

SÍNTESIS DEL INFORME REGIONAL PARA LA BARQUITA: SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA.

Yraida Romano, Mta. Arquitecta; Alejandro Marambio, Mto. Arquitecto;
Nicola Colaninno, Mto. Arquitecto.

Palabras claves: Gestión y planificación Urbana, Sistemas de información geográfica, Teledetección.

Resumen

Esta comunicación expone una síntesis del desarrollo del Informe Regional realizado para el proyecto de la Readequación del Barrio de la Barquita, localizada en el municipio de Santo Domingo Este, de la Región Metropolitana de Santo Domingo en la República Dominicana. El trabajo es un encargo del Ministerio de la Presidencia, a fin de generar herramientas de información y análisis fiables sobre la situación actual de los sistemas que conforman la estructura del territorio metropolitano y su relación con el área de actuación del proyecto.

El estudio se centra en la realización de un inventario de las coberturas del suelo utilizando técnicas de teledetección mediante la clasificación automática de imágenes satelitales para los años 1986 y 2010, dividida en un análisis a detalle en cuatro sistemas: hídrico, forestal/natural, agrícola y urbano. Esto permitió obtener información estructural de la Región y computar indicadores de paisaje a través de herramientas GIS, para entregar un análisis sobre los cambios ocurridos, los modelos de crecimiento y las tasas de consumo de suelo de la zona. Se han identificado las zonas que están sometidas a mayor presión urbana, aquellas que tienen potencial para ser urbanizadas, zonas con riesgos de inundabilidad y por otra parte se muestra, la falta o dificultades, en la aplicación de un planeamiento de carácter territorial para la Región.

Introducción

El área denominada La Barquita está comprendida por el desarrollo de asentamientos vulnerables en ambos márgenes de la cuenca media del río Ozama, entre el puente Gregorio Luperón y la entrada a los manantiales Cachón de la Rubia. Se considera un sub-barrio del sector Los Mina Norte en San Lorenzo de los Mina, ubicado en el municipio de Santo Domingo Este, Provincia de Santo Domingo¹.

Este sector es uno de los puntos de mayor vulnerabilidad, dentro de la Cuenca Ozama y el área metropolitana de Santo Domingo, es un ejemplo de las tensiones y desequilibrios derivados de la densidad poblacional y los verdes urbanos no planificados. No es posible ignorar el cómo, cuánto y sobre qué ha crecido y crece la ciudad de Santo Domingo. La tasa de crecimiento, el déficit de vivienda, no solo de área bruta, sino de las dotaciones, servicios e infraestructuras que implica la producción de las mismas, somete a una presión importante a la infraestructura verde sobre la que se sostiene: las pérdidas de suelos agrícolas y forestales, la escasa disponibilidad de suelo urbanizable y alto grado de contaminación de sus cuerpos de agua.

La principal problemática que presenta el barrio de La Barquita es que la gran mayoría de las viviendas están localizadas en la ladera del río, siendo estas en épocas de intensas lluvias inundadas completamente por el mismo, como se puede observar en las imágenes siguientes.



Figura 1. Vista general del Barrio La Barquita en temporada ciclónica.

Fuente: <http://www.cuencaozama.com/video>

En este contexto la presidencia del país en el año 2013 declaró de alta prioridad la readecuación de los asentamientos humanos de dicha barriada, bajo el decreto Presidencial 16-13. El mismo dispuso la creación de la comisión para la Readecuación de La Barquita, con la misión de realizar estudios, consultas, informes técnicos y propuestos de políticas públicas que permitan encontrar y aplicar soluciones definitivas a los factores de riesgo que afectan a las comunidades de la zona para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Metodología

El informe se realiza mediante una metodología de elaboración propia, cuyo principal objetivo es convertir la compleja cantidad de datos que genera el territorio, en información fiable, actualizada y precisa, para su manejo y gestión, tanto a escala Regional como a escala Local. La misma se desarrolla en tres fases. La primera revisa la

¹ <http://www.cuencaozama.com/la-barquita/>

información básica; el modelo digital del terreno, los límites administrativos, la estructura de la población y las redes de carreteras. En una segunda fase se elige la diferencia temporal entre un periodo actual y uno anterior para realizar el inventario de las cubiertas del suelo con teledetección (1986 – 2010), donde se cuantifican los cambios. Por último, se realiza un análisis de cada sistema de forma individual en GIS según indicadores relevantes para cada categoría, entendiéndose como sistema el conjunto de elementos básicos paisajísticos que encontramos en un territorio (Hídrico, Natural/Forestal, Agrícola, y Urbano).

Información base

Para cumplir los alcances del informe y conocer la configuración de los aspectos básicos de la estructura territorial se debe disponer mínimamente de los siguientes datos:

Modelo Digital del Terreno (MDT): Este modelo nos permite tener una representación tridimensional de una porción del espacio geográfico que representa los valores digitalizados altimétricos en la forma de una matriz de píxeles o puntos. Con esta información es posible evaluar y gestionar los riesgos naturales como inundaciones o zonas vulnerables a la erosión, el cálculo de las pendientes puede asociarse con coeficientes de permeabilidad para indicar la ubicación de las corrientes de agua y recogida en caso de inundaciones, y/o se puede trabajar como un elemento geográfico para explicar la ubicación de una estructura urbana y su crecimiento.

División administrativa: La necesidad de segmentar servicios y datos, obliga a que se definan diferentes niveles de administración. Cada país presenta generalmente cinco niveles que corresponden; al país, la región, la provincia, el municipio y sus barrios. Conocer estos límites permite segmentar la información que se genera para vincularse con otras bases de datos o normativas existentes.

Población: Gracias a estas divisiones administrativas es posible vincular datos de población al territorio y de esta forma valorar a la misma en términos de problemas, aspiraciones, y oportunidades en aspectos como la capacidad de desarrollar actividades de producción, consumición de bienes y servicios, relaciones sociales y nivel de participación.

Red de carreteras: El desarrollo territorial de una población siempre ha seguido las principales vías de comunicación uniendo ciudades, pueblos y barrios y es a través de ellas que se tiene que canalizar el flujo de personas y mercancías. La exposición de un mapa territorial actualizado de red de carreteras es indispensable para reflexionar sobre cómo mejorar estos flujos y para decidir cómo se canalizará el crecimiento o desarrollo de la población en el futuro de forma ordenada y sostenible.

Inventario de coberturas de suelo

La delimitación de las áreas se hace a partir de técnicas de teledetección (*Anji, 2008*), con un proceso semiautomático, mediante el análisis por pixel. El material de base de la clasificación son las imágenes satelitales Landsat, para los periodos 1986 y 2010, donde la escala de trabajo válida es 1:200 000. Esta clasificación se divide en dos niveles, el primero refleja el estado de los elementos básicos paisajísticos que encontramos en el territorio, y el segundo nivel detalla las características específicas de cada uno de los sistemas dependiendo de las características físicas de las cubiertas de suelo.

El proceso para la realización del inventario es el siguiente:

1. Preparación de las imágenes satelitales

Los procedimientos de adquisición de imágenes de la superficie terrestre, a través de la teledetección, se basa en la utilización de dos tipos de plataformas que llevan distintos tipos de sensores: plataformas aerotransportadas (globos, helicópteros y aviones) y plataformas espaciales (satélites). Las diferentes orbitas, junto con las diferentes características técnicas de los sensores, en términos de resolución espacial, espectral y radiométrica, proporcionan varios tipos de imágenes. Este estudio en particular se basa sobre el uso de imágenes multisectoriales derivadas del satélite Landsat, gestionado por Estados Unidos.

Las imágenes Landsat, cuyo nombre deriva de la suma de Land (tierra) + Satellite (satélite), están disponibles desde el año 1972 a través el uso de 7 satélites de la serie Landsat. De hecho los satélites van del 1 a 8 (Landsat 8 ha sido lanzado durante el 2013), pero la misión 6, lanzada en 1993, no logró alcanzar la órbita. Estos satélites, que han sido una componente importante del programa de monitoreo de la superficie terrestre gestionado por la NASA, utilizan cuatro sensores primarios que han ido evolucionando a lo largo de más de treinta años: MSS (Multi-espectral Scanner), TM (Thematic Mapper), ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus), y OLI (Operational Land Imager). La misión Landsat proporciona imágenes, a través de escenas de tamaño de alrededor de 185 x 185 Km, de media resolución espacial, y para bandas en el espectro del visible y del infrarrojo (hasta 30m). Imágenes térmicas (de resolución espacial de hasta 60m) y una imagen pancromática de 15m de resolución están disponibles para los sensores ETM+, y OLI; mientras que el sensor TM solo lleva una imagen térmica, además de la imagen multi-espectral.

La colección de Landsat disponible a través de varias plataformas informáticas tal como USGS (U.S. Geological Survey) o GLCF (Global Land Cover Facility) está dirigida al análisis de coberturas del suelo en sus fases temporales, ya que proporciona datos históricos desde los años setenta hasta la actualidad, siendo en continua actualización.

Las imágenes Landsat, que están disponibles en formato GeoTIFF a 8 bits, y de acuerdo con el sistema de proyección geográfica UTM (Universal Transverse Mercator), WGS (World Geodetic System) 84, prevén un pre-procesamiento de primer nivel para corregir los errores derivados de la curvatura de la tierra y la topología del terreno. Un proceso de calibración, para conseguir valores de reflectancia para cada pixel, (*Chander, 2009*) y un proceso de corrección atmosférica necesario para eliminar errores debidos al efecto de "scattering" de las radiaciones solares a través de la atmosfera, preceden el proceso de clasificación apto a cuantificar la composición del paisaje en términos de cubiertas de suelo. Un proceso de limpieza automática para quitar nubes y sombras correspondientes, y el reemplazo de información "útil" ha sido desarrollado por LEAPFROG con el fin de conseguir imágenes satélite "limpias", siendo que la realidad de la superficie terrestre resulta a menudo ser bastante compleja.



Figura 2. Landsat Color Natural 1986 y 2010. Región Ozama o Metropolitana
Fuente: Elaboración propia

2. Clasificación de las coberturas del suelo

Esta se centra en el estudio detallado de las características espectrales de los píxeles en función de las propiedades físicas de los distintos materiales, que a su vez afectan a los valores de reflectancia en distintos rangos de longitud de onda. El proceso de clasificación empieza con el uso de librerías espectrales específicas que recogen un número considerable de diferentes categorías de cubierta de suelo.

De cada periodo de tiempo se realiza un pre proceso de la imagen satelital donde se limpia, optimiza, calibra y se genera el mosaico necesario para cubrir el ámbito territorial de la zona de estudio. Las técnicas principales utilizadas en la clasificación para la obtención de 24 categorías se fundamentan en cuatro pasos:

- Generación de información adicional a través del uso de indicadores específicos tal como el Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), Normalized Difference Soil Index (NDSI).
- Uso de Modelos Digitales de Elevación (DEM) para generar Modelos Digitales de Terreno (MDT)
- Aplicación de análisis cluster sobre imágenes multiespectrales, según distintas técnicas, y en particular Parallelepiped, Minimum Distance, Mahalanobis Distance, Spectral Angle Mapper.
- Aplicación de filtros de post-proceso para limpiar y homogeneizar la información.

3. Análisis de los cambios

El objetivo de este apartado es tener una visión en conjunto de la evolución de las formas territoriales y de sus diferentes sistemas, y entender las relaciones entre ellos. Por lo que se cuantifican las superficies sobre los cambios ocurridos en las cubiertas del suelo entre un periodo y otro, detectando las tendencias en el consumo de suelo.

Sistemas

A partir de las clasificaciones de primer nivel, se transforman las imágenes ráster a polígonos para su análisis en GIS. Se proponen 4 sistemas de estudio en detalle: Sistema Hídrico y Sistema Forestal (Naturales) y Sistema Agrícola y Sistema Urbano (Artificiales). A cada sistema se le aplica un conjunto de indicadores válidos para su mejor interpretación y representación. Que si bien se analizan de forma individual, no se entienden si no se relacionan de forma global con el resto de los sistemas.

Indicadores de paisaje y de clase

En general, las estructuras espaciales de un paisaje están asociadas a la composición y a la configuración de los elementos que componen el mismo. Composición que se refiere al número y a la aparición de diferentes tipos de elementos, o parches, mientras que la configuración abarca la distribución física o el carácter espacial de los parches dentro de un paisaje (*McGarigal, 1994*). La cuantificación se refiere a la medición de indicadores cuales diversidad, homogeneidad, o heterogeneidad, aplicados a cada parche, o bien a conjuntos de estos que se reconocen como clases. Los elementos del paisaje pueden describirse y/o clasificarse bajo diferentes aspectos: como biotopos, como hábitats, de una forma más "simplificada" y agregada, como lo son las categorías de cobertura terrestre. Estas categorías de cobertura terrestre representan la relación entre las condiciones naturales y la influencia humana, tanto en el tiempo como en diferentes períodos históricos.

El mosaico espacial de los elementos del paisaje determina en gran medida la fisonomía, el aspecto visual y la percepción humana de un paisaje. Por otro lado, la configuración espacial y la composición de los elementos del paisaje (hábitats y biotopos) juegan un

papel importante en la funcionalidad ecológica y la diversidad biológica. En este contexto se han desarrollado numerosos índices matemáticos que permiten la descripción objetiva de diferentes aspectos de las estructuras del paisaje y sus patrones (*McGarigal, 1994*).

Las métricas de paisaje que se han aplicado para este estudio son: Patch Density (PD), Edge Density (ED), Índice de Diversidad de Shannon (SHDI), Índice de Intersección y Yuxtaposición (IJI)². Todos los indicadores de paisaje se calcularon a través de la herramienta fragstats 4.1, sobre un base ráster de resolución espacial a 30m/pixel. Los análisis se han hecho utilizando reglas de cercanía a 8 celdas.

Con respecto a los indicadores de clase, para este estudio se han tenido en cuenta dos dimensiones para describir las clases de cobertura de suelo, es decir la dimensión formal y la distribución espacial. La forma de una clase se define a su vez a través de dos variables que son la forma de los polígonos y la estructura de un conjunto de polígonos, es decir la cantidad de parches que componen una clase. Los dos indicadores se refieren al concepto de fragmentación: Fragmentación de la forma (Dimensión Fractal - FRAC) y fragmentación de la estructura (Índice de división - SPLIT) de una clase, sin tener en cuenta la posición de los parches en el espacio. (*Angel, 2010*). La distribución espacial tiene en cuenta básicamente distancias entre parches y peso de los parches en términos de superficie ocupada. Dos indicadores se utilizan para este estudio el Índice de Proximidad (PROX) y el Índice de Conexión (CONNECT). Estos indicadores solo se calcularon para los sistemas natural/forestal, agrícola, y urbano.

Resultados

La principal aportación de este informe es un inventario de las cubiertas del suelo, derivado de un proceso de clasificación automática de imágenes satélites en dos periodos de tiempo, para la obtención de una cartografía temática de alta resolución, producto digital que comprende los principales tipos de categorías del suelo, con una leyenda jerárquica de 2 niveles que corresponden a 24 categorías.

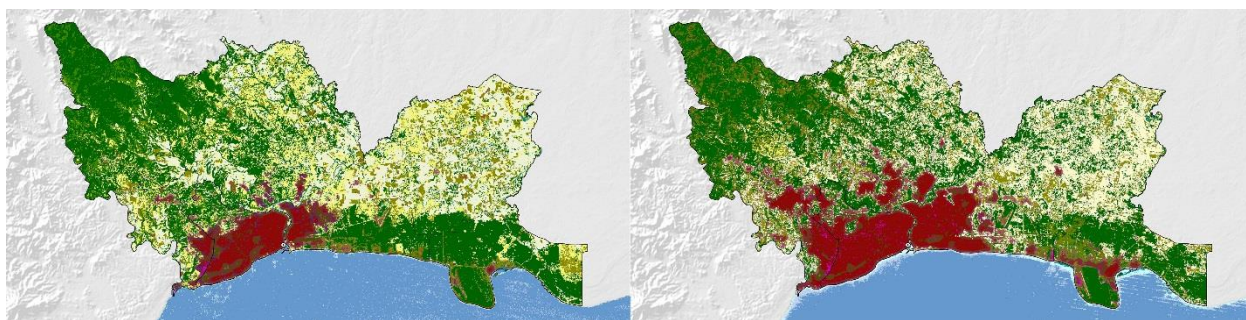


Figura 3. Clasificación de las cubiertas del suelo, 1986 y 2010. Región Ozama o Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento poblacional y de vivienda se realizó mediante la diferencia de personas entre los censos de 2002 y 2010, y así obtener una tasa de crecimiento anual (TCA) por

² Gerd Eiden, Maxime Kayadjanian, Claude Vidal. CAPTURING LANDSCAPE STRUCTURES: TOOLS. European Commission. <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape/ch1.htm>

McGarigal, K., SA Cushman, and E Ene. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

municipio. Se calcularon dos valores teóricos; el primero representa el crecimiento anual de la población y el segundo, el número de viviendas que estas personas representan.

En base a la densidad urbana (población / superficie artificializada) se calculó la demanda de suelo anual teórica que requiere la Región, y el promedio de viviendas que se construyen actualmente por hectárea. Ver tabla siguiente.

NOMBRE	POB 2002	POB 2010	TCA	Crecimiento		NetDens 2010 hab/ha	Demanda Suelo	
	personas	personas		personas / año	viviendas / año		ha/año	viv/ha
DISTRITO NACIONAL	913.540	965.040	0,7%	6.500	1.900			
SANTO DOMINGO DE GUZMÁN	913.540	965.040	0,7%	6.500	1.900	13.038	50	38
SANTO DOMINGO	1.817.754	2.374.370	3,4%	80.500	23.000			
SANTO DOMINGO ESTE	793.396	948.885	2,3%	21.500	6.100	12.776	168	36
SANTO DOMINGO OESTE	280.912	363.321	3,3%	12.000	3.400	12.538	96	36
SANTO DOMINGO NORTE	368.842	529.390	4,6%	24.500	7.000	16.008	153	46
BOCA CHICA	99.508	142.019	4,5%	6.500	1.900	8.144	80	24
SAN ANTONIO DE GUERRA	28.286	43.963	5,7%	2.500	700	15.222	16	43
LOS ALCARRIZOS	199.611	272.776	4,0%	11.000	3.100	15.855	69	45
PEDRO BRAND	47.199	74.016	5,8%	4.500	1.300	12.545	36	36
Ozama o Metropolitana	2.731.294	3.339.410	2,5%	85.000	24.300	13.266	641	38

NOTA:

Se considera 3,5 personas / hogar (ONE 2010)

Para el total de viviendas solo se considera la suma de viviendas unifamiliares y apartamentos

Figura 4. Población, tasa de crecimiento y crecimiento absoluto. Región Ozama o Metropolitana
Fuente: Elaboración propia, datos ONE

El estudio de los cambios en las cubiertas de suelo refleja la explosión urbana que ha tenido Santo Domingo durante las últimas décadas en el periodo comprendido entre 1986 a 2010. La zona urbana ha duplicado su superficie artificial con una tasa de crecimiento anual del 3.0%, que supera a la tasa de crecimiento anual de población promedio de 2,5% para la Región, por lo que se puede decir que ha habido un cambio en el modelo de crecimiento hacia un modelo de baja densidad. Este crecimiento ha ido consumiendo tanto suelo agrícola como natural/forestal, facilitado por las bajas pendientes que presenta la gran mayoría de la zona de estudio (89,8% de la Región se encuentra en pendientes menores al 10%, y el 4,8% entre 10 y 20%). También se puede ver una ganancia del suelo natural/forestal a coste de suelos productivos agrícolas.

Análisis de los Sistemas

Para este estudio específico se eligió el cómputo por sistemas en cuatro categorías, entendidas como las partes fundamentales del territorio. La interacción entre estos cuatro sistemas en un periodo significativo de tiempo, explica de forma clara el modelo de desarrollo de territorial, entendiendo hacia donde se da el crecimiento y a qué velocidad, qué suelos productivos se mantienen y qué zonas merece la pena proteger, ya sea por riesgos o por valor ambiental. Por lo tanto, la disponibilidad de esta información permite proporcionar instrumentos urbanísticos a escala territorial aptos a programar un crecimiento equilibrado entre todas las fuerzas que compiten en el espacio.

La referencia al Sistema Hídrico en Santo Domingo confluyen dos ríos caudalosos cuyas cabeceras montañosas reciben grandes cantidades de agua pluvial con máximos que superan los 2.000 mm de precipitación media anual. El Ozama, el más importante, cuya cuenca abarca más de 3.000 km² y con una longitud de más de 120 km es el río más largo y más caudaloso de la zona. En cabecera este río presenta un gradiente altimétrico de unos 10 metros de altura por cada kilómetro de río, por tanto, un tramo de río rápido, el cual se suaviza en la llanura a valores de hasta 4 metros por kilómetro recorrido. El Río Isabela, afluente del Ozama, tiene la particular característica de ser más pequeño,

unos 400 km² de área de cuenca y corto, unos 50 km, por lo que lo hace más rápido ya que el gradiente altimétrico es de 18 metros de altura por cada km de longitud de río.

El Río Haina situado al Oeste de Santo Domingo, es un río aún más rápido llegando a los 19m altura/km, casi doblando el gradiente altimétrico de la del Río Ozama. El Haina también casi dobla en altura su cabecera siendo de unos 1400 metros de altura la zona más alta de su cuenca. La presión demográfica de la ciudad y sus alrededores con el tiempo ha llevado a establecer asentamientos irregulares en las cuencas de los ríos y en las desembocaduras, convirtiendo este hecho en un riesgo que puede comportar ante un fuerte temporal pérdidas humanas y materiales. Por lo que se ha realizado un mapa de riesgo de inundación que muestra las zonas más vulnerables de recibir un fuerte impacto en caso de meteorología adversa, en un escenario teórico. Presentado las zonas urbanas que quedarían afectadas en el supuesto caso que el nivel del río se elevase hasta el nivel de 6m sobre el nivel del mar, nivel que ya ha sido experimentado anteriormente durante el paso de un huracán tropical.

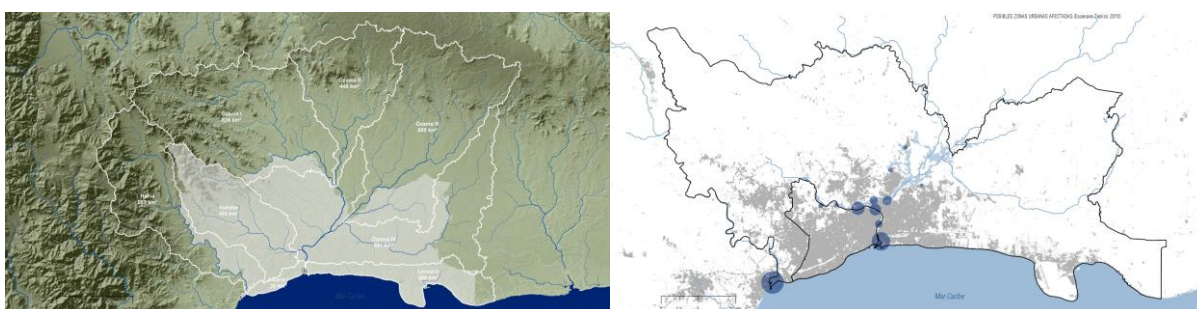


Figura 5. Mapas de Cuencas hidrográficas y ríos / Zonas con riesgo de inundación. Región Ozama o Metropolitana. Fuente: Elaboración propia

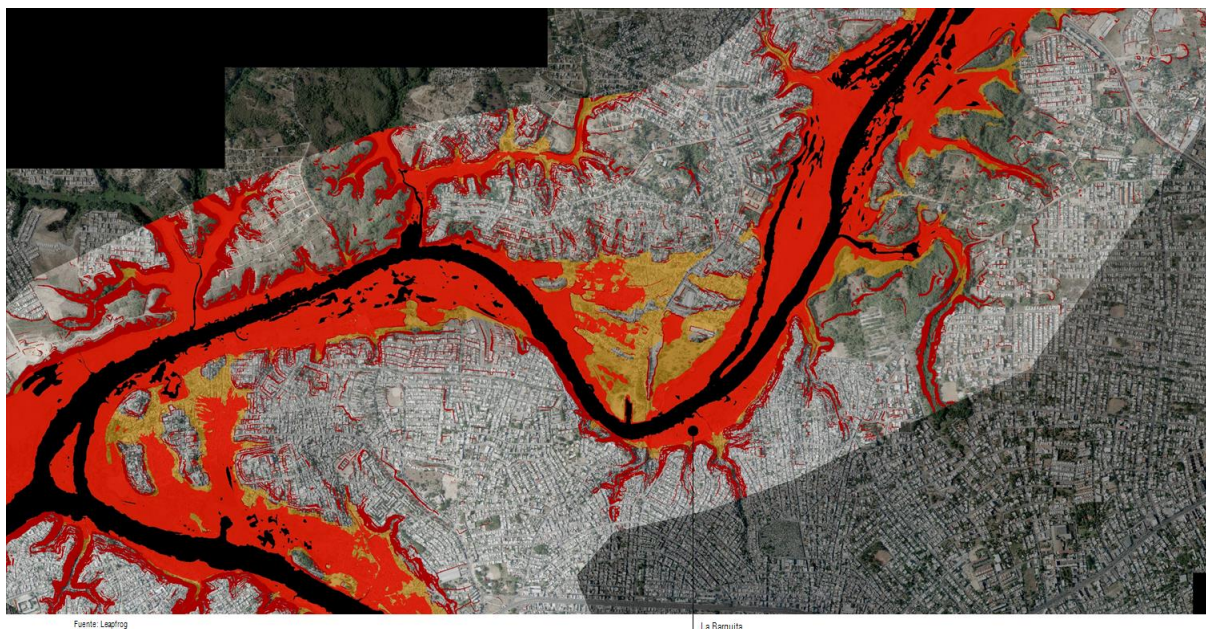


Figura 6. Límite urbanizable de La Barquita: 3m límite inundabilidad + >30% pendientes, 6m amortiguamiento. Fuente: Elaboración propia

En el Sistema Natural / Forestal, el resultado de los análisis del sistema natural, por un lado a nivel cuantitativo, muestra que el cambio en el sistema natural/ forestal para el periodo estudiado no ha sido significativo a nivel Regional. Sin embargo, si es patente un cambio en los municipios cercanos a zonas urbanas, especialmente en Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Este y los Alcarrizos. Por otra parte, en los municipios que tienden

a un carácter más agrícola, el cambio de modelo productivo, ha permitido que se recuperen algunos espacios naturales, así como el caso de San Antonio Guerra. Y por otro lado a nivel cualitativo, el conjunto del Sistema verde ha perdido en términos de valor ecológico; se ha fragmentado más y se ha perdido conectividad.

En cuanto a fragmentación, a pesar de que el cambio en la forma de los perfiles de los polígonos del Sistema natural no ha aumentado en complejidad, el índice de subdivisión refleja una mayor ruptura del conjunto en más partes, especialmente en los municipios de Santo Domingo Oeste, los Alcarrizos y San Antonio Guerra. En cuanto a la conectividad, el indicador de proximidad refleja que en la mayoría de los municipios la relación entre las partes se ha ido perdiendo, también debido a una disminución en términos de conectividad, y eso se destaca, por ejemplo, en el municipio de Pedro Brand. Esta pérdida generalizada de calidad requiere una especial atención para evitar la pérdida de los ecosistemas existentes. En los cambios para el periodo se reflejan dos casos, el primer caso muestra una pérdida significativa de suelo natural en Santo Domingo Este, a causa del crecimiento urbano; y el segundo, una recuperación de suelo que coincide con el área inundable en el límite entre Santo Domingo Norte y Santo Domingo Este, a lo largo del río Ozama. En muchos casos la pérdida de calidad ambiental en el sistema, ha ocurrido debido al consumo de suelo por parte de la urbanización.

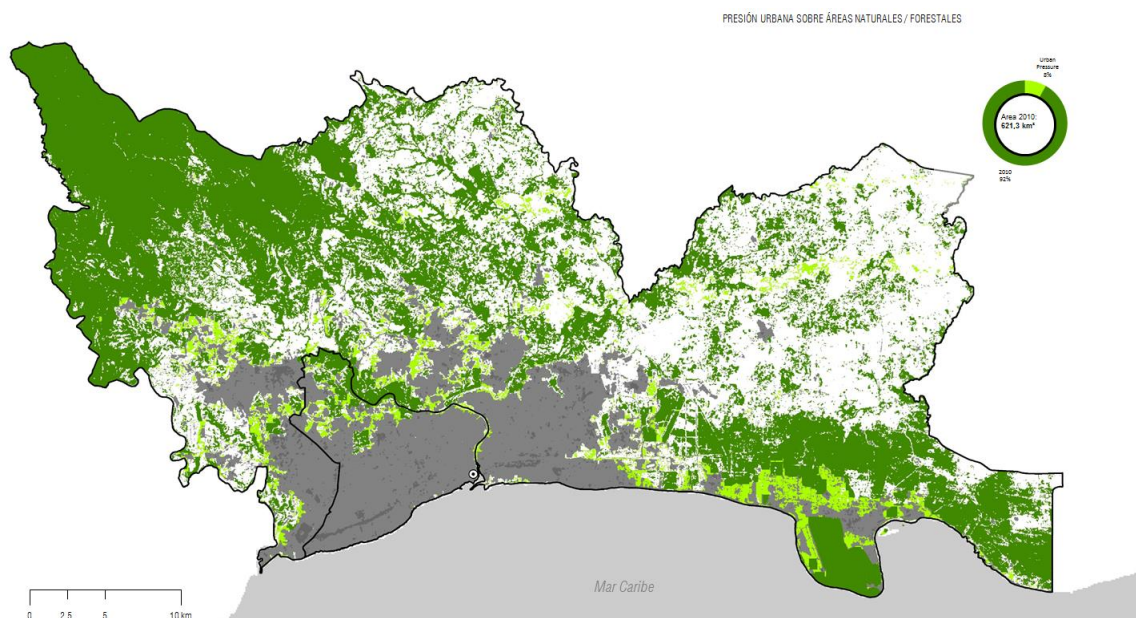


Figura 7. Mapa de cambios del sistema Natural / forestal (Área perdida, mantenida, recuperada). Región Ozama o Metropolitana. Fuente: Elaboración propia

En el Sistema Agrícola los análisis denotan que a nivel cuantitativo, en el marco de la Región Metropolitana, el cambio en el sistema agrícola para el periodo estudiado indica que cada 10 años se pierde, alrededor de un 7% de superficie agrícola. Este fenómeno se ha dado en particular en los municipios de Santo Domingo de Guzmán y Santo Domingo Oeste, también destacando una tasa importante de pérdida de suelo agrícola en Santo Domingo Este y los Alcarrizos. Los municipios que mantienen un carácter productivo agrícola son San Antonio de Guerra, seguido de Santo Domingo Norte. A nivel cualitativo, el tejido agrícola también sufrió una fragmentación en términos de ruptura del conjunto de sistema, en todos sus municipios, con excepción de Pedro Brand.

En cuanto a la conectividad, el indicador de proximidad refleja que en la mayoría de los municipios la relación entre las partes se ha ido perdiendo, también debido a una disminución en términos del índice de conectividad, destacándose San Antonio Guerra,

Santo Domingo Este y Los Alcarrizos. El sistema agrícola recibe la presión constante del sistema urbano por dos principales razones, por una parte al ser un sistema productivo está constantemente vinculado a la actividad humana, y por otra, comparten suelo en áreas con pendientes menores al 20%. Estas dinámicas facilitan la internalización, por parte del sistema agrícola, de expectativas de desarrollo futuro, que a menudo se traducen en una transformación de suelo agrícola en urbano.

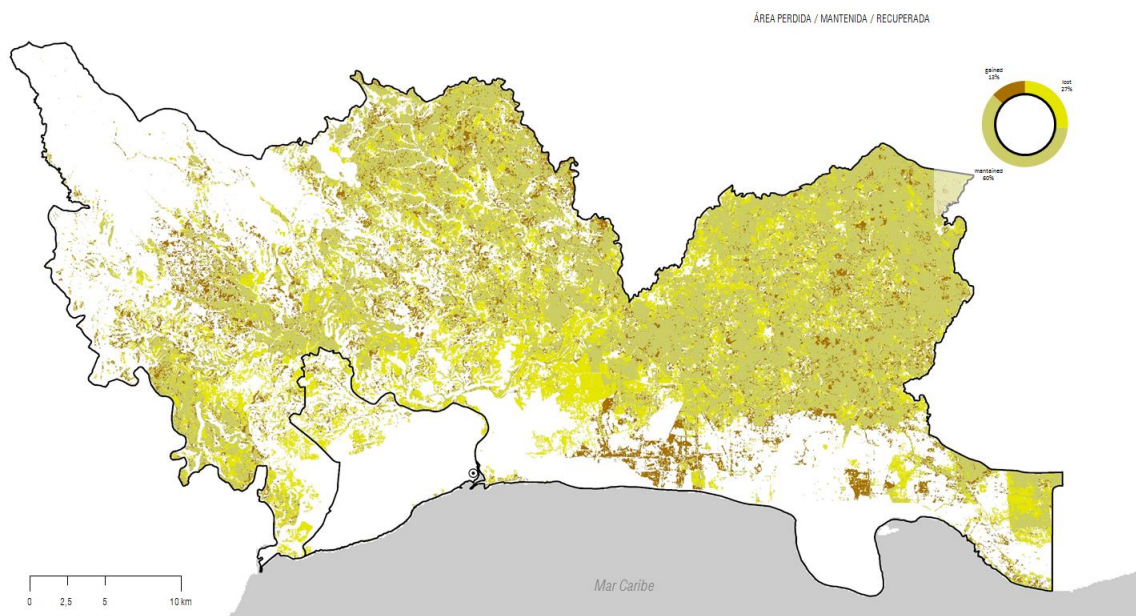


Figura 8. Mapa de cambios del sistema Agrícola (Área perdida, mantenida, recuperada). Región Ozama o Metropolitana. Fuente: Elaboración propia

El Sistema Urbano con respecto al sistema urbano en el marco de la Región Metropolitana a nivel cuantitativo, los cambios en el periodo estudiado indican que cada 10 años la ciudad crece alrededor de un 30%, es decir, demanda en torno a 60 km² de suelo, con una densidad neta promedio que al año 2010 es de unas 13.000 personas por km² (37 viviendas/ha). Los municipios que absorben más esta presión urbana, durante las últimas dos décadas, son Santo Domingo Este y Norte. En cambio a nivel de velocidad de crecimiento, los valores más altos en la tasa de crecimiento anual, son los municipios de Pedro Brand y Boca Chica. El desarrollo urbano en el municipio de Boca Chica, además presenta un modelo distinto al modelo metropolitano central, con una densidad neta cerca de 8.000 personas por km² (23 viviendas /ha).

A nivel cualitativo, se destaca, de acuerdo con las dinámicas de metropolización, que en esta fase de crecimiento (que se reconoce como una tercera fase de desarrollo urbano) la ciudad, después de haber pasado por un proceso de fragmentación del tejido a nivel territorial (segunda fase) absorbe y agrupa en una misma entidad varios asentamientos urbanos. Esta dinámica se puede leer a través de los indicadores, en donde se ve que aunque el número de subdivisiones (SPLIT) ha disminuido, los valores que aumentan son los de la complejidad del perfil morfológico (FRACC_MN) del conjunto metropolitano; y por otro lado, los indicadores de proximidad y conectividad también aumentan demostrando coherencia con este sistema. El crecimiento de la zona urbana se ha realizado en su mayoría en un proceso de continuidad con lo existente. En el Distrito Nacional se destaca un proceso de densificación. Mientras que hacia la zona de Boca Chica el cambio en el modelo favorece crecimientos aislados, que se conocen en la literatura como "salto de rana", (Civco, 2005).

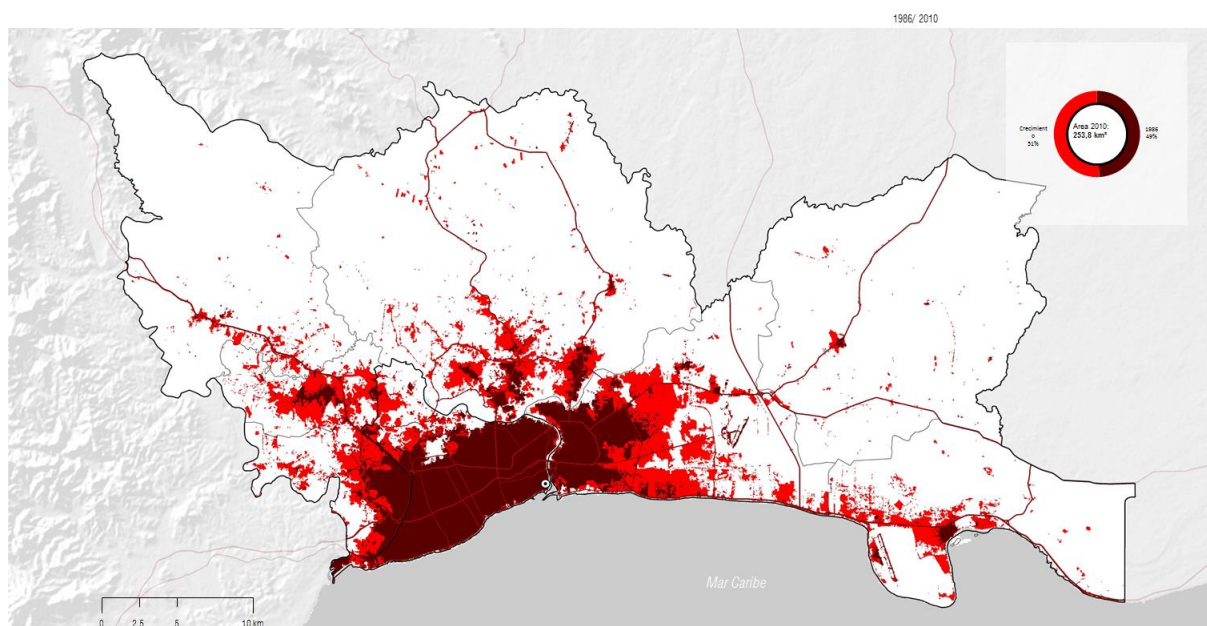


Figura 9. Mapa de cambios del sistema Urbano. Región Ozama o Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La Barquita es un barrio de vivienda informal, localizada en el Municipio de Santo Domingo Este, al margen del Río Ozama que marca el límite con Santo Domingo Norte. Estos dos municipios son los que más han absorbido la presión urbanizadora en las últimas dos décadas, con una demanda de suelo anual entre 150 y 170 ha respectivamente, además en comparación con Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este ha tenido un desarrollo basado en un modelo de baja densidad, manteniendo un crecimiento en torno a 36 viviendas por hectárea (contra las 46 viv/ha. de Santo Domingo Norte). Al ser un área colindante al Río Ozama, esta ubicación, es una de las zonas más sensibles en presentar un riesgo de inundabilidad. Esto requiere una urgente intervención en generar e identificar unos límites que acoten estas áreas.

A través de un análisis territorial se quieren dar respuestas y sugerencias dirigidas a estas mejoras no solo a nivel local sino también que tenga impacto a nivel Regional, se puede lograr a través de algunas acciones concretas:

Proteger todas aquellas zonas próximas a los entornos urbanos, que presentan valor paisajístico – ecológico de mayor fragilidad, tanto en zonas facilitadas por características topográficas (pendientes mayores al 20%) como en aquellas zonas tendencialmente afectadas por un potencial desarrollo urbano. Propiciar el mantenimiento, o donde sea posible, una recuperación de la conectividad ecológica dentro del sistema de áreas verdes, para evitar fenómenos de aislamientos y/o fragmentación de espacios naturales y ecosistemas.

Mantener y favorecer el uso agrícola / productivo para equilibrar el desarrollo económico regional, protegiendo aquellos usos más débiles dentro del conjunto de sectores productivos. Evitar la excesiva mezcla entre los suelos agrícolas y urbanos, para mantener una lectura clara del territorio antropizado, entendido como un sistema dual urbano - rural, y evitar entonces que los límites se vaya difuminando, cada vez más, entre la ciudad y el campo.

Identificar zonas estratégicas de desarrollo urbano supone la posibilidad de prever un área de reserva urbana a largo plazo, para de ahí reforzar el carácter ecológico / agrícola de todas aquellas áreas fuera del potencial urbano planteado. Manteniendo la tasa obtenida en el periodo 2002 - 2010, se requiere un área de extensión urbana a 10 años entorno a los 60 km². Por otro lado sería razonable pensar en un área de reserva urbana en un escenario a 30 años, que no supere los 200 km², teniendo en cuenta aquellas pautas de desarrollo sostenible antes mencionadas.

Disponer de información actualizada y robusta, es clave en el fortalecimiento de los instrumentos urbanísticos reguladores en la escala territorial, para definir límites equilibrados entre los sistemas espaciales que componen la Región Metropolitana, para evitar zonas de desarrollo sin ley ni forma, sujetos a dinámicas especulativas. Con los resultados obtenidos en este estudio ha sido posible tener una visión completa de donde derivan las fuerzas motrices para el desarrollo y la situación actual del barrio de la Barquita, una visión local resulta insuficiente para comprender y plantear un proyecto territorial que ofrezca soluciones a la recuperación de esta zona y la mejora en la calidad de vida para los ciudadanos. Demostrando con esto la importancia que tiene el análisis a escala territorial, en este tipo de proyectos.

Bibliografía

Angel, S., J. Parent, D. L. Civco and A. M. Blei. Atlas of Urban Expansion, Cambridge MA: Lincoln Institute of Land Policy. 2010. <http://www.lincolnst.edu/subcenters/atlas-urban-expansion/>.

Anji Reddy, M. Remote Sensing and Geographical Information Systems. Hyderabad: BS Publications. 2008.

Civco, D.L., A. Chabaeva, S. Angel. "The Urban Growth Management Initiative: Confronting the Expected Doubling of the Size of Cities in the Developing Countries in the Next Thirty Years – Methods and Preliminary Results", 2005. ASPRS 2005 Annual Conference. Baltimore, MD. March 7-11. 2005.

Chander, G., Markham, B., & Helder, "Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors". Remote Sensing of Environment (113), pp. 893–903. 2009.

McGarigal, K., & Marks, B., "FRAGSTATS. Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure". Amherst: University of Massachusetts. 1994.