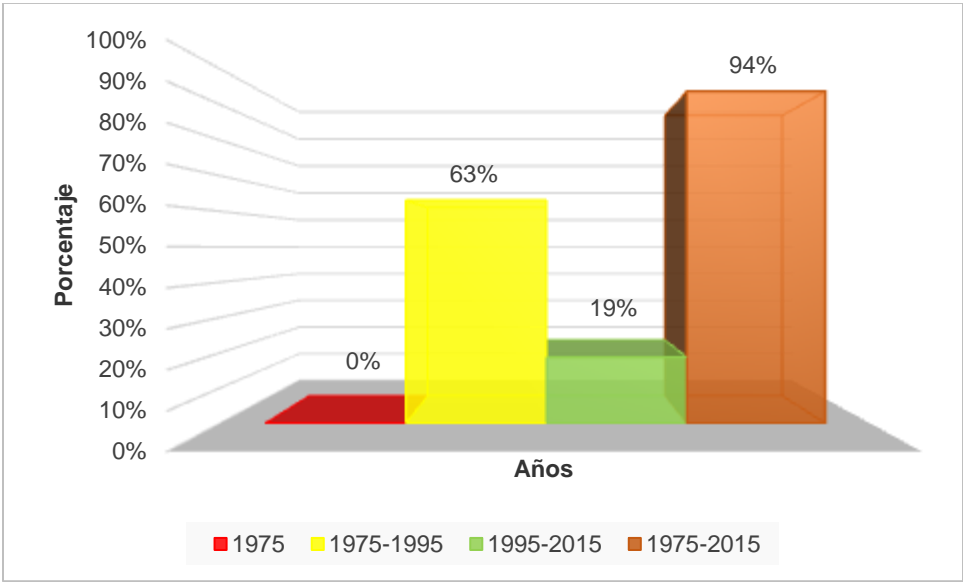
El gráfico 10 muestra las estimaciones del aumento en Hectáreas (Ha) de la superficie de la mancha urbana de Tegucigalpa. Para el año 1975 la superficie cubierta corresponde a 4.553 Ha, el siguiente periodo muestra un aumento a 7.426 Ha, generando un ascenso de 2.873 Ha; para el periodo 2014, la superficie total representa 8.817 Ha, evidenciando un aumento de la mancha urbana de más de 1,5 veces con respecto al año 1975.

Gráfico 9. Incremento en la superficie de la mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 1975, 1995, 2014



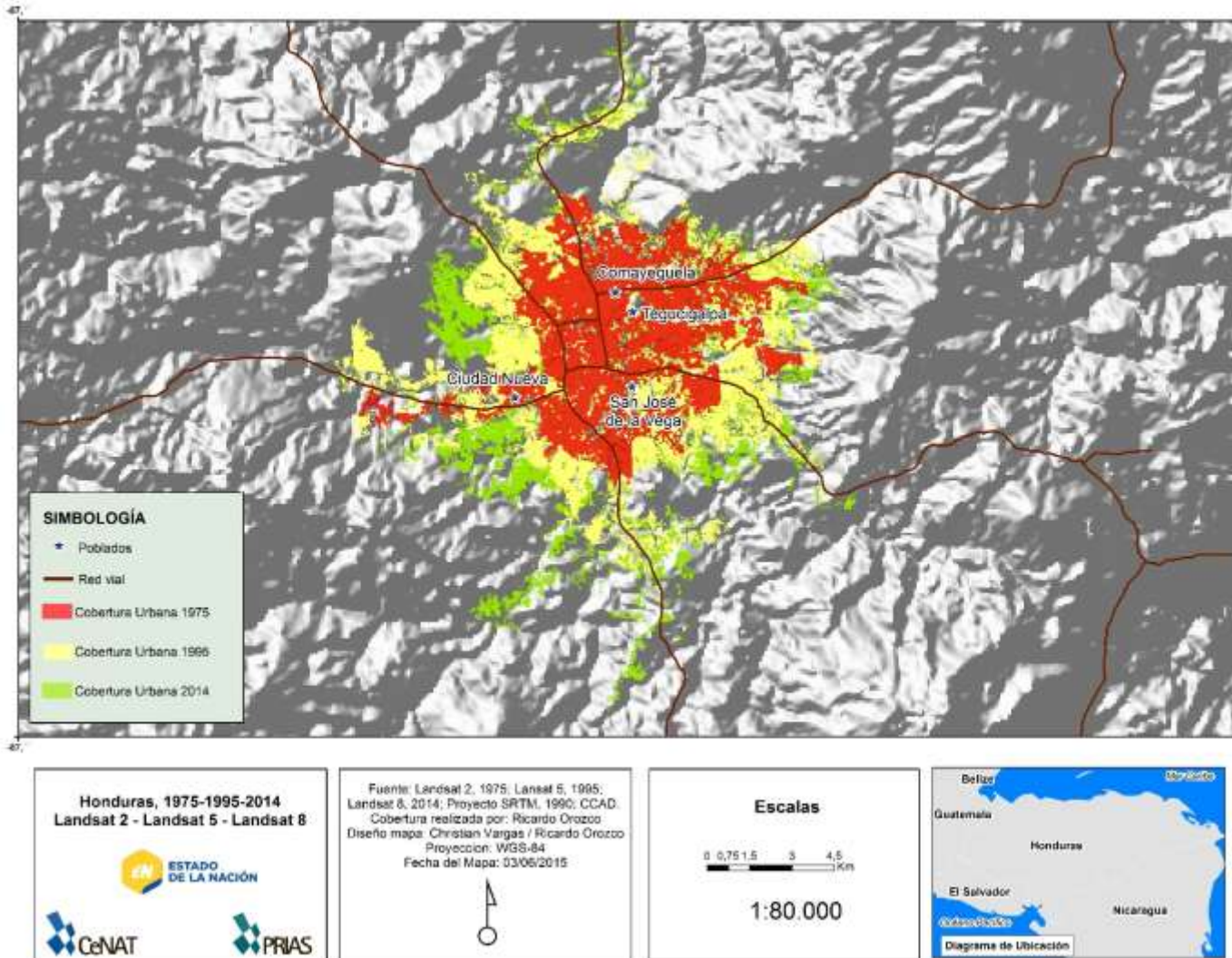
Los valores porcentuales del aumento urbanístico son reflejados en el gráfico 9, para el año 1995 se refleja un aumento del 63% con respecto a 1975. En forma consecutiva, el incremento de la superficie para el año 2014, en base al año 1995, corresponde a un 19. El último valor porcentual del 94% estima la extensión de superficie comparativa del periodo 1975-2014. Este valor representa 39 años de desarrollo urbano y la caracterización de su crecimiento apoyado con el análisis descriptivo realizado anteriormente

Gráfico 10. Incremento porcentual de la mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 1975, 1995, 2014

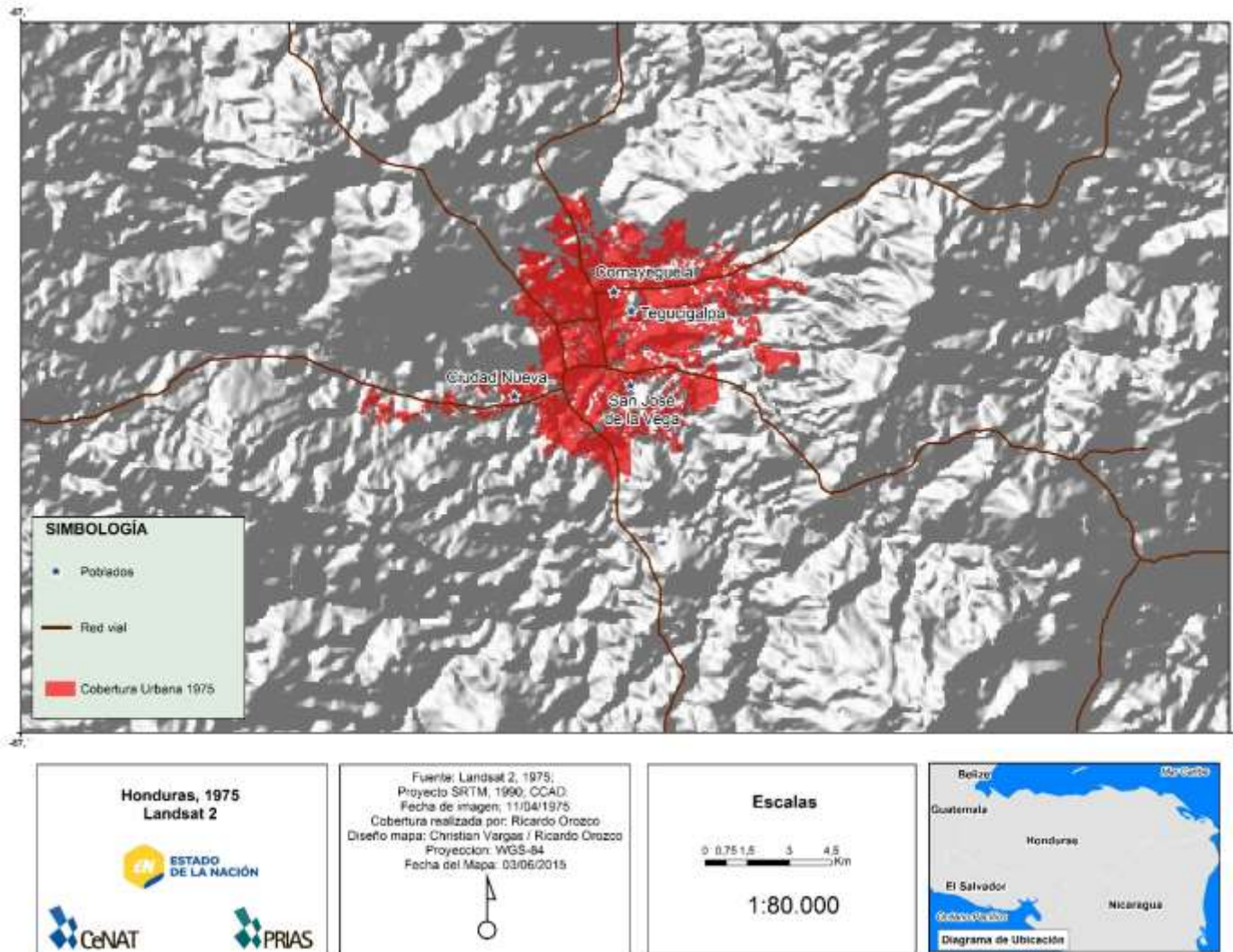


En el caso de Honduras el análisis respectivo para la tasa de crecimiento anual en el periodo de 1975-1995 fue de un 2.48% comparado con la región, mientras que para el año 1995-2014 presentó un 0.86% por año, recordar que para el año 1998 se presenta el huracán Mitch que impacta fuertemente este país.

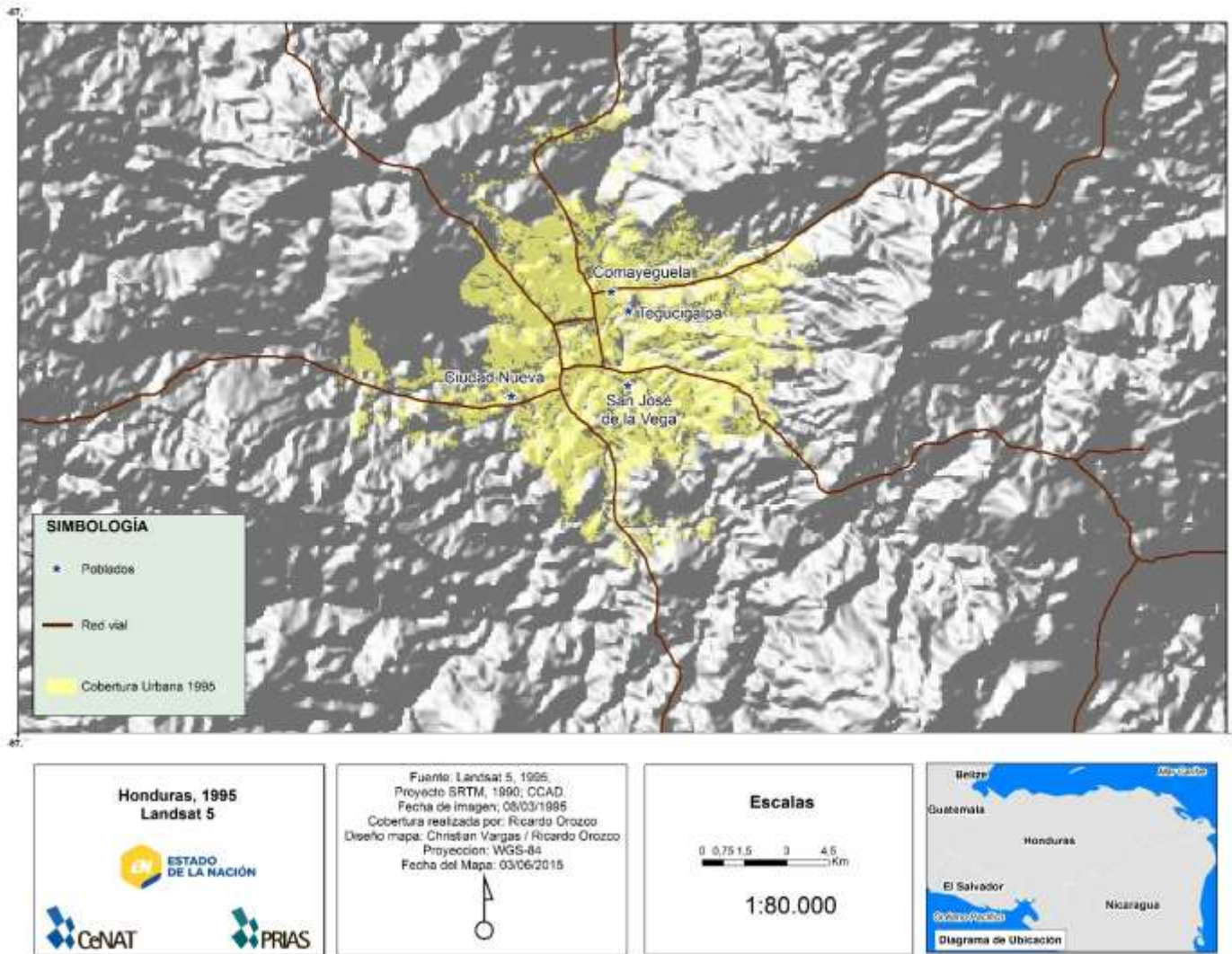
Mapa 17. Comparación del crecimiento de la mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 1975, 1995, 2014



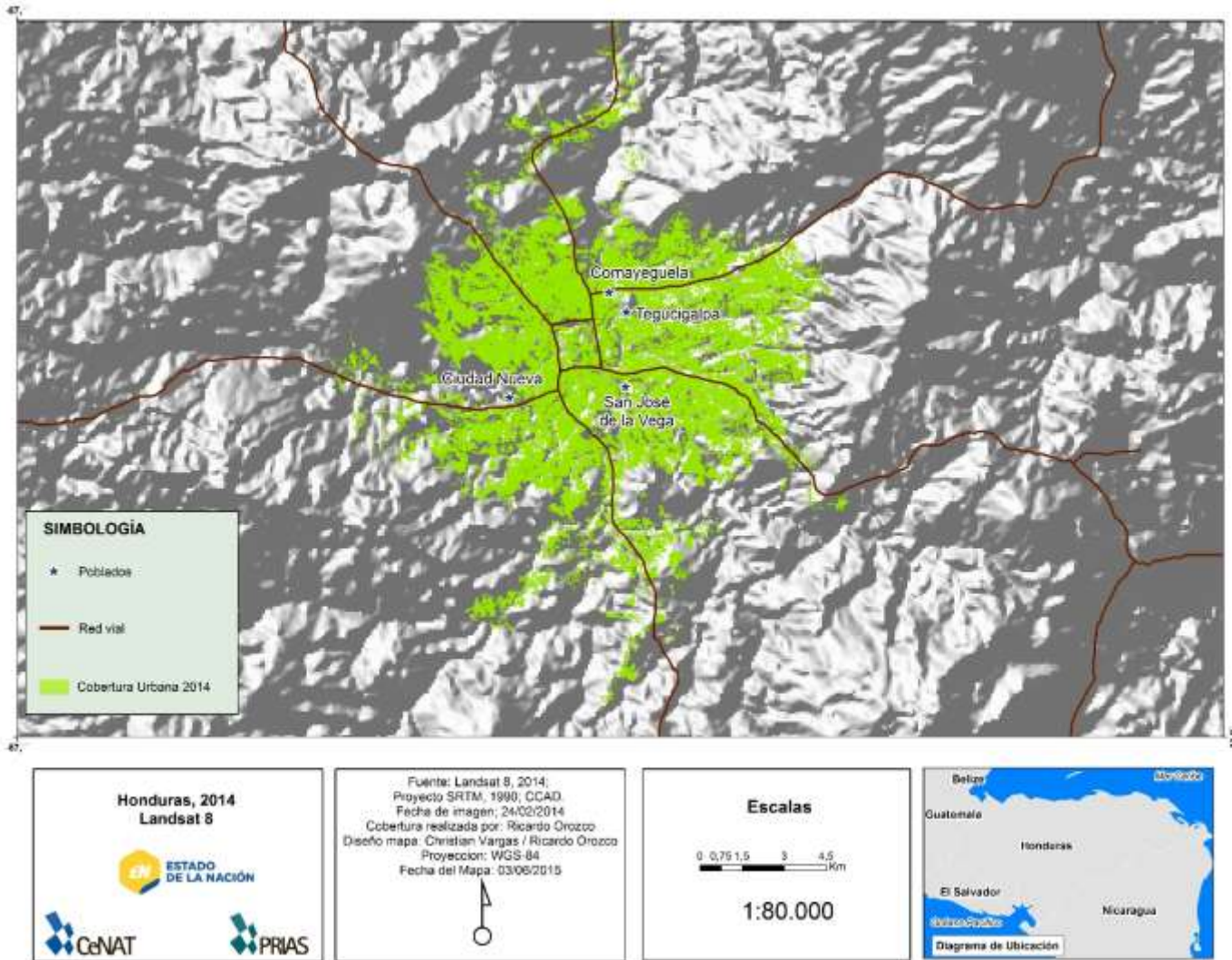
Mapa 18. Superficie de la mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 1975



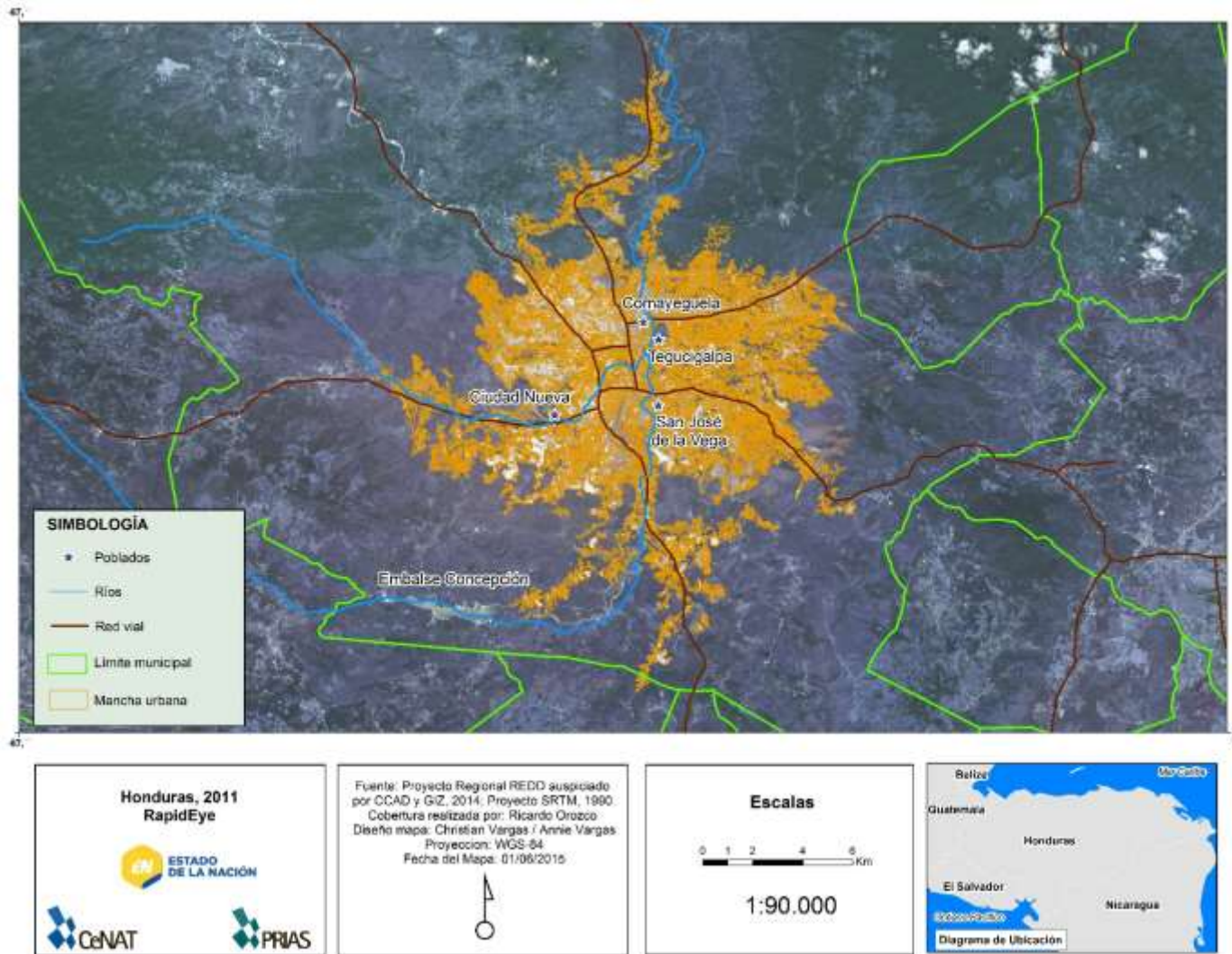
Mapa 19. Superficie de la mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 1995



Mapa 20. Superficie de la mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 2014



Mapa 21. Mancha urbana de Tegucigalpa, Honduras. 2011



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE MANAGUA, NICARAGUA

Información relevante

- Managua es una ciudad que surge a partir del auge cafetalero que se da en Nicaragua a finales del siglo XIX e inicios del XX. Se acredita con el título de capital, ya que “era la ciudad que reunía el poder político, administrativo, con claras y necesarias relaciones con el resto del territorio e incluso con las antiguas estructuras de dominación en tiempos de la Colonia”. (Delgado, 2012)
- Para el año 1972 Managua es impactada por un sismo de magnitud 6.2 grados dañando fuertemente la ciudad (MDUT, 2012).
- La Revolución Nicaragüense (1979 – 1990) protagonizada por el Frente Sandinista de Liberación Nacional puso fin a la dictadura de la familia Somoza (iniciada a finales de la década de los cincuenta del siglo XIX). Este proceso provocó fuertes flujos migratorios internos y hacia fuera del país.
- El Área Metropolitana de Managua está conformada por la ciudad capital de Managua, cuya extensión abarca 6.197 Km² y una población aproximada de 1.850.000 personas. (Altamirano, s.f.)
- El crecimiento de la mancha urbana para Managua se da con una dirección hacia el Sur, debido a la ubicación del Lago de Nicaragua.
- Para los años 1990 se incorpora el Plan General de Desarrollo Urbano del municipio de Managua, con el objetivo de organizar y orientar el desarrollo urbanístico de la capital de Managua.
- El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) es el ente rector en materia de ordenamiento territorial. Fue creado por Ley No 311, aprobada el 24 de Junio de 1999 y es un ente descentralizado del Gobierno, bajo la rectoría sectorial de la Presidencia de la República.
- Además del INETER, tienen competencias en materia de ordenamiento territorial las municipalidades, la Secretaria de Planificación y Presupuesto (SPP), el Instituto de Vivienda Urbana y Rural (INVUR), la Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) y el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA).
- En el 2001 se promulgó la Política General de Ordenamiento Territorial y en el 2002 las Normas, pautas y criterios para el Ordenamiento Territorial.
- En el año de 2002 se crea mediante el decreto ejecutivo 90-2001 la “Política Nacional de Ordenamiento Territorial”, con ello se mejoraría el uso de la tierra en relación al nivel de población, recursos disponibles y potencialidades locales.

Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1995, 2014

El mapa 2, muestra la comparación de las manchas urbanas de Managua de los tres años de estudio, y que además, permite observar cuánto y hacia donde

se ha expandido. La red vial evidencia que la expansión de la mancha urbana se ha dado a lo largo del sistema vial existente.

La mancha urbana de Managua limita al este con el Aeropuerto Internacional de Managua, y al norte con el lago que lleva el mismo nombre, como se aprecia en el mapa 1. Es oportuno mencionar, que el límite norte impide que el crecimiento de la mancha urbana se dirija en esa dirección.

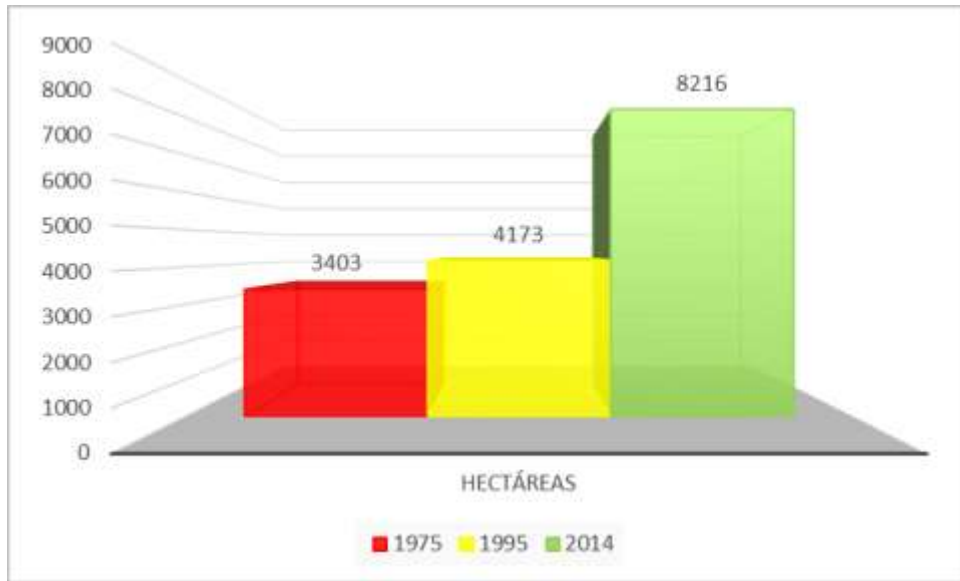
Desde 1975 (mapa 3), Managua se consolida como una gran mancha urbana; que ha ido en constante expansión. Es posible apreciar que para este año, la mancha urbana comienza a unificarse con centros urbanos como lo son Colonia El Periodista, Altamira y Rubenia. Es importante indicar que algunas secciones como la ciudad de Managua, están carecen de información por la presencia de nubes y sombras de nubes en las imágenes Landsat utilizadas en este año.

Para 1995 (mapa 4), el crecimiento de la mancha urbana se da hacia el este, sur y sureste. Es precisamente en este escenario que se puede observar cómo se manifiesta y se concreta el proceso de conurbación con los centros urbanos mencionados anteriormente.

Por su parte, para el 2014 (mapa 5), la expansión se dirige al sur, este y oeste de la mancha urbana de Managua. Al oeste se encuentran la Laguna Asososca y la Laguna de Nejapa, lo que representa una barrera física que impide que el crecimiento sea mayor al experimentado para el 2014.

Como se puede apreciar en el gráfico 3, el crecimiento en cuanto a la superficie de la mancha urbana de Managua para este período fue de una tasa de 0.97 unidades lo que quiere decir es que en el periodo 1995-2014 casi duplicó su cobertura. En 1975, la superficie urbana ocupaba un total de 3.403 Ha, que comparado con la superficie para 1995, cuyo aumento corresponde a un total de 4.173 Ha, no se considera tan desmedido el crecimiento urbano para un lapso de 20 años. Sin embargo, para el 2014, la mancha urbana ocupa una totalidad de 8.216 Ha, aumentando considerablemente con respecto a 1995.

Gráfico 11. Área de la mancha urbana de Managua, Nicaragua. 1975, 1995, 2014



Por su parte, el gráfico 4 muestra el incremento porcentual para el periodo en estudio, donde se observa que el crecimiento de la mancha urbana entre 1975 y 1995 fue del 23%. Mientras que el aumento experimentado entre 1995 y el 2014 fue del 97%, es decir, el desarrollo urbano se incrementó considerablemente en un período de 19 años. En síntesis, durante el periodo 1975-2014 la mancha urbana de Managua creció 141%, es decir, más que se duplicó en un lapso de 40 años.

Para el caso de Nicaragua la tasa de crecimiento anual para el periodo de 1975-1995, fue de 1.03% mientras que para el periodo completo fue de 4.51% calculado desde el incremento de la mancha urbana de las imágenes (grafico3).

Gráfico 12. Tasa de crecimiento anual de la mancha urbana de la Región Centroamericana. 1975-1995-2014

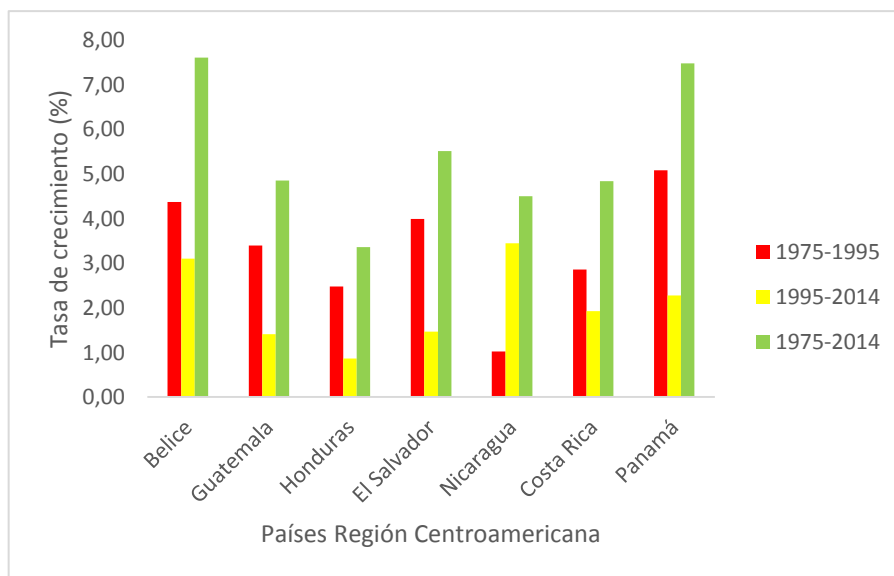
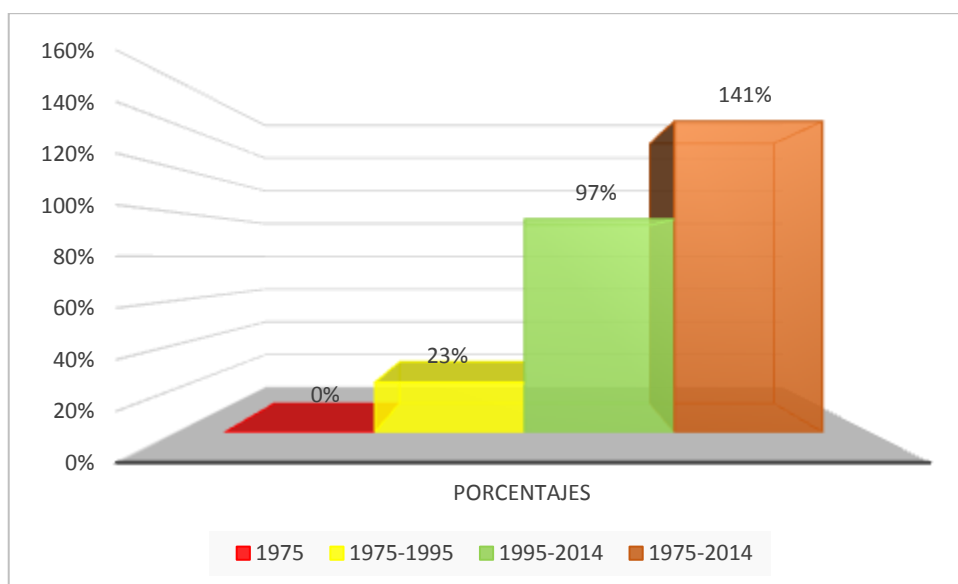
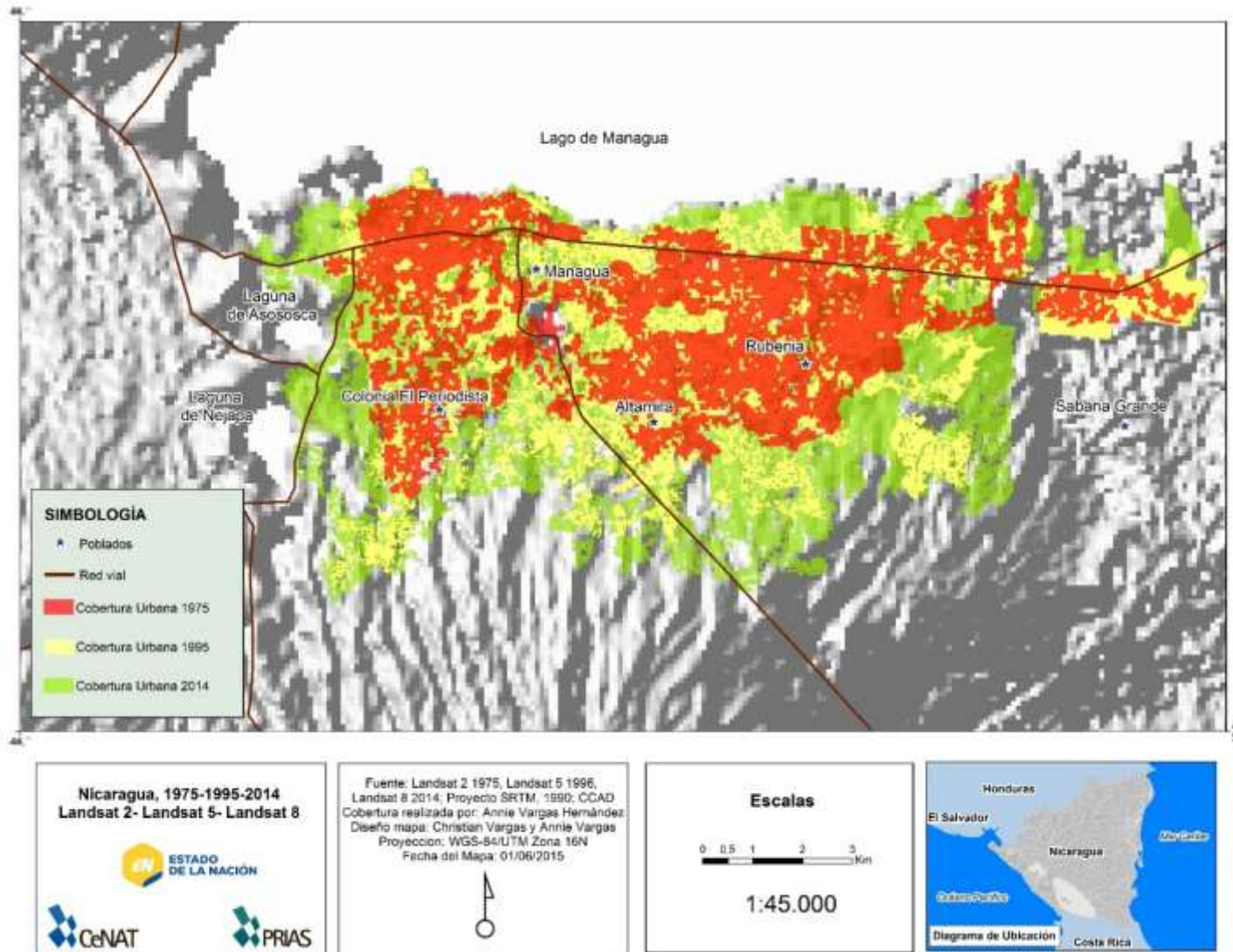


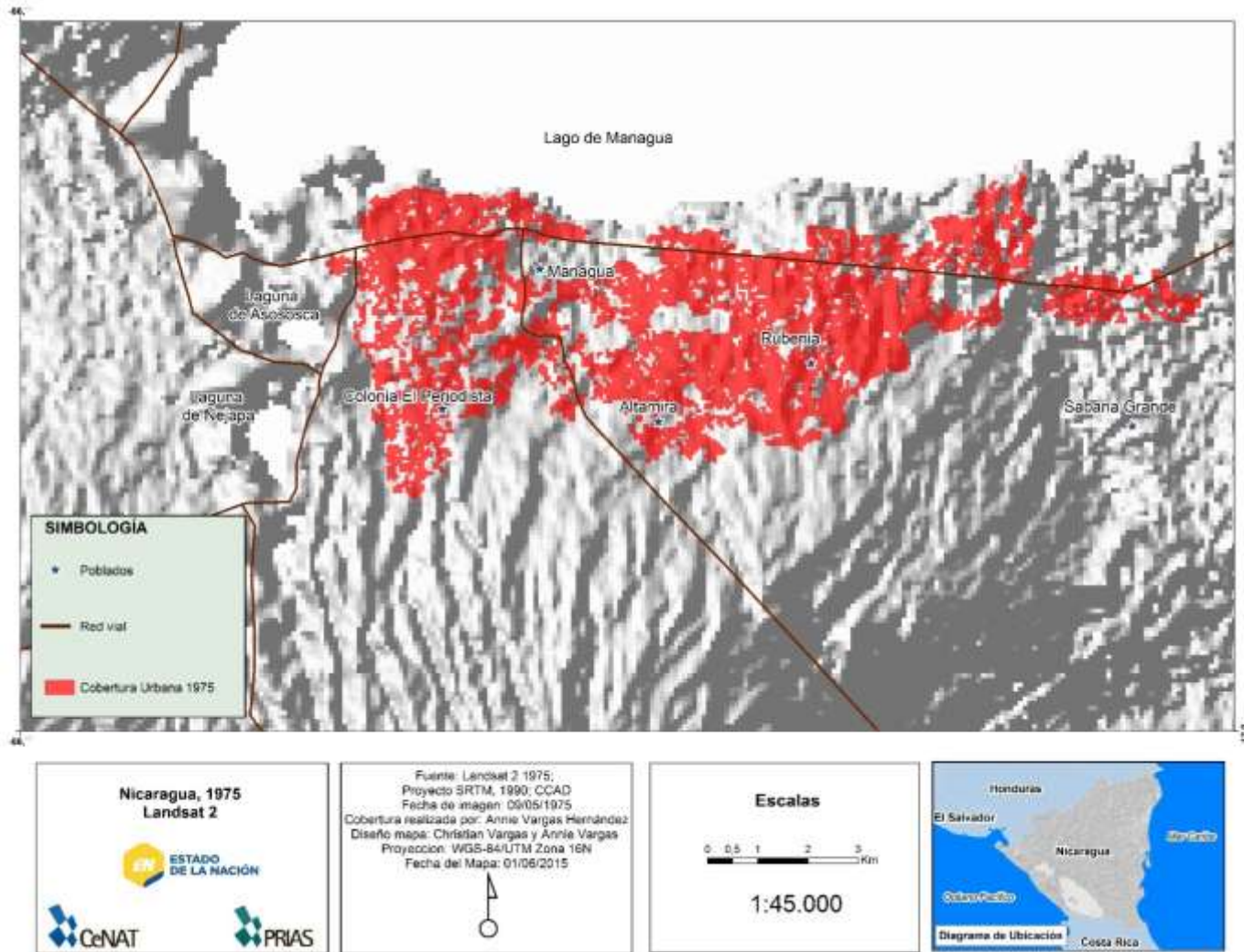
Gráfico 13. Incremento porcentual de la mancha urbana de Managua, Nicaragua. 1975, 1995, 2014



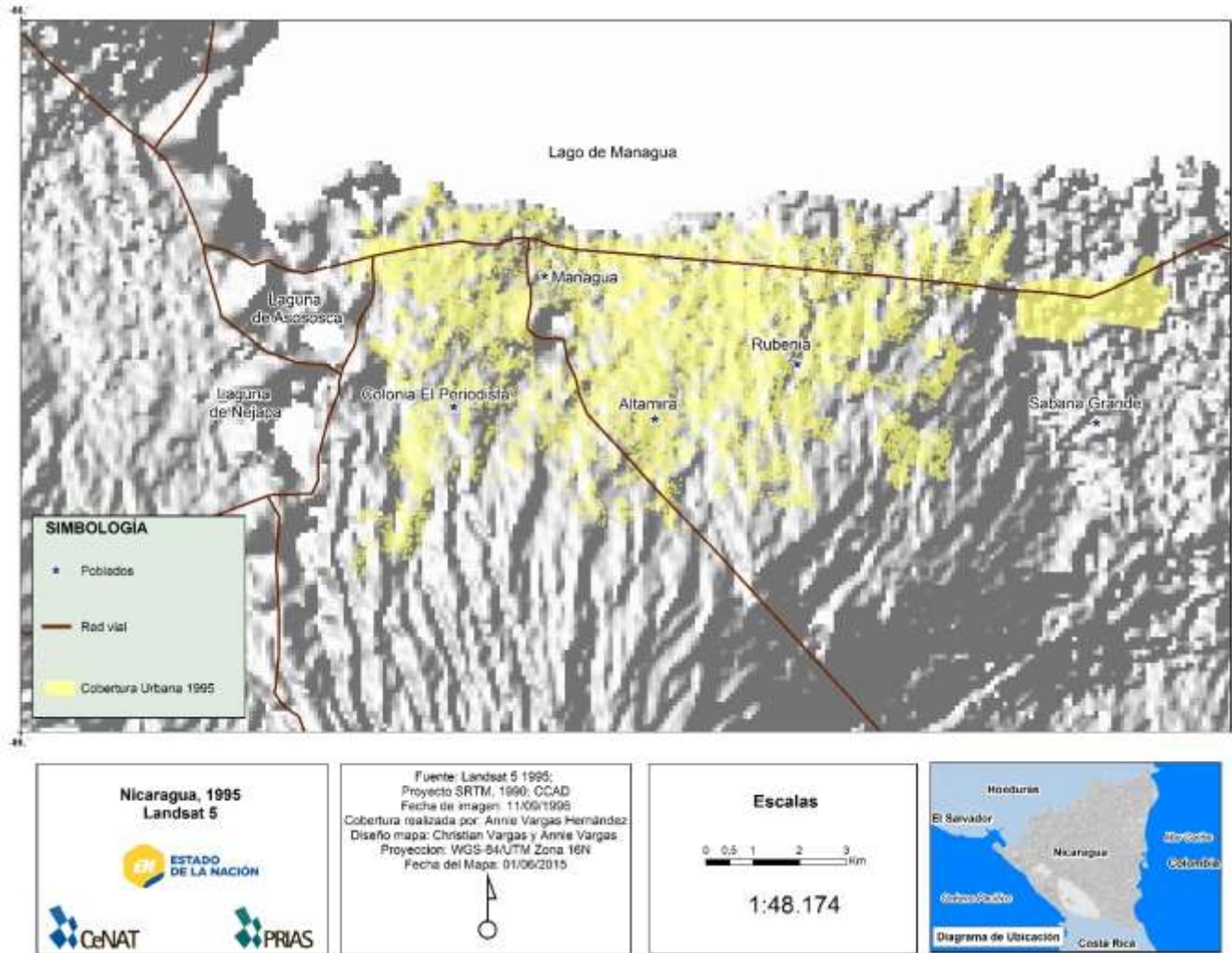
Mapa 22. Comparación del crecimiento de la mancha urbana de Managua, Nicaragua. 1975, 1995, 2014



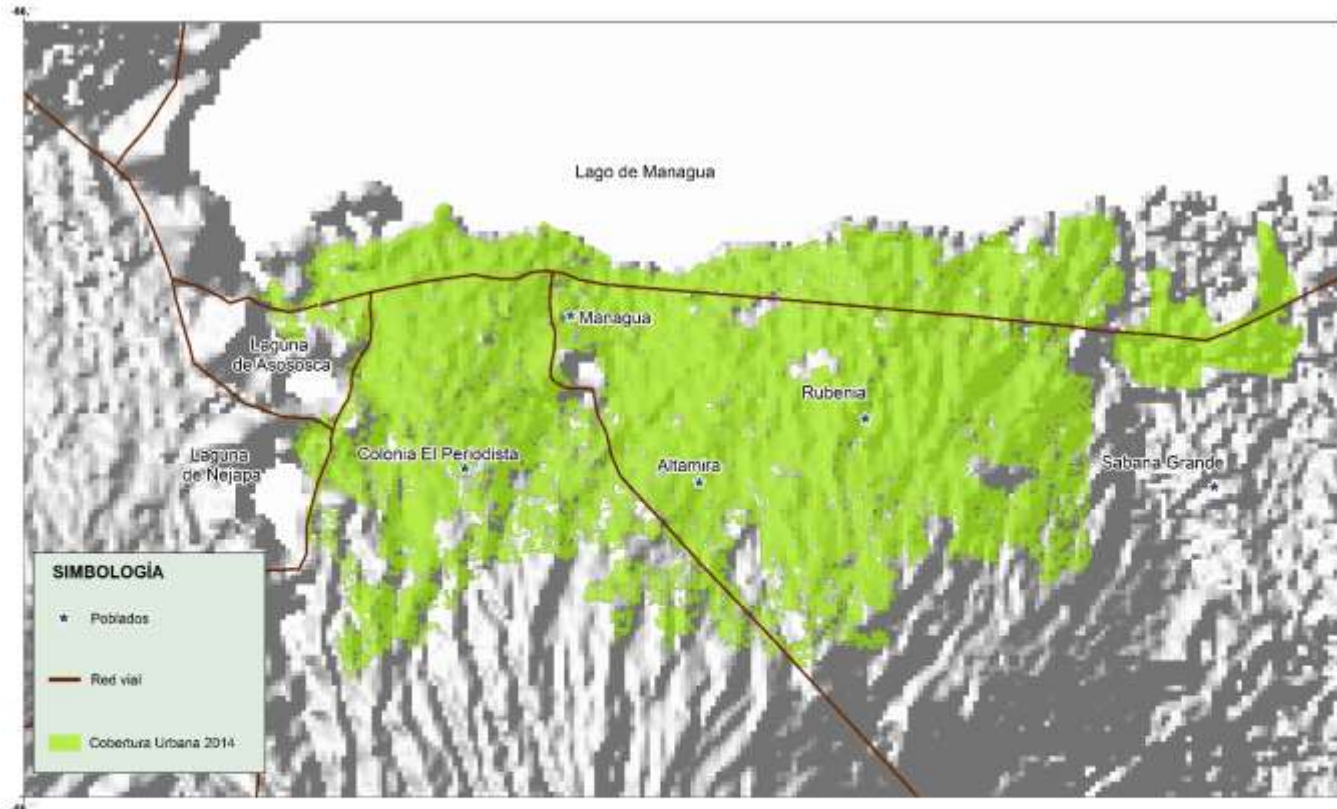
Mapa 23. Superficie de la mancha urbana de Managua, Nicaragua. 1975



Mapa 24. Superficie de la mancha urbana de Managua, Nicaragua. 1995



Mapa 25. Superficie de la mancha urbana de Managua, Nicaragua. 2014



Nicaragua, 2014
Landsat 8

ESTADO DE LA NACIÓN

CENAT PRIAS

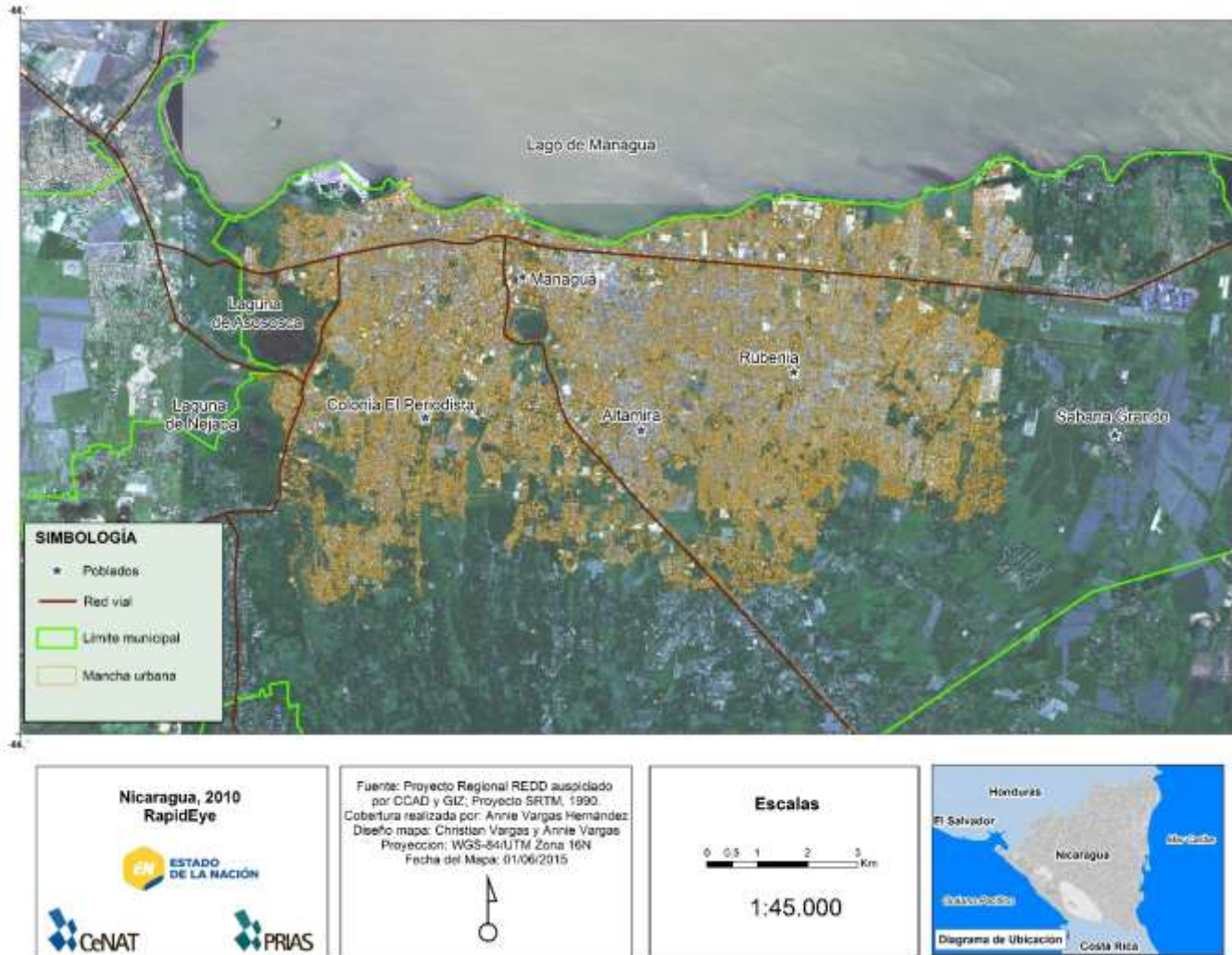
Fuente: Landsat 8 2014;
Proyecto SRTM, 1990; CCAD
Fecha de imagen: 15/01/2014
Cobertura realizada por: Annie Vargas Hernández
Diseño mapa: Christian Vargas y Annie Vargas
Proyección: WGS-84/UTM Zona 16N
Fecha del Mapa: 01/06/2015

Escalas

1:45.000

Diagrama de Ubicación

Mapa 26. Mancha urbana de Managua, Nicaragua. 2010



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE SAN JOSÉ, COSTA RICA

Información relevante

- La Ley de Planificación Urbana fue promulgada en 1968 y actualizado en 1999. Esta ley obligaba a las municipalidades a contar con planes reguladores cantonales. Sin embargo, a mediados de 2014, sólo el 38% de las municipalidades, es decir, 31 de las 81 municipalidades disponían de este instrumento, en algunos casos con regulaciones parciales que no abarcaban todo el municipio.
- En Costa Rica, el crecimiento de la mancha urbana ha formado una superficie homogénea, donde se involucran tres ciudades importantes: San José, Heredia y Alajuela. Estas ciudades han crecido desde sus cascos centrales hacia la periferia, absorbiendo otros pequeños poblados (Pujol y Pérez, 2012).
- El ente rector en materia gestión del territorio es el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH). Otras instituciones públicas de este sector son el Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial (CNOT), el Instituto de Vivienda y Urbanismo (INVU), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAÉ), el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) y el Instituto de Desarrollo Rural (INDER).
- En el 2014 fue promulgado el Plan Nacional de Ordenamiento Territorial (PLANOT) 2014-2020.
- De acuerdo con el PLANOT el Consejo Nacional de Ordenamiento Territorial (CNOT) está integrado por las siguientes instituciones: Ministro de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH), Ministro de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN), Ministro de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), Ministro de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministro de Obras Públicas y Transportes (MOPT), Ministro de Descentralización y Desarrollo Local, Ministro de Hacienda (MH). Así mismo, formarán parte los presidentes ejecutivos de las siguientes instituciones: Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), Comisión Nacional de Emergencias (CNE), Instituto Costarricense de Turismo (ICT), Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Instituto Geográfico Nacional (IGN), Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER), Registro Nacional (RN), Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamientos (SENARA), Federaciones Municipales y cualquier ente intermunicipal creado para la planificación regional.
- El Decreto 38536-MP-PLAN publicado en La Gaceta 159 del 20 agosto 2014 creó el sector Ambiente, Energía, Mares y Ordenamiento Territorial, bajo la

rectoría del Ministro de Ambiente y Energía (MINAE). Este sector estará constituido por las siguientes instituciones centralizadas y descentralizadas: Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), Instituto Costarricense de Turismo (ICT), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. (RECOPE), Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) y Servicio Nacional de Guardacostas de la Fuerza Pública del Ministerio de Seguridad Pública.

[Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1975, 1996, 2014](#)

El mapa 31 muestra la comparación de las tres fases de crecimiento de la mancha urbana de San José, donde claramente se evidencia los picos de crecimiento.

Aunque dentro de los límites de la región metropolitana queda una superficie potencialmente construable, el relieve crea importantes barreras para la expansión de redes de infraestructura (particularmente, de carreteras) y muchas de estas áreas albergan sistemas naturales estratégicos para la ciudad que podrían verse degradados.

Este crecimiento se ha desarrollado en varias direcciones, pero se puede apreciar que presenta un gran desarrollo en el sector oeste, agotando el espacio límite de crecimiento.

Es importante hacer la aclaración que el alcance de este proyecto consiste en definir la mancha urbana de las áreas metropolitanas de las capitales de los países de la RC más la periferia. Dado que en todos los casos el área de estudio se extiende 2.5 km hacia afuera de los límites de la ciudad capital, no se toma en cuenta en el análisis las ciudades de Cartago, Heredia y Alajuela que sí forman parte de la GAM.

Para el año 1975 (mapa 32), ya estaban conformadas las ciudades de Alajuela, Heredia y San José. Puede observarse que las tres ciudades se encontraban separadas, y para el caso específico de Alajuela y Heredia, se aprecia principalmente su casco urbano y unas pocas manchas urbanas siguiendo la ruta nacional N°3 que comunica a ambas ciudades.

El crecimiento urbano que tuvo la ciudad capital para el año 1975 se enfoca hacia el sur y hacia el oeste.

La mancha urbana del año 1975 se caracteriza por un crecimiento cercano a los centros urbanos en el caso de Alajuela y Heredia, mientras que en San José este crecimiento se expande hacia los cantones cercanos del área metropolitana.

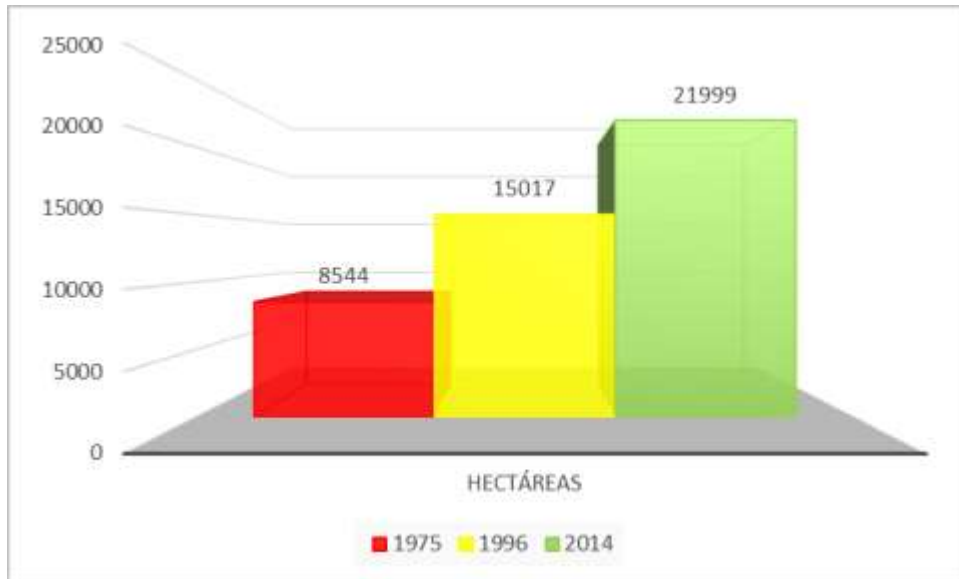
Para el año 1996 (mapa 33), se evidencia el crecimiento de las ciudades de San José, Alajuela y Heredia, las cuales para este año presentan una expansión importante que no se concentró solo en los centros urbanos, otros centros urbanos fueron habitados debido al proceso de conurbación que se llevó a cabo, como es el caso de La Guácima, San Isidro y Santa Ana. Se muestra además, una mancha urbana en constante crecimiento principalmente al sur y este de San José, en el sector de Aserrí, Tres Ríos y Mata de Plátano.

Es importante aclarar que algunas secciones se encuentran carentes de información para este año, ya que la imagen satelital utilizada tenía presencia de nubes.

En el 2014 (mapa 34), se observa un aumento de la mancha urbana principalmente en la parte sur y oeste de San José, repitiendo el patrón de crecimiento desde el año 1975, y además se aprecia un crecimiento al norte de las ciudades de Alajuela y Heredia. Tanto Tres Ríos, Santa Ana, Aserrí, Mata de Plátano y La Guácima; se consolidan como centros urbanos importantes en este último año de estudio.

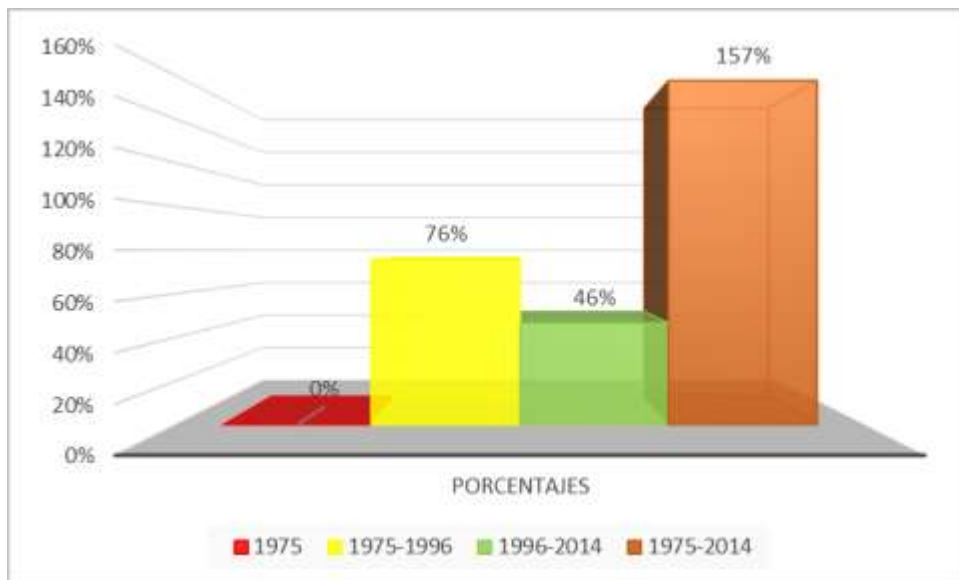
El gráfico 16 muestra las estimaciones del aumento en Hectáreas de la superficie de la mancha urbana de San José. Para el año 1975 la superficie cubierta corresponde a 8.544 Ha, el siguiente año "1996" muestra un aumento a 15.017 Ha. Por último, para el 2014 la superficie total representa 21.999 Ha, representando un aumento de 2,5 veces el área definida en el primer año de estudio.

Gráfico 14. Incremento en la superficie de la mancha urbana de San José, Costa Rica. 1975, 1996, 2014



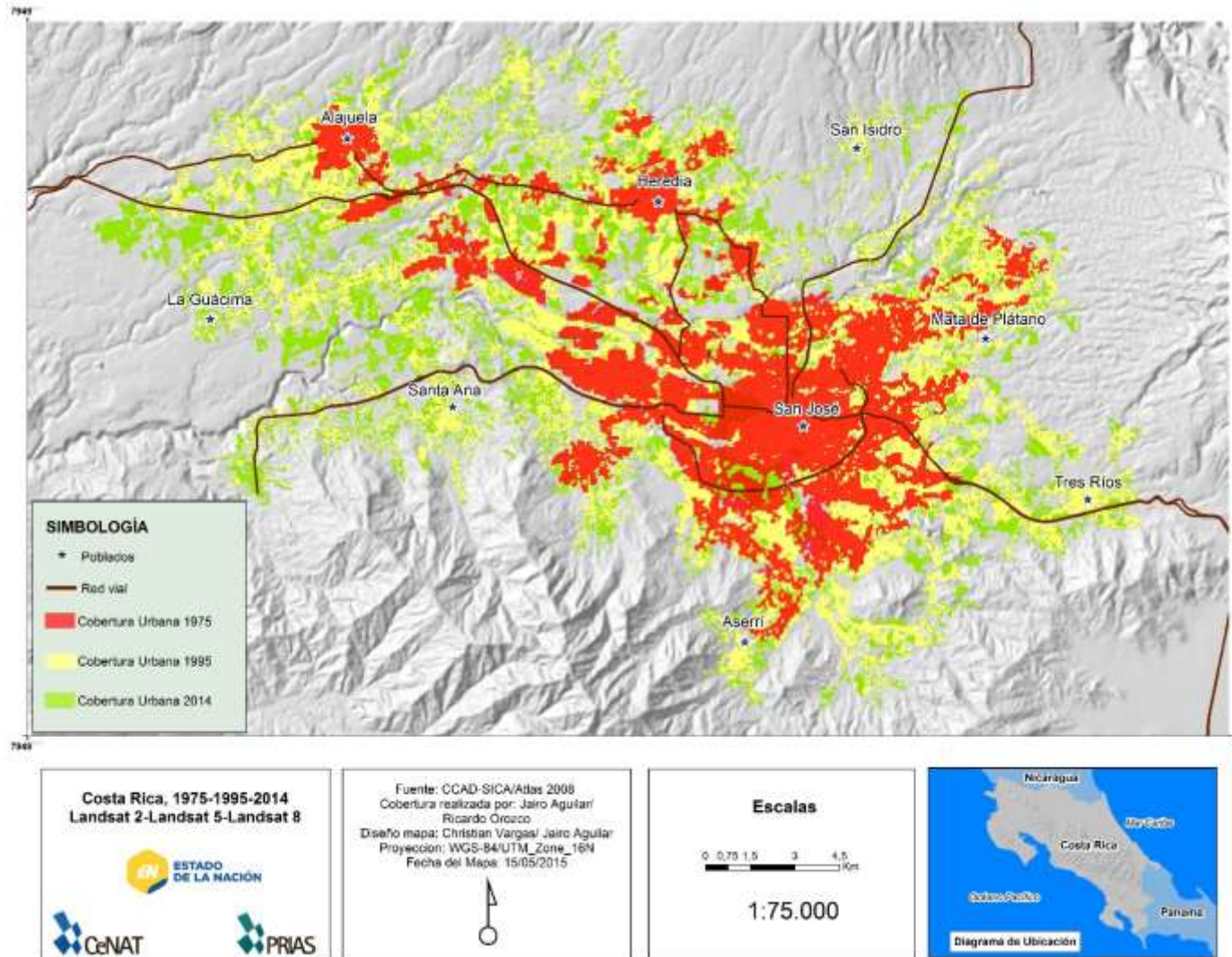
Los valores porcentuales de ese aumento urbanístico son reflejados en el gráfico 17. Para el año 1996, la superficie de la mancha urbana refleja un 76% con respecto a 1975. En forma consecutiva, el incremento de la superficie para el año 2014, en base al año 1996, corresponde a un 46%. El último valor porcentual de 157% estima la extensión comparativa del periodo 1975-2014. Este valor representa 40 años de desarrollo urbano.

Gráfico 15. Incremento porcentual de la mancha urbana de San José, Costa Rica. 1975-1996-2014

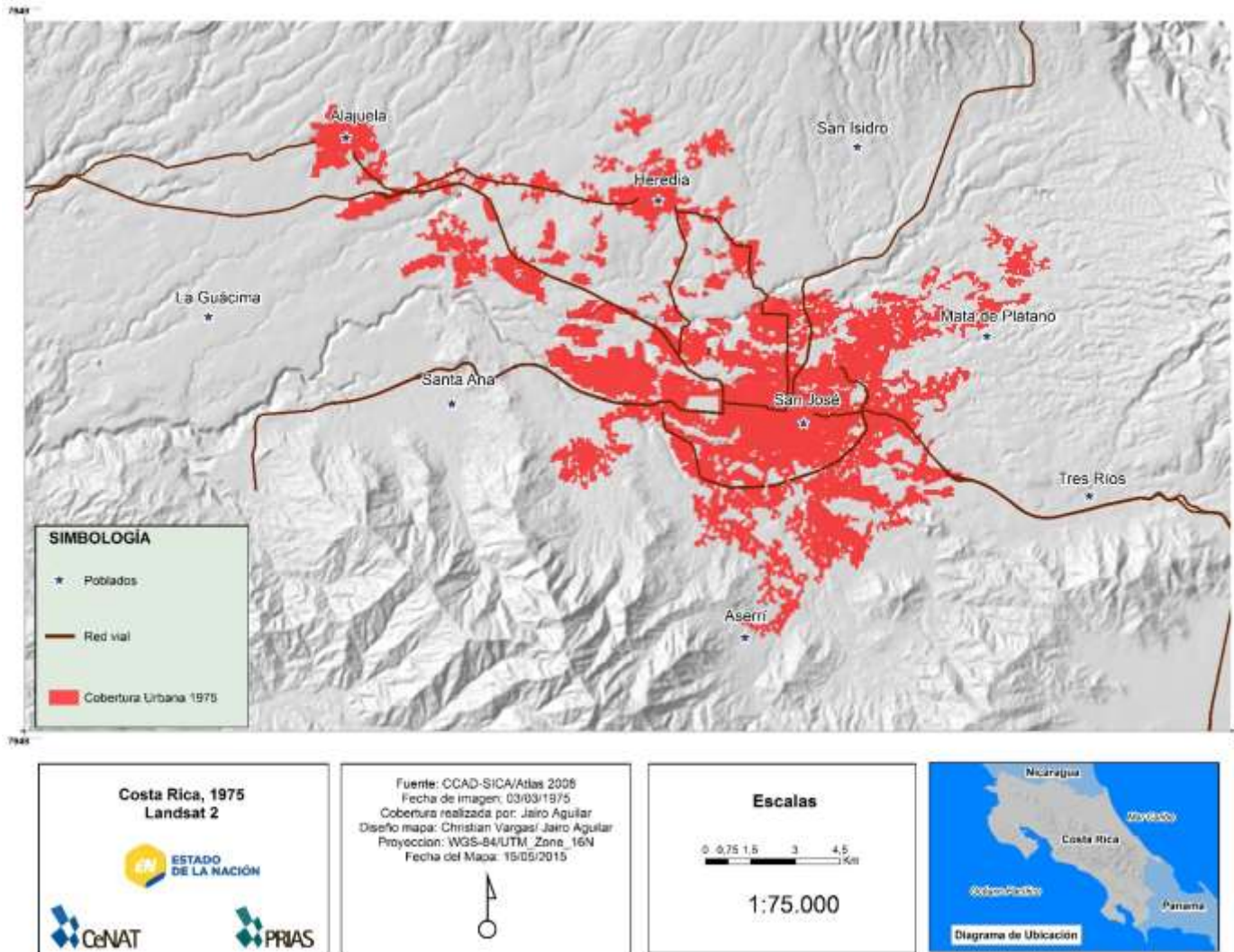


En el caso de Costa Rica se tasa anual de crecimiento de la mancha urbana fue de 2.86% en el periodo de 1975-1995, este periodo se encontraban las ciudades de Alajuela y Heredia como zonas aisladas no continuas de la mancha en el año 1975, mientras que para el año 1995 por el proceso de conurbación y crecimiento lineal se van consolidando dentro de la mancha hasta conformar una sola matriz para el año 2014; además en el periodo 1995-2014 su tasa de crecimiento fue de un 1.93%.

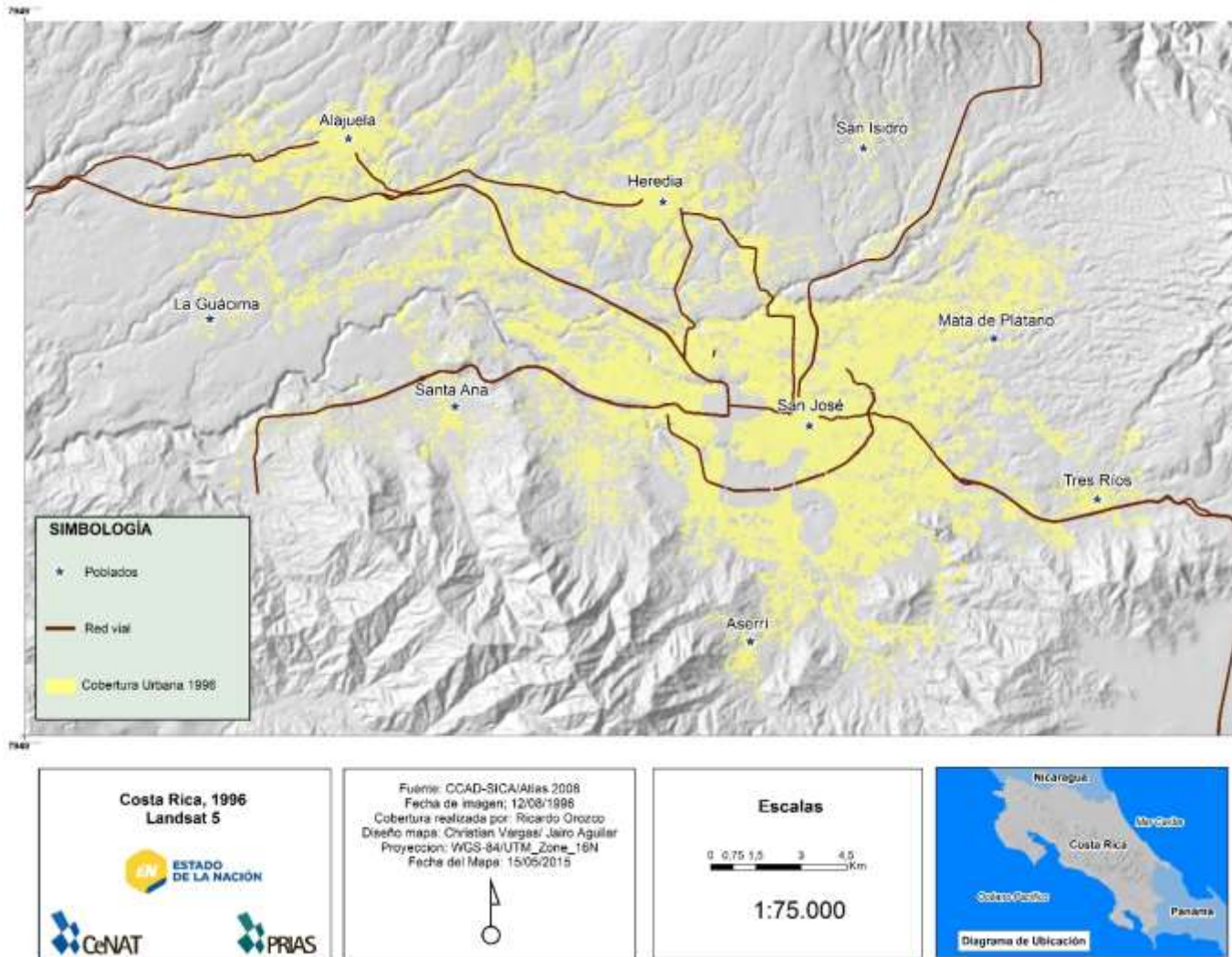
Mapa 27. Comparación del crecimiento de la mancha urbana de San José, Costa Rica. 1975, 1996, 2014



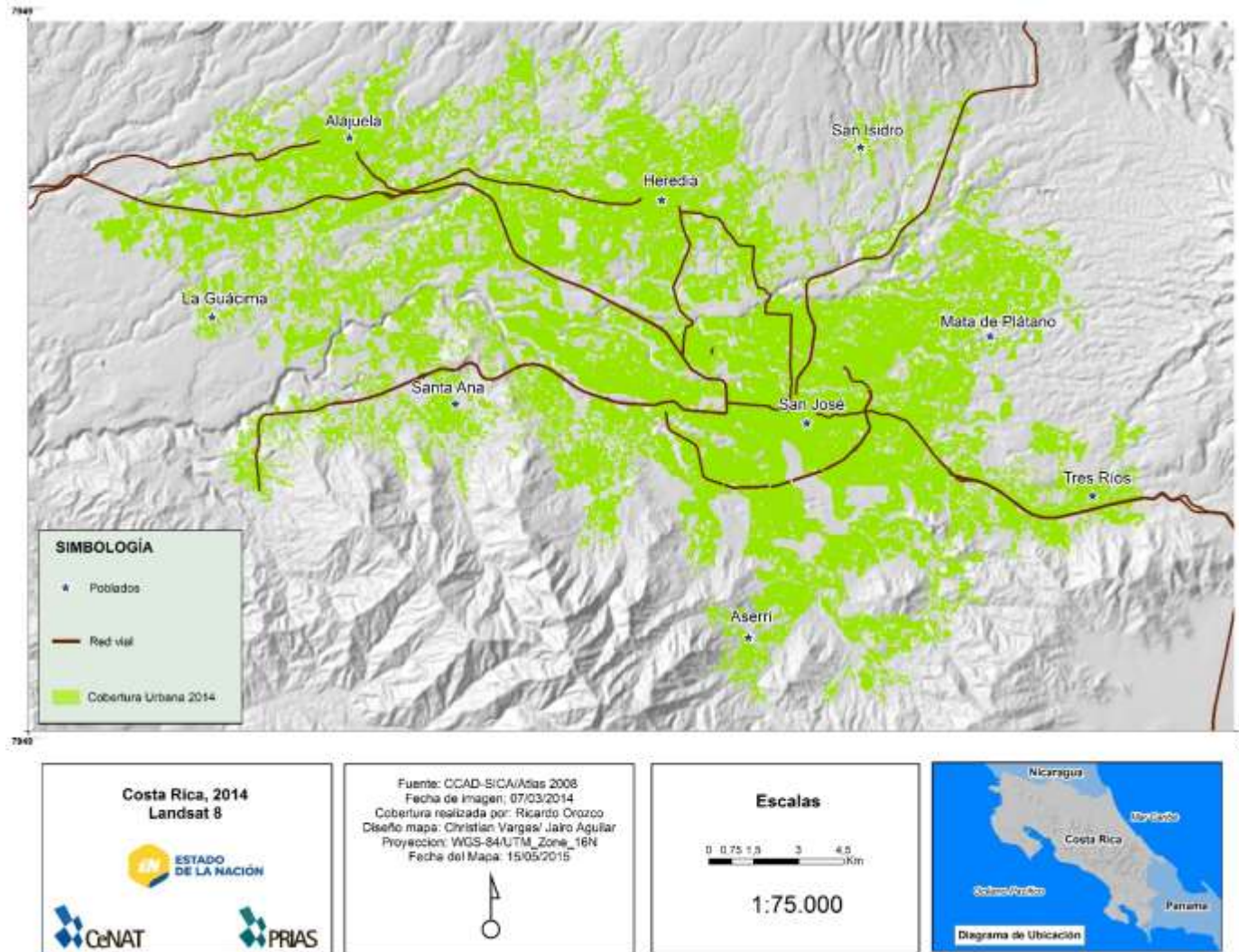
Mapa 28. Superficie de la mancha urbana de San José, Costa Rica. 1975



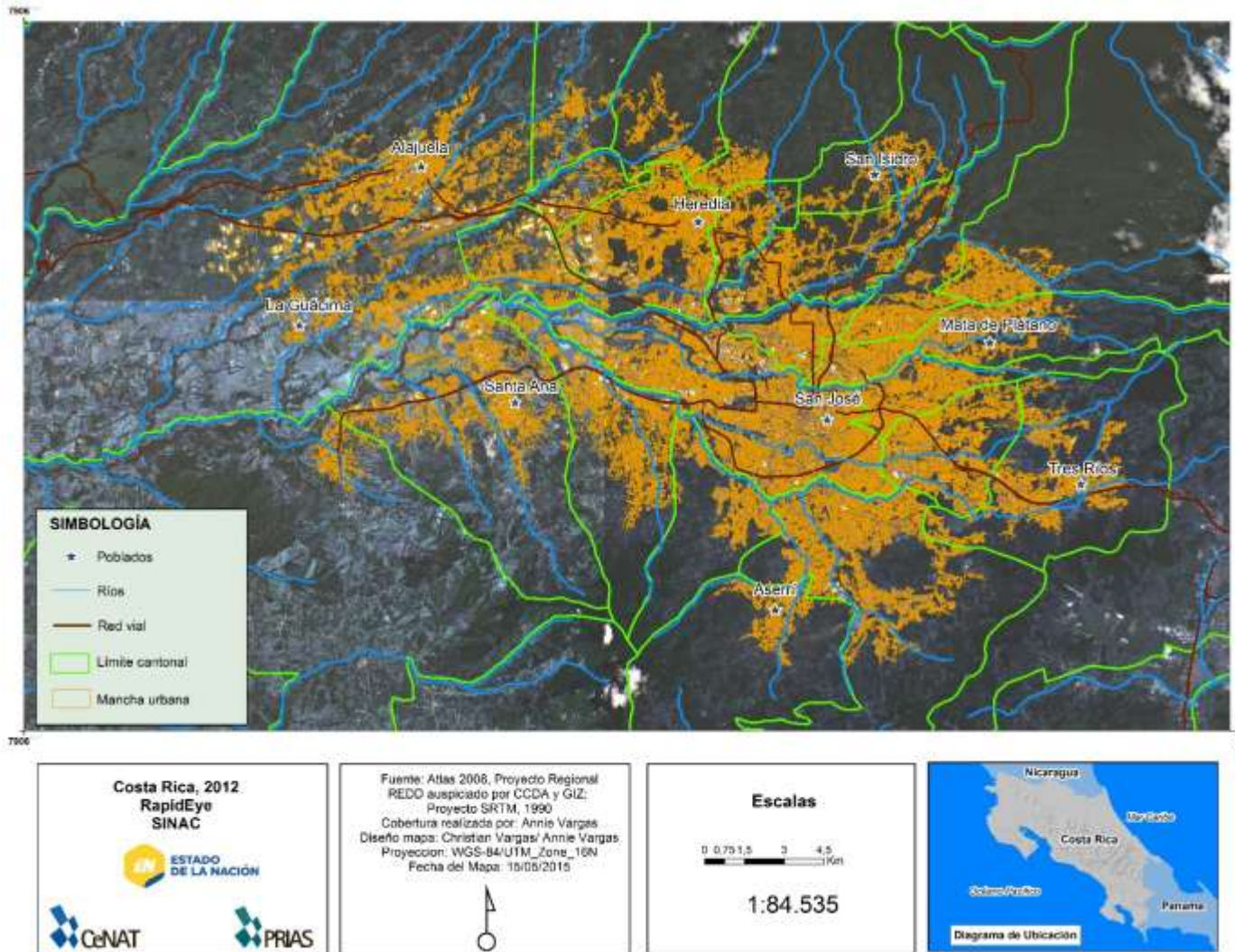
Mapa 29. Superficie de la mancha urbana de San José, Costa Rica. 1996



Mapa 30. Superficie de la mancha urbana de San José, Costa Rica. 2014



Mapa 31. Mancha urbana de San José, Costa Rica. 2012



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA MANCHA URBANA DE CIUDAD PANAMÁ, PANAMÁ

Información relevante

- A comienzos del siglo XX, con la continuación de la obra del Canal y la creación del enclave territorial (Zona del Canal), la ciudad de Panamá vio condicionado su crecimiento y en 1913 estableció un límite de expansión urbana (Uribe, 2000).
- En 1942, la construcción de la carretera Transístmica ayuda a determinar la forma de la mancha urbana (Uribe, 2000).
- En el año de 1995 se proyectaba el Plan de Desarrollo Urbano para el Area Metropolitana de Panamá, como propuesta de uso del suelo que incorpora las áreas al Este y Oeste del canal (Uribe, 2000).
- En el 2009 el Ministerio de Vivienda pasa a llamarse Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT) y se crea el Viceministerio de Ordenamiento Territorial. El MIVIOT, mediante Decreto Ejecutivo 179/2010, suspende la potestad de los municipios de conocer y resolver las solicitudes de cambio de zonificación y el cambio de uso de suelo, participando sólo cuando éstos son iniciativa del Viceministerio de Ordenamiento Territorial. Además de esta instancia, participan en la gestión del territorio la Autoridad Nacional de Tierras (ANATI) y las municipalidades.
- Dentro de la legislación relevante aprobada recientemente está: la Ley de Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Urbano (2006), el Reglamento General de la Ley de Ambiente (2009), Ley Régimen de propiedad Horizontal (2010) y la Ley de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales (2014).

Análisis comparativo de la mancha urbana de los períodos 1979, 1997, 2015

En el mapa 27, se denota el crecimiento de la mancha a través de los tres periodos de estudio. Resulta evidente que el sistema vial fue fundamental en la expansión de la mancha urbana de Ciudad Panamá.

Como se puede apreciar, el Océano Pacífico es el límite natural al sureste de la mancha urbana, que evita que el crecimiento se desarrolle en esta dirección. Asimismo, el crecimiento de la mancha urbana se encuentra limitado por el Cerro Ancón y el Canal de Panamá al oeste de la capital.

Claramente en 1979 (mapa 28), el estrato urbano ya era consolidado y algunos centros urbanos de la periferia comenzaban a mostrar conectividad con Ciudad de Panamá. Además, el Canal de Panamá, la costa, el Cerro Ancón y el Parque Natural Metropolitano, marcan las nuevas líneas de crecimiento de la ciudad.

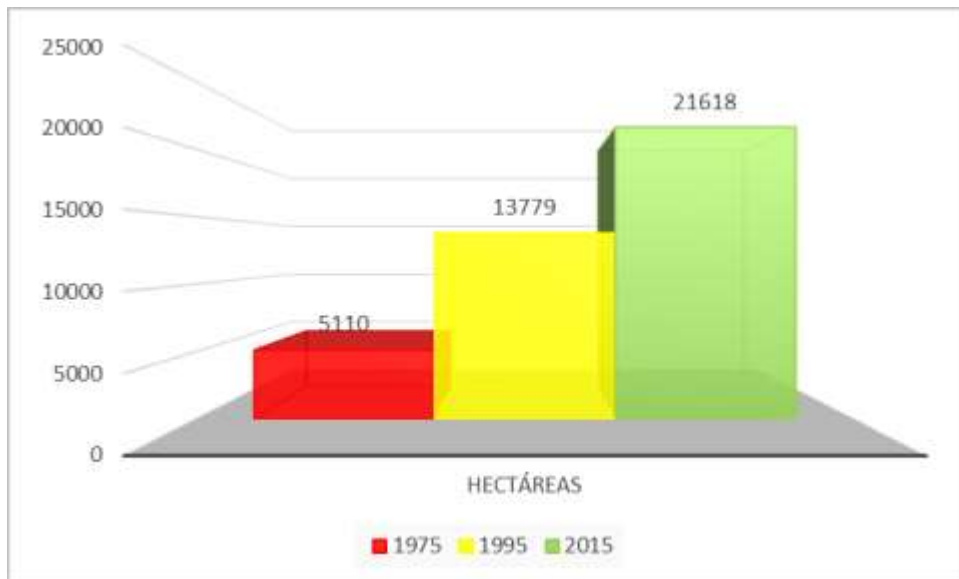
En 1997 (mapa 29), la superficie de la mancha urbana se extendió hacia el norte y el este principalmente. Se evidencia un proceso de conurbación con los centros urbanos de Tocumen, Alcalde Draz y Paso Real.

Para el 2015 (mapa 30), se aprecia el estrato de la mancha urbana, donde Chilibre empieza a unificarse con Alcalde Draz, debido al crecimiento urbano en dirección norte y noroeste. Además, hacia el sector este, Tocumen y Pacora también presentan indicios de conurbación.

Por otro lado, la mancha urbana de Ciudad Panamá presenta características de desarrollo lineal en su periferia, que se debe posiblemente a la red vial, como se mencionó anteriormente.

El gráfico 14 muestra los valores del incremento de la mancha urbana de Ciudad de Panamá. En el año 1979, la superficie contaba con un total de 5.110 Ha y para 1997, el área aumentó a 8.669 Ha. Por último en el presente año, la superficie tiene 21.618 Ha, evidentemente desde 1979 aumentó más del doble en 36 años.

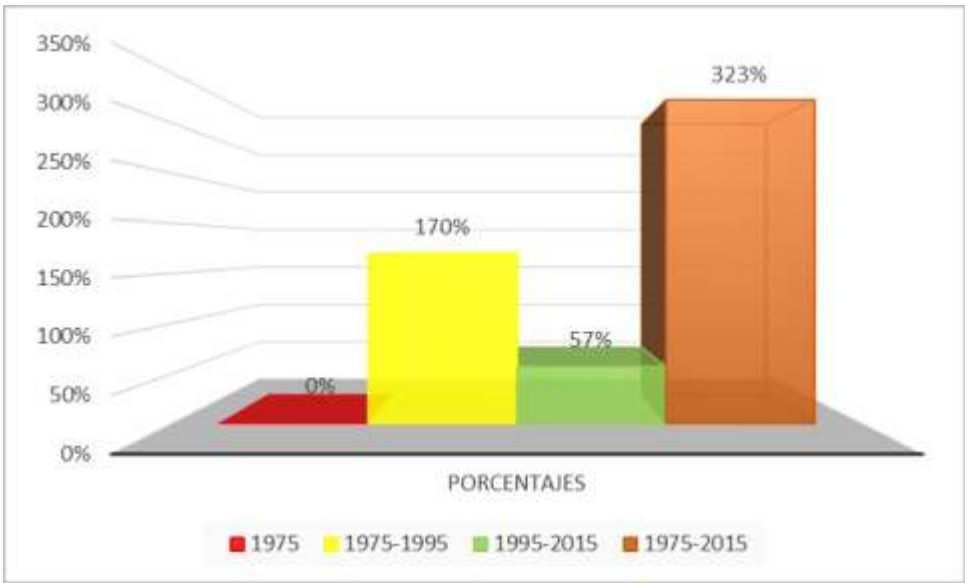
Gráfico 16. Incremento en la superficie de la mancha urbana de Ciudad de Panamá, Panamá. 1979, 1997, 2015



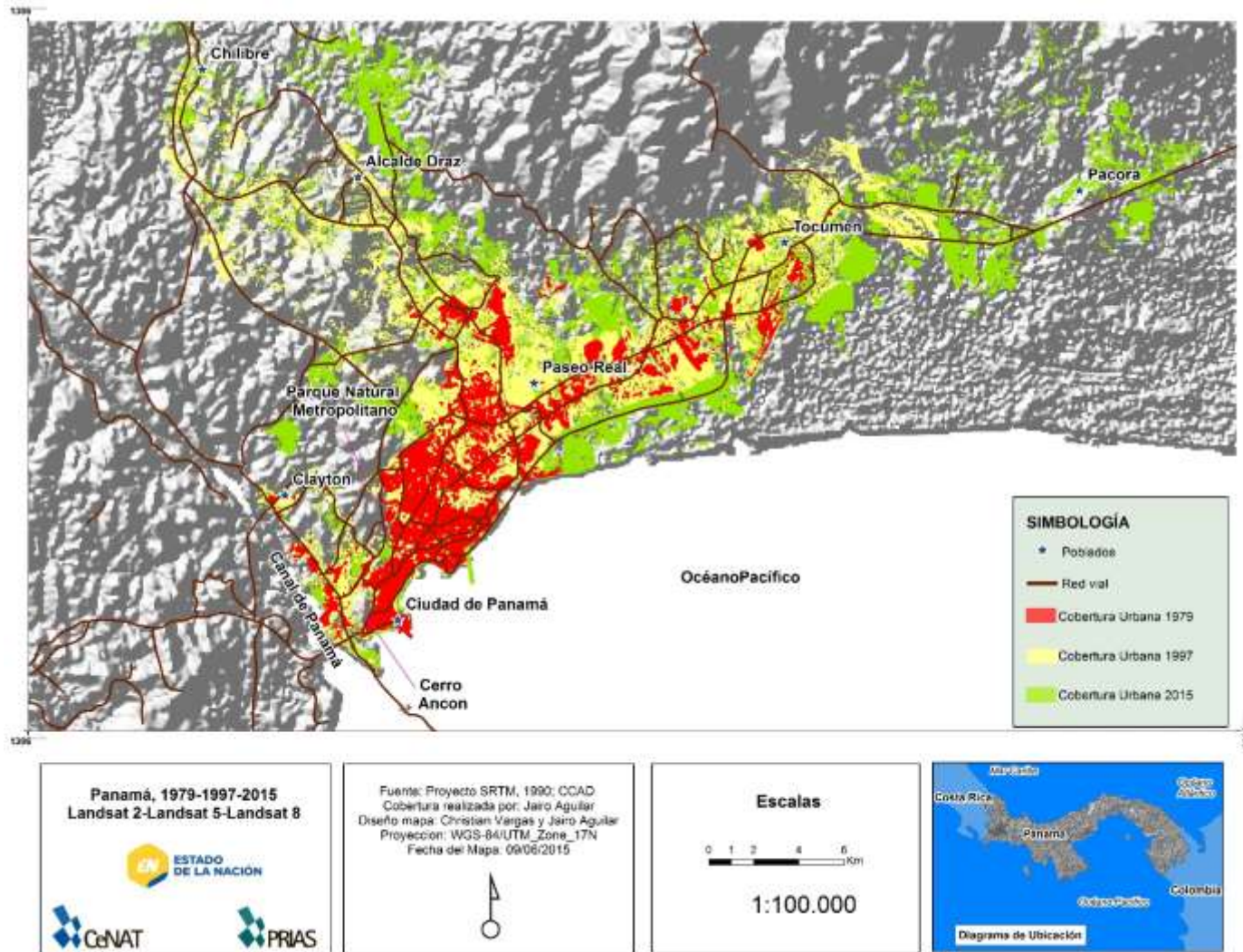
Los valores porcentuales de los cambios en el tamaño de la mancha urbana para Ciudad de Panamá se muestran en el gráfico 15. Entre 1979 y 1997 el área tuvo un incremento del 170%, en el siguiente periodo de 1997-2015 hubo una disminución en el ritmo de crecimiento, registrando un 57%. El último valor porcentual de 323%, se basa en el incremento que tuvo de la superficie de la mancha urbana desde 1979 hasta el 2015.

Panamá presentó la mayor tasa anual de crecimiento de su mancha urbana en el periodo de 1975-1995 con un 5.08% debido al canal de Panamá y su área de influencia que ejerce en la zona, así mismo fue el tercer país con mayor incremento en la tasa anual comparado con los otros países de la región obteniendo un 2.28%. Se consolidan sectores hacia el Norte y Este de la ciudad mediante el incremento urbanístico.

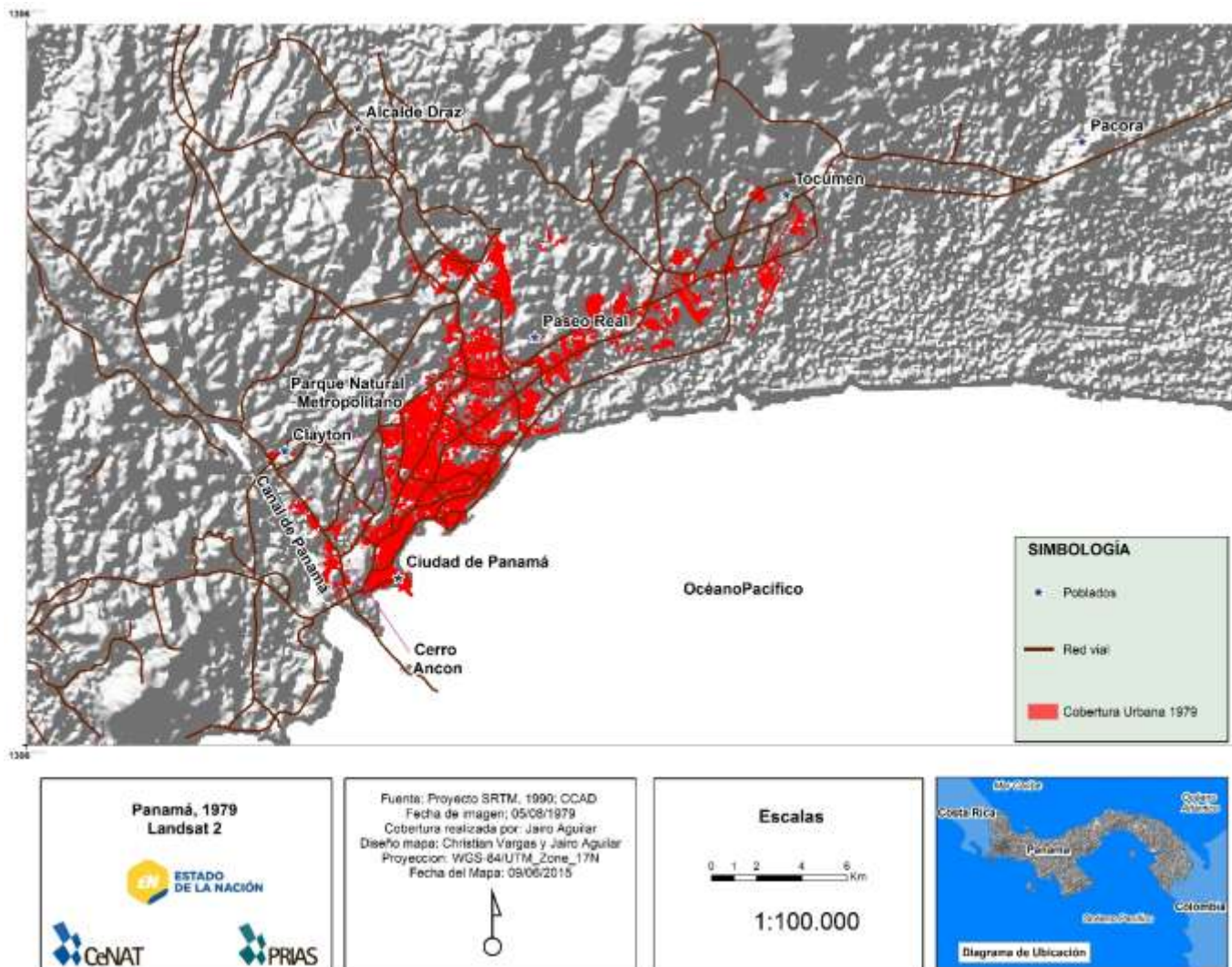
Gráfico 17. Incremento porcentual de la mancha urbana de Ciudad de Panamá, Panamá. 1979, 1997, 2015



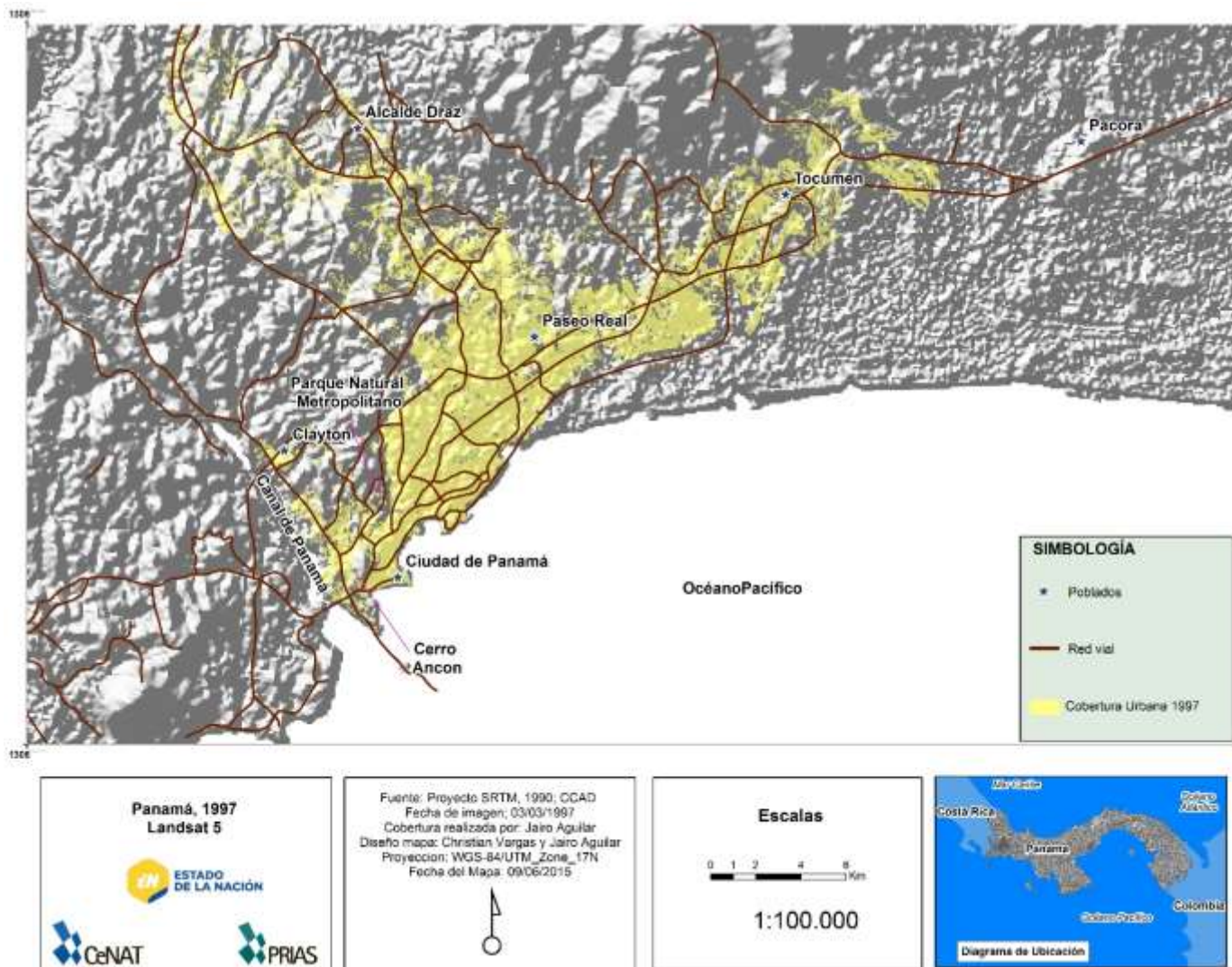
Mapa 32. Comparación del crecimiento de la mancha urbana de Ciudad de Panamá, Panamá. 1979, 1997, 2015



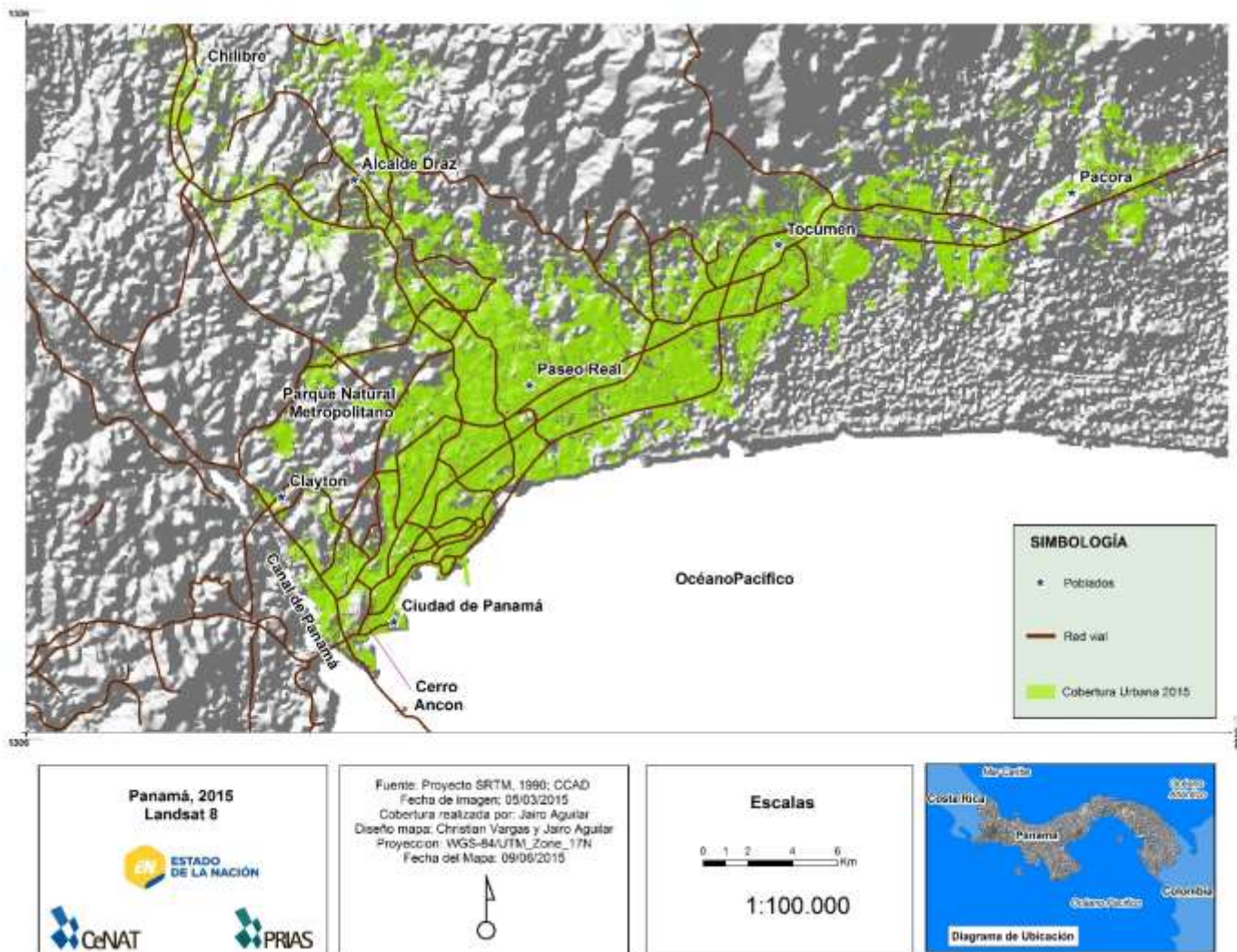
Mapa 33. Superficie de la mancha urbana de Ciudad de Panamá, Panamá. 1979



Mapa 34. Superficie de la mancha urbana de Ciudad de Panamá, Panamá. 1997



Mapa 35. Superficie de la mancha urbana de Ciudad de Panamá, Panamá. 2015



BIBLIOGRAFIA

Altamirano, R. s.f. Propuesta de Integración de Planes de Desarrollo para Managua Metropolitana. Obtenido de: <http://slideplayer.es/slide/1076544/>, el 17/07/2015

Angel, S. 2012. Planet of Cities. Massachusetts, Lincoln Institute of Land Policy.

Arteaga, I. 2005. De periferia a ciudad consolidada: Estrategias para la transformación de zonas urbanas marginales. Bitácora, páginas: 98-111. Obtenido de: dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4013935.pdf, 16/07/2015

BlackBridge. 2013. Imágenes satelitales especificaciones técnicas. Obtenido de: http://blackbridge.com/rapideye/upload/RE_Product_Specifications_SPA.pdf, 10/04/2015

Braña, M. 2008. Tema 3: La ordenación de las áreas metropolitanas. Ordenación del Territorio I. Obtenido de: http://www.unioviado.es/cecodet/formacion/OrdenacionTerritorio/docum/doc0809/tema_13.pdf, 16/07/2015

CAF. 2011. Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. Panamá, Banco de Desarrollo de América Latina.

Campos, C. A.; Alvarado, A.; Vargas, G.; Brenes, E.; Calvo, S.; Ortega, M.; Aguilar, H.; Solano, M.; Jiménez, K.; Mora, R. 2012. Informe de Consultoría: Corrección atmosférica de datos Rapid Eye, para la identificación de tipos en Centro América y República Dominicana. Centro Nacional de Alta Tecnología, San José, Costa Rica.

CGIAR-CSI. The CGIAR Consortium for Spatial Information. 2004. Obtenido de: <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>, 15/04/2015.

Corrales, L. 2010. Efectos del cambio climático para Centroamérica. Ponencia preparada para el Cuarto Informe Estado de la Región. San José, Programa Estado de la Nación.

Chuvieco, E. 2010. Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el espacio. Barcelona, España: Editorial Planeta, S.A. Primera edición.

Delgado, H. 2012. La Región Metropolitana de Managua: Temas claves para el ordenamiento territorial. Managua: Master en Desarrollo Urbano y Territorial.

Dirección General de Estadísticas y Censos de la República de El Salvador (DIGESTYC). 2009. Proyecciones nacionales de población, urbano - rural, por sexo y edad. 1985-2030. El Salvador.

ESRI, España. 2010. Obtenido de: <http://www.esri.es/es/productos/arcgis/>, 15/07/2015

Estado de la Región. 2013. Estadísticas de Centroamérica. San José, Programa Estado de la Nación.

Exelis Visual Information Solutions. 2015. ENVI Classic. Versión de 32 bit. Obtenido de: <file:///C:/Program%20Files/Exelis/ENVI51/classic/help/ENVI3WHelp.htm#./Subsystems/UsingENVI/Content/BasicTools/BandMath.htm#kanchor311>, 13/04/2015.

Ferrufino, C, Grande, C. 2013. Tendencias de ordenamiento territorial en América Central y República Dominicana (2009-2012). San Salvador, GIZ-SISCA.

Geosistemas y Tecnología Avanzada S.A. (Geosistec). Obtenido de: http://www.geosistec.com/productos_envi.html, 15/07/2015

GIZ. 2015. Tendencias de Ordenamiento Territorial en América Central y República Dominicana (2012-2015). San Salvador, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

IGAC. 2013. Descripción y corrección de productos Landsat 8 LCDM. Bogotá, Colombia. Versión 1.0.

Instituto Geográfico Nacional de España (IGN-Es). <http://www.ign.es/ign/layoutln/actividadesSistemaInfoGeografica.do>, 16/07/2015

Morales, F. 11 de Julio de 2014. Nueva Guatemala de la Asunción, génesis y desarrollo. Obtenido de: <http://muniguate.com/images/2014/user03/0907/CiudadGuatemala-HISTORIA.pdf>

Moreno, C. 2008. La conurbación: rizoma urbano y hecho ambiental complejo. Medellín, Colombia. Obtenido de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3363/1/CIM-CONURBACION.pdf>, 16/07/2015.

Municipalidad de Guatemala. 2006. Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Guatemala. Guatemala.

Municipalidad de San José (MSJ). 2014. Metrópoli San José- Capital San José. Obtenido de: <http://www.msj.co.cr/san-jose/index.html>, 15/07/2015.

Lungo, M. 2001. Expansión de las ciudades en Centroamérica y generación de riesgos urbanos. Obtenido de: <http://www.uca.edu.sv/revistarealidad/archivo/4d8a19a8c2ebaexpansiondelasciudades.pdf>, 23/07/2015

Lungo, M. 1999. Gestión de la tierra y planificación urbana en San Salvador y Panamá. Lincoln Institute Research Report. San salvador, El Salvador.

ONU-Habitat. 2012. State of the World's Cities Report 2012/2013: Prosperity of Cities. Nairobi, United Nations Human Settlements Programme.

OUGAM. 2015. Observatorio Urbano. Universidad de Costa Rica, ProDUS. Obtenido de: <http://ougam.ucr.ac.cr/index.php/la-gam>, 16/07/2015.

PNUD. 2011. Arriba Capital. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial 2011-2028.

PRIAS. 2015. Crecimiento urbano de las áreas metropolitanas principales en Centroamérica. Estudio elaborado como insumo para el capítulo de panorama ambiental del Quinto Informe Estado de la Región. San José, Proyecto Estado de la Región, Programa Estado de la Nación.

Proyecto Estado de la Región. 2013. Estadísticas de Centroamérica. San José, Programa Estado de la Nación.

Proyecto Estado de la Región. 2014. Estadísticas de Centroamérica. San José, Programa Estado de la Nación.

Proyecto Estado de la Región. 2011. El desafío de enfrentar el cambio climático. En: Cuarto Informe Estado de la Región. San José, Programa Estado de la Nación.

Pujol y Pérez. 2012. Crecimiento urbano en la región metropolitana de San José, Costa Rica. Una exploración espacial y temporal de los determinantes del cambio de uso del suelo, 1986–2010.

Real Academia Española. 2014. Diccionario digital de la RAE. Edición 22. Obtenido de: <http://www.rae.es/>, 15/07/2015.

Richards John. 2013. Remote Sensing Digital Image Analysis. Australia: Editorial Springer. Quinta edición.

Somolka, M.; Mullahy, L. 2013. Políticas de suelo urbano. Perspectivas internacionales para América Latina. Massachusetts, Lincoln Institute of Land Policy.

Universidad de Murcia. 2003. Apuntes de la asignatura teledetección en geografía. Tema 7: Correcciones a las imágenes de satélites. Obtenido de: <http://www.um.es/geograf/sigmur/teledet/tema07.pdf>, 13/04/2015.

Uribe, A. 2000. La integración del Área del Canal y la expansión de la ciudad de Panamá. Campus central-Universidad de Panamá. Panamá.

Urzúa, M. 2015. Gestión de servicios urbanos y ordenamiento territorial en Centroamérica. Nota técnica elaborada como insumo para el capítulo de panorama ambiental del Quinto Informe Estado de la Región. San José, Proyecto Estado de la Región, Programa Estado de la Nación.

USGS/Proyecto GEOSUR. 2013. Mancha Urbana. Cedido por Roberto Lugo, rlugo@usgs.gov/ <http://www.geosur.info/geosur/index.php/en> , 13/04/2015.

USGS. 2015. Landsat Missions Timeline. Obtenido de: http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php , 10/04/2015.

Torres Marisol. 2008. La construcción de la nueva capital de Belice, Belmopán. Jornadas Estudiantiles Latinoamericanas. México.

Weng, Q. 2011. Advances in environmental remote sensing. Indiana, U.S.A. Taylor & Francis Group. ed.1.

ANEXOS

ANEXO METODOLÓGICO

Características de las imágenes Landsat

Cuadro 4. Características generales de las imágenes Landsat 2

| | |
|----------------------|---|
| Fecha de lanzamiento | Este satélite fue lanzado el 22 de enero de 1975 por la NASA. |
| Órbita | <ul style="list-style-type: none">• La altitud de la órbita es de 917 km.• El ángulo de inclinación es de 99.2°.• Cubre la totalidad del globo terrestre en 18 días.• El tiempo de cruce Ecuatorial: 09:30 a.m. +/- 15 minutos |
| Tamaño del pixel | 60 m reflexivo. |
| Bandas Espectrales | Cuenta con 4 bandas espectrales: <ul style="list-style-type: none">• Banda 4 Verde Visible (0.5-0.6 μm)• Banda 5 Rojo Visible (0.6-0.7 μm)• Banda 6 Infrarrojo cercano (0.7-0.8 μm)• Banda 7 Infrarrojo cercano (0.8-1.1 μm) |

Fuente: USGS, 2015.

Cuadro 5. Características generales de las imágenes Landsat 5

| | |
|----------------------|---|
| Fecha de lanzamiento | Este satélite fue lanzado el 01 de marzo de 1984 por la NASA. |
| Órbita | <ul style="list-style-type: none">• La altitud de la órbita es de 705 km.• El ángulo de inclinación es de 98.2°.• Cubre la totalidad del globo terrestre en 16 días.• El tiempo de cruce Ecuatorial: 09:45 a.m. +/- 15 minutos |
| Tamaño del pixel | 30 m reflexivo. |
| Bandas Espectrales | Cuenta con 7 bandas espectrales: <ul style="list-style-type: none">• Banda 1 Visible (0.45-0.52 μm) 30m• Banda 2 Visible (0.52-0.60 μm) 30m |

| | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Banda 3 Visible (0.63-0.69 μm) 30m • Banda 4 Infrarrojo cercano (0.77-0.90 μm) 30m • Banda 5 Infrarrojo cercano (1.55-1.75 μm) 30m • Banda 6 Termal (10.40-12.50 μm) 120m • Banda 7 Infrarrojo medio (2.08-2.35 μm) 30m |
|--|---|

Fuente: USGS, 2015.

Cuadro 6. Características generales de las imágenes Landsat 8

| | |
|----------------------|--|
| Fecha de lanzamiento | Este satélite fue lanzado el 11 de febrero del 2013 por la NASA. |
| Órbita | <ul style="list-style-type: none"> • La altitud de la órbita es de 705 km. • El ángulo de inclinación es de 98.2°. • Cubre la totalidad del globo terrestre en 16 días, con excepción de las latitudes polares. • El tiempo de cruce Ecuatorial: 10:00 a.m. +/- 15 minutos |
| Tamaño del pixel | 30 m reflexivo. |
| Bandas Espectrales | <p>Cuenta con 9 bandas espectrales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banda 1 Visible (0.43-0.45 μm) 30m • Banda 2 Visible (0.45-0.51 μm) 30m • Banda 3 Visible (0.53-0.59 μm) 30m • Banda 4 Roja (0.64-0.67 μm) 30m • Banda 5 Infrarrojo cercano (0.85-0.88 μm) 30m • Banda 6 SWIR 1 (1.57-1.65 μm) 30m • Banda 7 SWIR 2 (2.11-2.29 μm) 30m • Banda 8 Pancromática (PAN) (0.50-0.68 μm) 15m • Banda 9 Cirrus (1.36-1.38 μm) 30m |

Fuente: USGS, 2015.

Pre-procesamiento de las imágenes Landsat

A las imágenes satelitales adquiridas se les aplicó el proceso de corrección, el cual permitió solucionar las distorsiones que el sensor causa sobre la imagen. Las correcciones que se aplicaron a las imágenes utilizadas en el proyecto son: corrección geométrica, corrección radiométrica y corrección atmosférica.

Estas correcciones, se realizaron mediante el software ENVI para las imágenes Landsat 2, 5 y 8. Para las imágenes Landsat 2, se utilizaró la versión clásica (32

bits), mientras que para Landsat 5 y Landsat 8, la versión en su plataforma mejorada.

Corrección Geométrica

La corrección geométrica se realiza para corregir las alteraciones que el movimiento del satélite y la captación en los sensores ocasionan en la imagen. (Universidad de Murcia, 2003)

Este tipo de corrección incluye cualquier cambio en la posición de los píxeles que forman la imagen, ya que al tratarse de un formato digital, esta transformación puede basarse en funciones numéricas, que modifican de forma flexible la geometría de la imagen. (Chuvienco, 2010)

La corrección geométrica para las imágenes Landsat en este proyecto, se realizó mediante la búsqueda y verificación del dato RMSE Verify en el archivo de metadato MTL.txt, el cual posee la información relacionada con el sensor como: captura de la imagen, procesamiento, entre otras variables a considerar.

Corrección Radiométrica

La corrección radiométrica es aquella técnica que modifica los Números Digitales (ND), o valores digitales de 0 a 255 para imágenes de 8 bits, con el objetivo de aproximar estos datos a una recepción ideal de la imagen. (Chuvienco, 2010)

Por lo tanto, la corrección radiométrica implica por una parte la restauración de líneas o píxeles perdidos y por otra la corrección del bandeado de la imagen. (Universidad de Murcia, 2003)

Para las imágenes Landsat, la corrección radiométrica consistió en transformar los valores absolutos de la imagen en valores de radiancia, medida en ($\text{Watts}/(\text{m}^2 * \text{srad} * \mu\text{m})$), por medio de una calibración, en la cual la salida de los datos de almacenamiento se realizará en formato BIL (Banda Intercalada por Línea).

Corrección Atmosférica

La corrección atmosférica consiste en recuperar la radiancia intrínseca del objetivo, obtenida de la señal recibida por el sensor (radiación total del sensor). (Campos *et al*, 2012)

Según Chuvienco (2010), la radiancia que recibe el satélite no es la misma que sale del suelo, ya que la recibida por el satélite está influenciada por la atmósfera, y se pretende medir la reflectividad sin la influencia de la atmósfera.

Es por lo anterior, que se realizó la corrección atmosférica transformando los valores de radiancia de la imagen, obtenidos por medio de la corrección

radiométrica, en valores de reflectancia, la cual puede entenderse por valores de 0 a 100%, donde 0 no posee reflectividad y 100 es totalmente reflectante.

Para la corrección atmosférica se trabajó con el software FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes), el cual “modela la dispersión y la transmisión en la atmósfera para calcular la diferencia entre la radiancia en el sensor y la radiancia en la tierra”. (Campos *et al*, 2012)

El proceso de corrección mediante FLAASH, requiere de varios requisitos:

- a) Se debe trabajar con la imagen resultante de la corrección radiométrica en formato BIL.
- b) La selección del tipo de sensor con el que se trabajó, en este caso multiespectral, y el tipo de imagen Landsat.
- c) El grado de elevación, que se obtuvo por medio de la selección de un punto alto de elevación en Google Earth.
- d) Las condiciones solares, fecha y hora de adquisición de la imagen, que se obtuvieron del archivo de metadato MTL.txt.
- e) El modelo de aerosoles se definirá de acuerdo a la cobertura de la imagen, ya sea marítimo o urbano.
- f) Para el caso de las imágenes Landsat 8, se empleó el modelo k-t.

Post – procesamiento de las imágenes Landsat

Posterior a la corrección de las imágenes, se procedió a la realización del post procesamiento de las imágenes Landsat, este proceso tuvo como objetivo la extracción de la mancha urbana de las capitales de los países Centroamericanos.

A continuación se explica el proceso metodológico a seguir para el análisis de las imágenes:

Recorte de la imagen

La imagen Landsat abarca una extensión territorial mayor al área de estudio de interés del proyecto, por lo que se realizó un recorte de la imagen con la herramienta ROI (Region of interest), extrayendo la mancha urbana que corresponde al área metropolitana de las ciudades capitales de los países Centroamericanos y parte de la periferia (buffer de 2.5 km).

Como referencia se utilizó la capa de mancha urbana del proyecto GEOSUR 2013.

Elaboración del NDVI

El NDVI (por sus siglas en inglés) es el índice de vegetación de diferencia normalizada. Este índice generalmente se utiliza para el análisis de la vegetación

con valores de -1 a 1, siendo -1 valores donde no hay presencia de vegetación, y 1 valores con presencia de la misma, sin embargo, en este proyecto se utilizará de una manera inversa para la extracción de la mancha urbana.

En este proceso, se realizó un ajuste a los parámetros para dar énfasis en la obtención de información de infraestructura urbana.

Elaboración de la máscara

La máscara se elaboró con el objetivo de separar la mancha urbana de todo aquello no correspondiente al uso urbano.

La máscara posee dos valores: Cero (representa valores que se desean excluir al extraer la información en la imagen) y el valor de uno que representa los valores a ser extraídos de la imagen. Al trabajar en el software de ENVI se puede construir una máscara “inversa” a partir de los valores extraídos en las imágenes; lo que quiere decir que los valores se revierten, asignando los valores de 0 a todas aquellas áreas que no son urbanas como vegetación y los valores de 1 a todas aquellas áreas que son urbanas

Conversión de raster a formato vectorial

Posterior a la elaboración de la máscara que se obtiene en formato raster, se procedió a la transformación de esta capa en formato vectorial.

Depuración de la capa

La depuración de la capa vectorial se ejecutó en el software ArcGIS 10.3, con la finalidad de limpiar la capa de rastros que no son de utilidad para el análisis.

En este proceso se extraen de la capa final: nubes, sombras de nubes, ríos, áreas verdes, así como aquellas coberturas que se consideren innecesarias para cumplir con los objetivos del análisis de este proyecto.

Es importante mencionar que se eliminaron las nubes y sombras de nubes que se encontraban dentro de la capa de la mancha urbana resultante, para ello las imágenes afectadas por nubosidad fueron las siguientes:

- Imagen sensor Landsat, Nicaragua 1995, cobertura sombra de nubes y nubes 148 (ha) para un total de 4173 ha.
- Imagen sensor Landsat, Guatemala 2014, cobertura sombras de nubes y nubes 70(ha) para un total de 18345 (ha)
- Imagen sensor Rapid Eye, El Salvador 2012, cobertura sombra de nubes y nubes 290 (ha) para un área total de 8457 (ha)

Además, no se utilizaron otras imágenes para completar el faltante de información en esas áreas.

Validación

La validación se realizó mediante un análisis Random con el uso del software ENVI, este análisis es una clasificación supervisada que mejora la precisión en la clasificación mediante la aleatoriedad, resultando de este modo una validación que permite mayor exactitud en la imagen. (Richards, 2013).

Considerar que no se realizó trabajo de campo debido al tiempo de ejecución del proyecto y la falta de recursos para este trabajo. La validación se realizó de manera computacional. Este tipo de estudios debe acompañarse de trabajos de comprobación para asegurarse que los límites externos del crecimiento de la mancha urbana queden a la información señalada en los mapas del estudio.

Análisis del cambio de la mancha urbana

El análisis del cambio de la mancha urbana se llevó a cabo con el software ArcGis 10.3, para obtener la diferencia de crecimiento urbano por medio del álgebra de mapas. Esta herramienta tiene como función la sobre-posición de las capas de mancha urbana y la resta entre ellas para obtener la diferencia de crecimiento, restando el año más actual al que lo antecede.

Imágenes RapidEye

Las imágenes RapidEye son recolectadas por cinco satélites de observación de la Tierra con sensores idénticos, que están en el mismo plano orbital y además calibradas entre sí. Es decir, una imagen de alguno de los satélites tendrá las mismas características que cualquiera de los otros cuatro satélites RapidEye (BlackBridge, 2013).

Para la adquisición de imágenes RapidEye se puede utilizar la herramienta EyeFind en el sitio web www.BlackBridge.com, donde es posible buscar y seleccionar la región e imagen de interés. Las imágenes pueden ser seleccionadas y se provee un acuerdo de licencia a un tipo de usuario final.

Para este proyecto, las imágenes fueron suministradas por el programa regional REED/CCAD-GIZ (Reducción de Emisiones por Deforestación de Degradación de Bosques en Centroamérica y República Dominicana), y para el caso de Costa Rica se obtuvieron por acuerdo entre el Laboratorio PRIAS del CeNAT y el SIREFOR del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Cuadro 7. Características generales de las imágenes RapidEye

| | | |
|---------------------------------------|---|-------------------------|
| Número de Satélites | 5 | |
| Vida estimada | Más de 7 años | |
| Altitud de Órbita | 630 km heliosincrónica | |
| Hora de Cruce Ecuatorial | 11:00 am hora local (aproximadamente) | |
| Tipo de Sensor | Push Broom Multispectral | |
| Bandas Espectrales | Nombre Rango | Rango espectral (nm) |
| | Azul | 440 – 510 |
| | Verde | 520 – 590 |
| | Rojo | 630 – 685 |
| | Red-Edge | 690 – 730 |
| NIR | 760 – 850 | |
| Tamaño nominal del píxel (nadir) | 6.5 m | |
| Tamaño de píxel (ortorrectificado) | 5 m | |
| Ancho de barrido | 77 km | |
| Capacidad de almacenamiento abordo | Hasta 1.500 km ² de imágenes por órbita | |
| Período de revisita | 1 día (off-nadir) / 5.5 días (en nadir) | |
| Capacidad de captura de imágenes | 5 millones de km ² por día | |
| Rango dinámico de la cámara | 12 bits | |

Fuente: BlackBridge, 2013.

Pre – procesamiento de las imágenes RapidEye

Las imágenes satelitales que se utilizaron en el proyecto se encuentran procesadas geométrica, radiométrica y atmosféricamente. A continuación se describe el procedimiento aplicado para realizar la corrección.

Corrección Geométrica

Las imágenes RapidEye son ofrecidas en tres niveles de procesamiento para satisfacer las distintas necesidades del cliente. BlackBridge (2013), describe esos niveles de la siguiente manera:

- Productos Basic (Nivel 1B): son productos sensor level (corrección a nivel de satélite) con un mínimo procesamiento (sin corregir geoméricamente) para clientes que prefieren geo-corriger las imágenes por sí mismos.
- Productos Ortho (Nivel 3A): son productos ortorrectificados con correcciones radiométricas, geométricas y del terreno en una determinada proyección geográfica.
- RapidEye Ortho Take (Level 3B): son conjuntos de image takes ajustadas en bloque que son de mayor tamaño que los productos de nivel 3A.

Corrección Radiométrica

La corrección radiométrica para estas imágenes es un proceso ya calibrado como parte del producto suministrado de Nivel 3A. Según BlackBridge (2013), la corrección se logra mediante la calibración del sensor, basado en controles periódicos de las estadísticas de todos los datos de imágenes entrantes, adquisiciones sobre lugares de calibración seleccionados y campañas terrestres de calibración absoluta, dando así un producto final con correcciones desde el sensor.

Para las imágenes RapidEye, se utiliza la herramienta Band math (Matemática de Bandas) de Basic Tools del software ENVI classic para la corrección radiométrica. Mediante la aplicación se definen las bandas o archivos que se usan como entrada para llamar a una función Band math, y así escribir el resultado en un archivo o memoria.

La función Band math accede a los datos espacialmente por variables de mapeo a bandas o archivos (Exelis, 2015). Utilizando los datos radiométricos del archivo XML de cada imagen RapidEye y de la herramienta Band math, se obtiene el proceso de corrección radiométrica.

Corrección Atmosférica

Para el caso de las imágenes RapidEye corresponde la misma metodología de Landsat, excluyendo algunos parámetros que el programa introduce automáticamente por ser imágenes satelitales más precisas.

Post – procesamiento de las imágenes RapidEye

Posteriormente se ejecutó el post procesamiento de las imágenes RapidEye, este proceso tuvo como objetivo la extracción de la mancha urbana de las capitales de los países Centroamericanos.

A continuación se explica el proceso metodológico seguido:

Elaboración del Mosaico

Algunos de los países de la RC, requieren de dos o más imágenes RapidEye para cubrir la totalidad de lo que se considera en este proyecto como mancha urbana, por esa razón es que se requiere elaborar un mosaico en ArcGIS 10.3, con el fin de obtener el área de estudio consolidada en un único producto.

Recorte de la imagen o mosaico

El recorte de la imagen o del mosaico, según sea el caso, se realizó en el software ENVI classic, seleccionando una región de interés (ROI) sobre la imagen.

Elaboración de NDVI

Posterior a la selección del área de la imagen RapidEye, se aplicó el proceso de Análisis de Vegetación NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) mediante el módulo “Vegetation Index Calculator” del software ENVI classic. Matemáticamente, NDVI es una simple proporción de dos combinaciones lineales de valores espectrales de reflectancia de las bandas Rojo e Infrarrojo.

Según Weng (2011), este es uno de los índices que proporciona mediciones más exactas de actividad y condiciones de la vegetación, y uno de los más usados por su alta correlación con muchos parámetros biofísicos relacionados con las propiedades del dosel de la vegetación, procesos y funciones.

Esta herramienta permitió sustraer la zona de vegetación de la imagen, dejando como resultado el área correspondiente a la mancha urbana.

Elaboración de máscara

Con base en el resultado del NDVI, se generó una cobertura que selecciona la mancha urbana.

Cuando se usa una máscara como procesamiento de imagen, ENVI classic incluye las áreas con valores de 1 (Vegetación) y hace caso omiso de los valores enmascarados 0 (No vegetación) en los cálculos. Estos valores de 0 y 1

corresponden a los valores del índice, el cual se construyó a partir de las bandas rojo e infrarrojo.

Para generar la máscara, se aplicó el método inverso (seleccionar áreas de valor 0) de manera que en la conversión de raster a formato vectorial, el polígono resultante sea de uso urbano y no de la zona de vegetación.

Conversión de raster a formato vectorial

El tipo de archivo obtenido en el proceso de elaboración de la máscara es de tipo raster. La conversión del archivo se realizó mediante el módulo “Raster to vector” de la herramienta “Vector” del software ENVI classic, y será guardado en formato shape (shp) para procesarlo en el software ArcGis 10.3.

Depuración de la capa

Una vez convertido el archivo, se utilizará la capa vectorial en el software ArcGis 10.3 para realizar la depuración del producto, la cual consiste en eliminar los polígonos y/o partes de polígonos, que no corresponden al área definida como mancha urbana.

Además, en este proceso se extrajeron de la capa final nubes, sombras de nubes, ríos, áreas verdes, así como aquellas coberturas que se consideraron innecesarias para cumplir con los objetivos de este proyecto.

Al igual que en las imágenes Landsat, se eliminaron todas las nubes y sombras de nubes que se encontraban dentro de la capa de la mancha urbana, no se utilizaron otras imágenes para completar el faltante de información. En el caso de las imágenes RapidEye, tampoco se realizó validación de campo.

ANEXO 1. Definiciones

- ArcGIS: es una completa plataforma de información que permite crear, analizar, almacenar y difundir datos, modelos, mapas y globos en 3D, poniéndolos a disposición de todos los usuarios según las necesidades.²
- Área Metropolitana: “área geográfica continua, generalmente perteneciente a diferentes administraciones en las que se forma una gran aglomeración humana que constituye un importante mercado de trabajo diversificado con fuertes relaciones de interdependencia entre los núcleos que la integran”. (Vinuesa, citado en Braña, 2008)
- Buffer: área de influencia que se establece para un área de estudio determinada.
- Capital: “dicho de una población: principal y cabeza de un Estado, provincia o distrito”. (RAE, 2012)
- Ciudad: “conjunto de edificios y calles, regidos por un ayuntamiento, cuya población densa y numerosa se dedica por lo común a actividades no agrícolas”. (RAE, 2012)
- Conurbación: “fenómeno mediante el cual dos o más ciudades se integran territorialmente, independientemente de su tamaño, de sus características propias y de la adscripción administrativa que posean”. (Moreno, 2008)
- ENVI: es un software que permite la visualización, análisis y presentación de todo tipo de imágenes digitales. Además, sus diferentes herramientas permiten el análisis espectral, corrección geométrica, análisis de terreno, análisis de radar, gestión de información SIG, soporte de múltiples formatos, entre otros.³
- Gran Área Metropolitana (GAM): es la gran región metropolitana de Costa Rica que alberga a poco más de la mitad de la población. La GAM es una región en donde las ciudades de San José, Alajuela, Cartago y Heredia son subcentros muy importantes. La GAM está conformada por el Área Metropolitana de San José (comprende a los cantones de San José, Escazú, Desamparados (parcialmente), Aserrí (parcialmente), Mora (parcialmente), Goicoechea, Santa Ana, Alajuelita, Vázquez de Coronado (parcialmente), Tibás, Moravia, Montes

² <http://www.esri.es/es/productos/arcgis/>

³ http://www.geosistec.com/productos_envi.html

de Oca y Curridabat y La Unión que pertenece a Cartago sin embargo, funcionalmente forma parte del área metropolitana de San José), el Área Metropolitana de Cartago (incluye a los cantones Cartago, Paraíso (parcialmente, Alvarado, Oreamuno y El Guarco –parcialmente-), el Área Metropolitana de Heredia (Heredia (excluyendo al distrito de Vara Blanca), Barva, Santo Domingo, Santa Bárbara, San Rafael, San Isidro, Belén, Flores y San Pablo) y el Área Metropolitana de Alajuela (incorpora a los cantones de Alajuela, Poás y Atenas –parcialmente-). (OUGAM, 2015)

- Mancha Urbana: para fines de este proyecto, se definirá como mancha urbana la superficie comprendida por el área metropolitana de las capitales de cada uno de los países de la Región Centroamericana más su periferia.
- Metrópoli: “ciudad principal, cabeza de la provincia o Estado”. (RAE, 2012)
- Periferia: se entiende como los extremos o márgenes de cualquier entidad geográfica, en contraposición al centro. Es decir, periferia es el territorio externo de la ciudad formada por una franja en mayor o menor grado urbanizada, cuyas partes están localizadas a cierta distancia del centro y a las cuales éste extiende su acción (Arteaga, 2005). Para referirse a periferia en la actualidad, no se cuenta con un dato específico de distancia, se sigue un patrón de dispersión con características residenciales en su mayoría.
- Región centroamericana, Centroamérica: comprende los siguientes países: Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá.
- Sistemas de Información Geográfica (SIG): “conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra.” (IGN-Es)
- Mascara inversa: Se entiende a la extracción de la información relacionada con la cobertura de la mancha urbana aplicada para el estudio en ejecución.

ANEXO 2. Fuentes de información

| Autor | Documento | Año |
|---------------------------------------|--|------|
| Ciudad de Guatemala, Guatemala | | |
| INE | X Censo Nacional de Población y V de Habitación, Guatemala 1994. | 1996 |
| Luis Rivadeneira | Guatemala: población y desarrollo. Un diagnóstico sociodemográfico. | 2001 |
| INE | Censos Nacionales XI de población y VI de Habitación. | 2003 |
| Municipalidad de Guatemala | Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Guatemala | 2006 |
| José Martínez | Transformaciones urbanas en Guatemala, 1950-2002 | 2011 |
| Frieda Morales | Nueva Guatemala de la Asunción, génesis y desarrollo. | 2014 |
| Belmopán, Belice | | |
| Marisol Torres | La construcción de la nueva capital de Belice, Belmopán | 2008 |
| Statiscal Institute of Belize | Belize Population and Housing Census 2010 | 2010 |
| Programa Estado de la Nación | Estadísticas de Centroamérica | 2014 |
| Banco Mundial | Datos de población rural | 2015 |
| SELA | Índice Demográfico | 2015 |
| San Salvador, El Salvador | | |
| MIPLAN | Edures (programa para el mejoramiento integrado de las áreas críticas metropolitanas), San Salvador | 1978 |
| Mario Lungo y Sonia Baires | Población y economía en la consolidación de la capital salvadoreña: 1880-1930, en la estructuración de las capitales centroamericanas” | 1988 |
| Mario Lungo | Gestión de la tierra y planificación urbana | 1999 |

| Autor | Documento | Año |
|------------------------------------|--|------------|
| | en San Salvador y Panamá | |
| MARN | Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial | 2001 |
| Gloria Quiteño y Lilian Vega | Políticas e instituciones para el desarrollo económico territorial. El caso de El Salvador | 2008 |
| DIGESTYC | Proyecciones nacionales de población, urbano - rural, por sexo y edad. 1985-2030 | 2009 |
| MARN | Zonificación ambiental y usos del suelo de la Subregión Metropolitana de San Salvador | 2013 |
| Alcaldía Municipal de San Salvador | Salvador Plan municipal de ordenamiento territorial de la ciudad de San Salvador | 2014 |
| Tegucigalpa, Honduras | | |
| IICA | Análisis del desarrollo rural e institucional de Honduras | 1975 |
| CEPAL | Honduras: evaluación de los daños ocasionados por el huracán Mitch, 1998 | 1999 |
| Decreto N° 180-2003 | Ley de Ordenamiento Territorial | 2003 |
| PNUD | Arriba Capital: Plan Municipal de Ordenamiento Territorial 2011-2028 | 2011 |
| BID | Retos del crecimiento urbano en Tegucigalpa: iniciativa de ciudades emergentes y sostenibles | 2014 |
| Programa Estado de la Nación | Estadísticas de Centroamérica | 2014 |
| SELA | Índice Demográfico | 2015 |
| Managua, Nicaragua | | |
| INEC | VII Censo de Población y III de Vivienda, Nicaragua 1995. | 1995 |
| INEC | VIII Censo de Población y IV de Vivienda, Nicaragua 2005. | 2006 |
| Selmira Flores y Flor Rodríguez | Cooperación Holandesa al Desarrollo Urbano de Nicaragua. Evaluación de su política, período 1991-2005. | 2006 |

| Autor | Documento | Año |
|--|--|------------|
| BID | Plan de acción: Managua sostenible. | 2012 |
| Hilda Delgado | La Región Metropolitana de Managua: Temas claves para el ordenamiento territorial. | 2012 |
| Ciudad de Panamá, Panamá | | |
| Mario Lungo | Gestión de la tierra y planificación urbana en San Salvador y Panamá | 1999 |
| Álvaro Uribe | La integración del Área del Canal y la expansión de la ciudad de Panamá | 2000 |
| INEC | XI Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2010 - Comentario-Población | 2010 |
| Carlos David Castro Gómez | Mega crecimiento urbano de la ciudad de Panamá y su impacto sobre el hábitat y la vivienda popular | 2012 |
| MIVIOT | Plan Parcial de Ordenamiento Territorial del Polígono de Influencia de la Línea 1 del Metro de Panamá (PPMP) | 2013 |
| San José, Costa Rica | | |
| INEC | Censo Nacional de población 1973 | 1973 |
| Juan Carlos Retana | ¿Hacia dónde va la planificación urbana de Costa Rica? | 2000 |
| Consejo Nacional de Planificación Urbana | Documento final del grupo de urbanismo y uso del suelo | 2001 |
| Estado de la Nación | Informe final Impacto de la planificación regional de la Gran Área Metropolitana sobre el crecimiento urbano y el mercado inmobiliario | 2011 |
| INEC | Censo Nacional de población y vivienda 2011 | 2011 |
| INVU | Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana (GAM) 2011 – 2030 | 2011 |

| Autor | Documento | Año |
|-------------------------------|--|------------|
| Rosendo Pujol y Eduardo Pérez | Crecimiento urbano en la región metropolitana de San José, Costa Rica. Una exploración espacial y temporal de los determinantes del cambio de uso del suelo, 1986–2010 | 2012 |

ANEXO 3. Bibliografía relevante sobre el crecimiento urbano en cada país

| Tema | Referencia bibliográfica |
|------------------|--|
| GUATEMALA | |
| Normativa | Municipalidad de Guatemala. 2006. Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Guatemala. Guatemala. |
| Geográfico | Morales, F. 11 de Julio de 2014. Nueva Guatemala de la Asunción, génesis y desarrollo. Obtenido de: http://muniguate.com/images/2014/user03/0907/CiudadGuatemala-HISTORIA.pdf |
| Instituciones | Rivadeneira, L. 2001. Guatemala: población y desarrollo. Un diagnóstico sociodemográfico. Obtenido de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/7156/S01121060_es.pdf?sequence=1 |
| | Martínez, J. 2011. Transformaciones urbanas en Guatemala, 1950-2002. Santiago: CEPAL. |
| | Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala. 1996. X Censo Nacional de Población y V de Habitación, Guatemala 1994. Obtenido de: http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/censos/zip/guate/ Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala (2003). Censos Nacionales XI de población y VI de Habitación. Guatemala. |
| BELICE | |
| Institucional | Banco Mundial. 2015. <i>Datos de población rural</i> . Obtenido de: http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS |
| | Programa Estado de la Nación. 2014. Estadísticas de Centroamérica, 2014. San José, Costa Rica. |
| | Statistical Institute of Belize. 2013. Belize Population and Housing Census 2010. UNFPA. Belmopán, Belice. |
| | SELA. 2015. Índice demográfico. Estados miembros. Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe. Obtenido de: http://www.sela.org/view/index.asp?ms=258&pageMs=27258 |
| | Torres Marisol. 2008. La construcción de la nueva capital de Belice, Belmopán. Jornadas Estudiantiles Latinoamericanas. México. |
| HONDURAS | |
| Instituciones | Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2014. Retos del crecimiento urbano en Tegucigalpa: iniciativa de ciudades emergentes y sostenibles. Obtenido de: http://issuu.com/25965/docs/1_retos_crecimiento_urbano |
| | IICA. 1975. Análisis del Desarrollo Rural e Institucional de Honduras. |
| | Programa Estado de la Nación. (2014). Estadísticas de Centroamérica, 2014. San José, Costa Rica. |
| | SELA. (2015). <i>Índice demográfico</i> . Estados miembros. Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe. Obtenido de: http://www.sela.org/view/index.asp?ms=258&pageMs=27313 |

| | |
|---|---|
| Normativa | Decreto N° 180-2003. 2003. Ley de Ordenamiento Territorial. Congreso Nacional de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, 28 de noviembre del 2003. |
| | PNUD. 2011. Arriba Capital. Plan Municipal de Ordenamiento Territorial 2011-2028. |
| Geográfico | CEPAL. 1999. Honduras: Evaluación de los daños ocasionados por el huracán Mitch, 1998. Obtenido de: http://www.cepal.org/publicaciones/xml/1/15501/l367-1.pdf |
| Fases del proceso metodológico. Antecedentes de instrumentos de planificación. Descripción físico-geográfica del municipio. Subsistemas estudiados: social, económico, infraestructura, natural y gestión del riesgo, político y administrativo. Plan de inversión multianual | Municipio del Distrito Central. Febrero, 2014. Plan de Desarrollo Municipal con enfoque de Ordenamiento Territorial. Diagnóstico Integral Multidimensional. Suministrado por los expertos del Taller Regional |
| EL SALVADOR | |
| Normativa | Alcaldía Municipal de San Salvador. 2014. Plan municipal de ordenamiento territorial de la ciudad de San Salvador. |
| | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2001. Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial. |
| | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2013. Zonificación ambiental y usos del suelo de la Subregión Metropolitana de San Salvador. |
| | MIPLAN. 1978. Edures (Programa para el mejoramiento integrado de las áreas críticas metropolitanas). San Salvador. |
| | Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). 2001. Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial. |
| Institucional | Dirección General de Estadísticas y Censos de la República de El Salvador (DIGESTYC). 2009. Proyecciones nacionales de población, urbano - rural, por sexo y edad. 1985-2030. El Salvador. |

| | |
|-------------------|--|
| Varios. | <p>Lungo, M; Baires, S. 1988. Población y economía en la consolidación de la capital salvadoreña: 1880-1930, en la estructuración de las capitales centroamericanas. Educa, San José.</p> <p>Lungo, M. 1999. Gestión de la tierra y planificación urbana en San Salvador y Panamá. Lincoln Institute Research Report. San salvador, El Salvador.</p> |
| | <p>Quiteño, G; Vega, I. 2008. Políticas e instituciones para el desarrollo económico territorial. El caso de El Salvador. Naciones Unidas. Santiago, Chile.</p> |
| NICARAGUA | |
| Normativa | <p>Altamirano, R. s.f. Propuesta de Integración de Planes de Desarrollo para Managua Metropolitana. Obtenido de: http://slideplayer.es/slide/1076544/, el 17/07/2015</p> |
| | <p>Banco Interamericano de Desarrollo (BID). 2012. Plan de acción: Managua Sostenible. Managua.</p> |
| | <p>Plan Regulador de Managua. 1968. Oficina Nacional de Urbanismo, Ministerio de Obras Públicas. Obtenido de: http://managua72.ihnca.edu.ni/fichas/Plan%20Regulador%20de%20Managua%20-%201968.pdf, 17/07/2015</p> |
| | <p>Normas, políticas y legislación relacionada con el ordenamiento territorial en Nicaragua. / Flores, S., Rodríguez, F. 2006. Cooperación Holandesa al Desarrollo Urbano en Nicaragua. Evaluación de su política, período 1991-2005. Obtenido de: http://www.iob-evaluatie.nl/sites/iob-evaluatie.nl/files/nicaragua.pdf</p> |
| Geográfico | <p>Delgado, H. 2012. La Región Metropolitana de Managua: Temas claves para el ordenamiento territorial. Managua: Master en Desarrollo Urbano y Territorial.</p> |
| Instituciones | <p>Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 1995. VII Censo de Población y III de Vivienda, Nicaragua 1995. Obtenido de: http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/censos/zip/nica/index.htm, el 11/06/2015</p> <p>Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC. 2006. VIII Censo de Población y IV de Vivienda, Nicaragua 2005. Nicaragua: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.</p> |
| Otros | <p>Recopilación y análisis de Planes Urbanos.</p> <p>Majewky, M. 2013. Resultados, estudios preparatorios. Urban Design Laboratory (UDL). Obtenido de: http://www.urban-managua.org/wp-content/uploads/EXPO-ESTUDIOS-PREPARATORIOS-11-ABRIL-2013.pdf, el 17/07/2015</p> |
| Uso del suelo | <p>Environmental Resources Management (REM). 2013. Desarrollo urbano y cambio climático. Documento elaborado para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).</p> |
| COSTA RICA | |
| Institucional | <p>Estado de la Nación. 2011. Informe final Impacto de la planificación regional de la Gran Área Metropolitana sobre el crecimiento urbano</p> |

| | |
|--------------------|---|
| | y el mercado inmobiliario. |
| | INEC. 1973. Censo Nacional de población 1973. Obtenido de: www.inec.go.cr , 22/05/2015 INEC. 2011. Censo Nacional de población y vivienda 2011. Obtenido de: www.inec.go.cr , 22/05/2015 |
| Normativa | INVU. 2011. Plan de Ordenamiento Territorial de la Gran Área Metropolitana (GAM) 2011 – 2030. |
| | Pujol y Pérez. 2012. Crecimiento urbano en la región metropolitana de San José, Costa Rica. Una exploración espacial y temporal de los determinantes del cambio de uso del suelo, 1986–2010. |
| | Retana Juan Carlos. 2000. ¿Hacia dónde va la planificación urbana de Costa Rica? En: Ciencias Sociales N° 88. |
| PANAMA | |
| Institucional | Castro. C. 2012. Mega crecimiento urbano de la ciudad de Panamá y su impacto sobre el hábitat y la vivienda popular. FLACSO. Ecuador. |
| | INEC. 2010. XI Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2010 - Comentario-Población. Panamá. |
| | Lungo, M. 1999. Gestión de la tierra y planificación urbana en San Salvador y Panamá. Lincoln Institute Research Report. San Salvador, El Salvador. |
| Uso del territorio | Uribe, A. 2000. La integración del Área del Canal y la expansión de la ciudad de Panamá. Campus central-Universidad de Panamá. Panamá |
| Normativa | MIVIOT. 2013. Plan Parcial de Ordenamiento Territorial del Polígono de Influencia de la Línea 1 del Metro de Panamá (PPMP). Panamá. |