

PAPER

## LA UTILIZACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES COMO HERRAMIENTA PARA EVALUAR LA RELACION ENTRE LA CALIDAD AMBIENTAL Y EL ARBOLADO PÚBLICO LINEAL

**GIACOIA, Gabriela**[gabygiacoia3@hotmail.com](mailto:gabygiacoia3@hotmail.com)

Cátedra Campari, FADU, UBA

### Resumen

*La problemática ambiental que se encuentra instalada en las ciudades metropolitanas demanda un incremento de propuestas e implementación de alternativas que contribuyan a mitigar los efectos del calentamiento global. Existen numerosas investigaciones que comprueban la efectividad del arbolado público lineal, principalmente en las ciudades que no alcanzan el índice óptimo de espacio verde por habitante, en la mejora de las condiciones ambientales, disminución de temperatura, morigeración de vientos, retención de agua de lluvia, etc.*

*La metodología más utilizada para realizar diagnósticos del arbolado público lineal de una ciudad es el censado de árboles, que consiste en el recorrido a campo de un grupo de relevadores para realizar la recolección de datos de cada ejemplar arbóreo y de su sitio de implantación mediante un dispositivo móvil o en una planilla de manera manual, obteniendo como resultado información específica de cada ejemplar. Su desventaja es el alto costo para su implementación, tiempo requerido para llevarlo a cabo y el garantizar que luego de finalizado pueda sostenerse su actualización constante.*

*Esta metodología ofrece información que no es posible adquirir por otros medios metodológicos, pero al momento de analizar de qué manera el arbolado público lineal favorece a aumentar la calidad ambiental en una ciudad resulta insuficiente, la teledetección es uno de los métodos que se está utilizando principalmente en los países latinoamericanos y permite mediante la interpretación y procesamiento de imágenes satelitales*

## UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR

*obtener indicadores para realizar diagnósticos a gran escala, la obtención y correlación de indicadores de vegetación como (NDVI) y (NDWI), vegetación ajustado al suelo (SAVI) e indicadores como el de temperatura de la superficie terrestre (LST) y de área construida (NDBI) nos acercan a analizar cómo puede variar la calidad ambiental en una ciudad.*

*La teledetección es una herramienta utilizada por diversos campos disciplinares, geografía, ciencias ambientales, ingeniería agronómica, forestal, etc.; esta confluencia interdisciplinaria favorece la adquisición de información generando una sinergia de los resultados contribuyendo al conocimiento científico; la planificación y el diseño del paisaje comparte ciertos enfoques con estas disciplinas, manejando conceptos que facilitan un diálogo inteligible con las distintas formaciones obteniendo una visión holística del objeto de estudio.*

*El objetivo del presente trabajo consiste en indagar el uso de la teledetección para la identificación de distintos atributos que brinda el arbolado público lineal y que aportan al aumento de la calidad ambiental. Para la presente investigación se tomará como caso de estudio los barrios del Partido de Vicente López, en los cuales se analizarán las diferencias encontradas en las imágenes satelitales. Se utilizarán como fuentes de información diversas producciones bibliográficas vinculadas a la teledetección y el uso de las imágenes satelitales en temas ambientales y arbolado urbano, de origen latinoamericano por sus características de similitud y alcances, imágenes satelitales e información suministrada en capacitaciones promovidas por CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) a fin de proponer un instrumento de monitoreo y diagnóstico que aporte a la planificación y gestión del arbolado público lineal.*

*Palabras clave: arbolado público, calidad ambiental, confort térmico, imágenes satelitales, teledetección*

## Introducción

La producción de ciudad implica en términos de construcción y diseño un impacto considerable sobre la calidad ambiental de la misma, en la ciudad metropolitana de Buenos Aires el aumento de la impermeabilización de gran parte del territorio que se urbaniza restringe la posibilidad de conservación de cualquier tipo de vegetación, nuevos edificios y reformas de antiguas propiedades avanzan sobre las reducidas

## UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR

áreas permeables y la vegetación que aún conserva la trama urbana. El crecimiento vertical urbano ha provocado una notable merma de espacios verdes al resumir en pequeñas superficies gran cantidad de habitantes. La relación superficie de espacio verde por habitante se encuentra en disminución y en la mayoría de los casos es imposible adecuarlos al crecimiento poblacional por carecerse de espacios libres para este propósito (Nizzero et. al, 2006).

Retomando los términos de los autores esta insuficiencia de espacios verdes resulta un factor muy difícil de revertir debido a la baja disponibilidad de sitios vacantes en las ciudades metropolitanas, ante la demanda constante y exponencial de la necesidad de suelo urbano para construcción de viviendas, negocios inmobiliarios, edificios corporativos, etc. Produciéndose una pérdida de confort e higiene ambiental, la incorporación de vegetación en otro tipo de espacios como por ejemplo las aceras de calles, trazado ferroviario, techos, etc., puede disminuir el déficit existente.

Las consecuencias de estas formas de construcción de la ciudad se observan principalmente en la alteración del microclima y el confort urbano, la isla de calor, el ciclo hídrico, la contaminación atmosférica, etc., todos estos factores se encuentran directamente relacionados con la presencia de la vegetación como elemento fundamental para la regulación de la temperatura y el ciclo hidrológico de la ciudad.

La vegetación en las ciudades densamente pobladas y edificadas se encuentra principalmente caracterizada por el arbolado público lineal el cual se encuentra siendo afectado por el mismo desarrollo urbano generando paulatinamente una disminución de los servicios ambientales que brinda, mejoras en la calidad del aire mediante secuestro de carbono y retención del material particulado y del agua, reduciendo el escurrimiento e interceptando contaminantes antes de la infiltración, enfriador de la temperatura del aire, por el proceso de evapotranspiración, la reducción de la radiación ultravioleta, y muchos otros beneficios ambientales y sociales (Nowak, 2006).

Si consideramos entonces el arbolado público lineal como una variable que influye considerablemente en la calidad ambiental urbana, el interrogante es como comprobar y demostrar esta relación.

El método de medición más utilizado para analizar la evolución y diagnóstico del arbolado público lineal es el censo, el cual consiste en realizar el recorrido a campo recogiendo los datos de cada individuo arbóreo para registrar mediante planilla en papel, Tablet o Smartphone una serie de datos que luego son volcados en una planilla de cálculo o software para su posterior procesamiento y obtención de resultados, los cuales dependiendo del objetivo es posible saber cuántos árboles tiene la ciudad, datos dasométricos, estado fitosanitario de los individuos, acciones a realizar sobre cada ejemplar, sitios vacantes de plantación, etc.

Este método es muy valioso a los fines de conocer el estado y características de cada árbol ubicado en la vereda de una ciudad pero la rapidez para la obtención de los resultados finales depende de la cantidad de recursos humanos que se disponga para realizarlo, su gestión e implementación depende del estado municipal y para su efectividad debe realizarse con frecuencias muy reducidas para mantener la base de datos actualizada. Sin descartar esta metodología, representa un gran interés

investigar sobre otro instrumento de análisis que permita complementar la manera en que el arbolado público lineal contribuye a mejorar la calidad ambiental y cómo es posible evidenciarlo y comprobarlo. En la búsqueda de la respuesta abordaremos la relación que existe entre el arbolado público lineal y la calidad ambiental mediante la indagación de las formas de utilización de la teledetección en distintos casos de estudio.

## Concepto de teledetección

Al realizar el relato de los orígenes de la Teledetección Movia (2003) describe los procesos mediante los cuales el hombre fue desarrollando distintas formas de observación de la tierra. Tras años de innovaciones y descubrimientos hacia 1934 surge la fotointerpretación, motivada por la ambición de la humanidad de observar la tierra desde el aire, se comienza a incursionar en importantes áreas de la ciencia como la Geografía, la Geología y la Ingeniería. A fines de 1945, finalizando la guerra, profesionales capacitados en la fotointerpretación, aeronáutica y fotografía aérea trasladaron sus conocimientos hacia otras especialidades, Edafología, Geobotánica, Hidráulica, Arqueología, Antropología, Oceanografía, Fito y Zoogeografía, Urbanismo, Agricultura, estudios forestales, prospección petrolera y minera, reservas de gas, contaminación ambiental, etc., llegando a su apogeo en las décadas 60 y 70. (Movia et. al, 2003).

El concepto teledetección es una traducción latina del termino en inglés remote sensing, ideado a principios de los sesenta para designar cualquier medio de observación remota, la teledetección, a diferencia de la fotografía aéreas, no engloba solo los procesos que permiten obtener una imagen, sino también su tratamiento e interpretación (Chuvieco, 2002): 7.

El mismo autor también define a la teledetección como una técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores aéreos o espaciales. Puede aportar información muy valiosa para el medio ambiente. La observación terrestre que realizan los satélites de recursos naturales facilita una información crítica sobre el estado de la cubierta vegetal o las superficies marinas, complementando la adquirida por otros medios convencionales, como la fotografía aérea o los trabajos de campo.

## Casos de estudio que aplicaron la teledetección en ámbitos urbanos

A continuación se exponen tres casos de estudio que implementaron la utilización de imágenes satelitales para estimar calidad ambiental, comportamiento de la vegetación en zonas urbanas y confort térmico urbano. Se realizó una breve descripción de los mismos suprimiendo cuestiones técnicas de la metodología para los fines de adaptación al presente trabajo:

CASO DE ESTUDIO 1: “Estimación de un índice de calidad ambiental urbano a partir de imágenes de satélite” Cali, Colombia.

## UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR

En este trabajo se propone obtener un índice de calidad ambiental que contribuya a resolver problemas ambientales urbanos. Utilizando imágenes Landsat ETM+ calcular 5 indicadores, NDVI (índice de vegetación normalizado), LWCI (humedad en las hojas), NSI (suelo normalizado) y SAVI (vegetación ajustado al suelo) y mediante la aplicación de un análisis multivariado obtener un ICA (índice de calidad ambiental) a nivel barrio, definiendo como calidad ambiental urbana a un conjunto de factores humanos y ambientales interrelacionados que incide favorable o desfavorablemente en la vida de los ciudadanos.

Resultando un mayor ICA en barrios con menor superficie de área construida y viceversa, la obtención de este índice permitirá inducir que el incremento de la urbanización, debido a los modos de uso y construcción del espacio, genera impactos en el sistema hidrológico superficial y subsuperficial alterando la velocidad de escurrimiento del agua y los tiempos de volumen de recarga y descarga de acuíferos, impacta también en el intercambio de energía entre la superficie tierra y agua, en las condiciones meso y micro climáticas, en la perturbación de los hábitats naturales y en el valor del paisaje.

Mediante la aplicación de algoritmos y el procesamiento de las imágenes satelitales fue posible obtener distintos valores de píxeles que indicarían un mayor o menor nivel de cada indicador, puede observarse en la (Figura 1) la identificación de los barrios y el comportamiento del ICA desde muy deficiente a muy bueno; sus combinaciones posteriores permiten reflejar que a un mayor índice de NDVI y SAVI corresponde a alta presencia de vegetación y por lo tanto un mejor ICA, debido a que la vegetación se encuentra vinculada a mitigar los impactos mencionados anteriormente. (Santana Rodríguez et al., 2010).

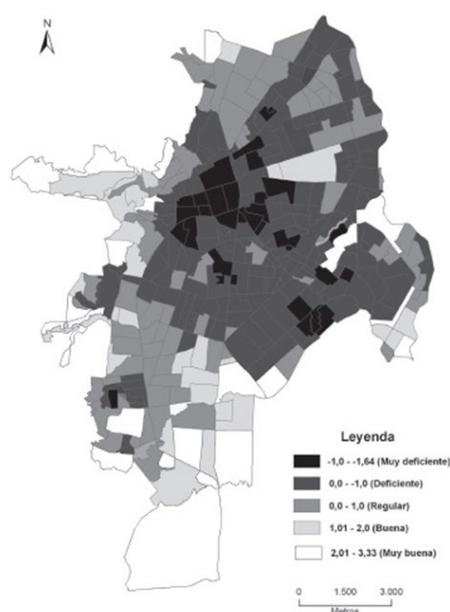


Figura 1. - Comportamiento espacial del índice de calidad ambiental, desviación típica respecto al promedio y clase de calidad ambiental, para los distintos barrios de la ciudad de Cali. Fuente: (Santana Rodríguez et al., 2010)

CASO DE ESTUDIO 2: “Intangibles urbanos 3: Tecnologías para la información y la comunicación (TIC) para la gestión de las ciudades: relación entre la evolución del tejido urbano y la salud de la vegetación para el AMBA (2º ETAPA)”.

El objetivo de este documento es analizar la relación entre el crecimiento urbano y la variación de patrones de vegetación, mediante el análisis de imágenes satelitales a escala regional.

Considera las actividades humanas como principal causa de la pérdida de ecosistemas, el reemplazo de vegetación por superficies impermeables generando un impacto al modificar las funciones y los servicios eco sistémico.

Realizando un análisis de series temporales de NDVI para cuantificar la pérdida o ganancia de vegetación en zonas urbanas y rurales propone identificar y medir las variaciones en la tendencia del NDVI como estimador de la vegetación para el área metropolitana de Buenos Aires desde 2000 hasta la fecha. De esta manera identificar aquellos partidos en los que se produce aumento o disminución y determinar las causas subyacentes.

Se calculó para cada pixel de las imágenes un parámetro denominado TAU (estimador de cambio temporal) promedio para cada partido y así estimar las variaciones del NDVI, se obtuvo como producto final un mapa con la distribución espacial representando zonas con tendencias positivas y negativas, concluyendo que la Región Metropolitana de Buenos Aires atraviesa un proceso de disminución de la vegetación producto del aumento de superficie impermeable asociados a los cambios de uso del suelo, como puede observarse en la (Figura 2), los partidos en color rojo son los que se encuentran más afectados, aquellos que presentan una tendencia positiva en el

NDVI ( $\text{Tau} > 0$ ) se observan en tonos de verde, en tanto que las zonas que presentan una disminución significativa en el NDVI se muestran en tonos de rojo y naranja.

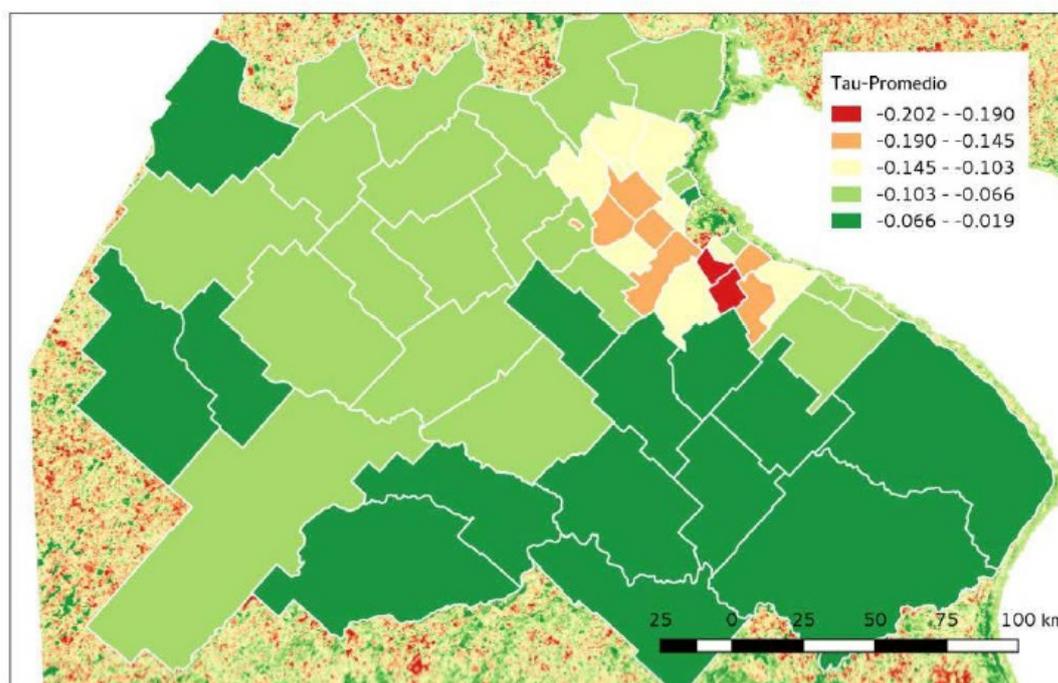


Figura 2. - Distribución espacial del estimador Tau. Fuente: (Borthagaray et al., 2016)

### CASO DE ESTUDIO 3: “Caracterización de islas frescas urbanas (IFU) en la Ciudad de Santiago de Cali, Colombia”.

En este trabajo se destaca la importancia de incluir en los procesos de planificación urbana los beneficios que brindan los elementos del medio biofísico como la vegetación para aspirar a una sustentabilidad urbana. Tiene como objetivo identificar islas frescas urbanas (IFU) en la Ciudad de Cali a partir de zonas con vegetación y su relación con la temperatura, teniendo en cuenta la percepción de la población sobre estos espacios y su distribución espacial en el territorio.

A diferencia de las islas de calor urbano, las IFU se definen como zonas con menores temperaturas que el resto de la ciudad, gracias a las propiedades de la vegetación presente en la misma y que contribuyen al mejoramiento del confort térmico (comodidad que siente el ser humano respecto a la temperatura del medio que lo rodea), (Olgay, 1968) en (Córdoba y Millán, 2013).

Cali es una de las ciudades más importantes de Colombia luego de Bogotá y Medellín, como instrumento de análisis para la identificación de las IFU, utilizan la teledetección para la obtención y correlación de indicadores de vegetación como el NDVI y el NDWI, LST y NDBI con imágenes Landsat 5 TM año 1999 y 2011.

Las definiciones según Chen et al. (2006) en (Córdoba y Millán, 2013), la sigla NDVI significa Normalized Difference Vegetation Index, en castellano Índice de Vegetación Normalizada, sirve para estimar cantidad, grado de desarrollo y calidad de la vegetación, NDWI significa Normalized Difference Water Index, en castellano Índice

## UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR

de Agua de Diferencia Normalizada, permite evaluar el contenido de agua en la vegetación.

La definición de NDBI según Santana et al. (2010) en (Córdoba y Millán, 2013) es Normalized Difference Built – up Index, Índice de Diferencia Normalizada Edificada, se aplica para estimar zonas con superficies construidas o edificadas, junto a las superficies desnudas y por último LST Land Surface Temperature corresponde a temperatura en superficie.

Con los resultados obtenidos se establecieron valores promedio por comunas de cada indicador y se realizaron correlaciones estadísticas entre los indicadores, esta técnica estadística indica si dos variables están relacionadas o no.

Para profundizar, como menciona (Arboit, 2017), los resultados del NDVI varían entre -1 y +1; valores altos revelan actividad fotosintética de la cubierta vegetal (fenología foliar) y una estrecha relación con la evapotranspiración, valores bajos indican situaciones de escasa o nula cubierta vegetal y baja actividad fotosintética.

Para la identificación de las IFU se realizaron encuestas sobre la opinión que se tiene de las zonas con presencia de vegetación y por otro lado realizaron un proceso de observación.

Al indagar sobre la relación entre la temperatura y la vegetación a partir de los indicadores aplicando el coeficiente de correlación de Pearson y covarianza se observa que existe entre LST y NDVI una correlación excelente e inversamente proporcional, entre LST y NDWI se comprueba el mismo comportamiento que el anterior y entre LST y NDBI la relación es excelente observando una covarianza positiva, lo cual responde a que son variables directamente proporcionales (Martínez Bencardino, 2006) en (Córdoba y Millán, 2013).

Al momento de observar cómo se distribuyen las IFU en el territorio se identifica un patrón agrupado hacia el norte, oeste y más aún hacia el sur de la ciudad y una exclusión en centro y oriente como se observa en la (Figura 3).

Comprobando que existe una mayor presencia de IFU en lugares donde la estratificación socioeconómica es de tipo medio – alto y alto y en zonas con mayor densidad de población y baja estratificación socioeconómica carecen de IFU.

En los resultados de las encuestas más del 90 % de la población posee una percepción positiva a la presencia de vegetación al valorar que les genera beneficios en sus entornos cotidianos por el embellecimiento paisajístico y la regulación del clima y coinciden en que la presencia de la vegetación disminuye la temperatura.

Mediante la observación participante, registrando las sensaciones de comodidad, constatan que en oriente y centro el nivel de confort térmico es malo, hacia el Norte el confort térmico es un poco mejor que en oriente y hacia el sur es bueno, asociados en las tres muestras a la presencia o ausencia de vegetación y a la concentración de calor en el medio.

Concluyendo que ante una mayor cantidad, calidad, estado de desarrollo y humedad de la vegetación en una determinada zona, la temperatura superficial tenderá a ser menor. La alta densidad de zonas edificadas y suelo desnudo influye directamente en el aumento de la temperatura de la superficie terrestre.

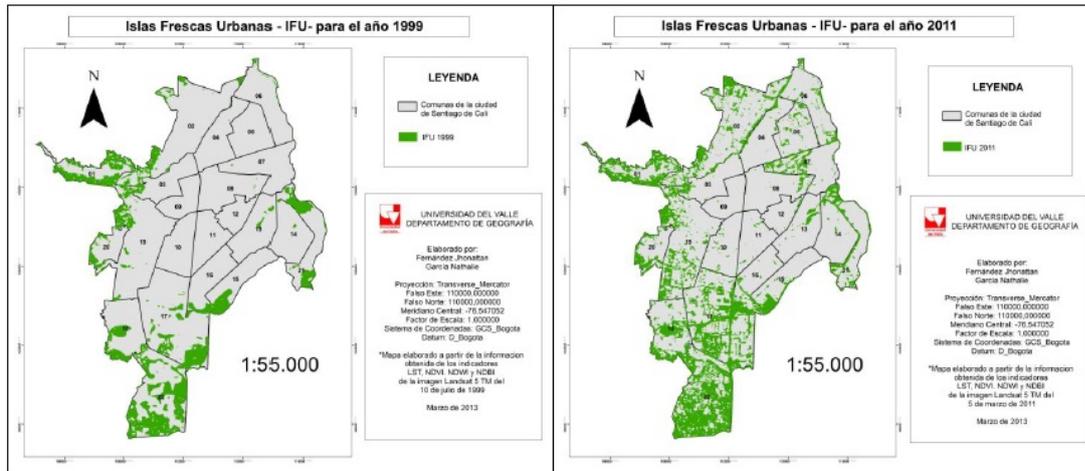


Figura 3. - Mapas de IFU para los años 1999 y 2011. Fuente: (Córdoba y Millán, 2013)

La lectura de los trabajos mencionados permitió reconocer conceptos utilizados por distintas disciplinas y formas de aplicación de la teledetección para evaluar la calidad ambiental y el comportamiento de la vegetación urbana. Si bien en los trabajos se utiliza el término de vegetación sin diferenciar en que formas podemos encontrarla en una ciudad, es posible aportar desde la planificación y el diseño del paisaje que existen diversas formas de distribución en las que la gestión y la planificación del territorio puede influir o no. La vegetación de una ciudad puede encontrarse en espacios verdes públicos como parques, bulevares, plazas, arbolado lineal, bordes de vías, parques de instituciones públicas que deben ser manejados por el gobierno local pero pueden ser modificados por la comunidad, con esto último nos referimos a las acciones antrópicas que se ejerce por ejemplo sobre el arbolado urbano provocando la disminución o eliminación de su follaje o en otros casos a la eliminación definitiva del ejemplar alterando la cubierta vegetal que beneficia a la ciudad.

También la vegetación se encuentra en espacios privados como jardines internos y delanteros de viviendas, edificios o en terrenos baldíos.

Si bien como menciona en su trabajo Arboit (2017), llevado a cabo en el área metropolitana de Mendoza, las modificaciones incrementales y progresivas de áreas verdes y cubiertas arbóreas en el ámbito privado podrían efectivamente implementarse para mejorar los niveles de sostenibilidad ambiental y energética del parque edilicio urbano en la región consideramos para el caso de la región metropolitana de Buenos Aires de suma importancia adoptar las medidas necesarias de inmediata intervención y regulación para evitar reducir e incrementar la presencia de la vegetación implantada en el ámbito público.

Resultaría interesante entonces proponer la utilización de la teledetección como herramienta de gestión para detectar zonas con insuficiente calidad ambiental y cobertura arbórea en las cuales el Gobierno municipal debe comprometerse mediante políticas públicas y planes de gestión para mejorar esta condición.

## **Teledetección, arbolado urbano y posibilidades de implementación en el partido de Vicente López**

Los problemas de gestión de las ciudades no son homogéneos, dado que aun en la misma ciudad las características topográficas, clima, distribución espacial de viviendas, comercio e industria, zonas verdes, vías para el tránsito y peatonal, entre otras, son de carácter heterogéneo y por lo tanto se espera que tipifiquen una calidad ambiental diferente de acuerdo al sector que se quiera analizar. En el caso de estudio 3 se comprobaron diferencias asociadas a la estratificación socioeconómica, a la cantidad de vegetación y a la densidad de población y zonas edificadas.

Si retomamos el trabajo realizado Giacoia (2016), en el cual se evidenciaron diferencias entre dos zonas del Partido de Vicente López, denominadas Este y Oeste asociadas a factores relacionados con la presencia o ausencia de vegetación entre otros, es interesante pensar en la posibilidad de aplicación de la teledetección para averiguar el valor del índice de calidad ambiental (ICA), presencia de islas frescas urbanas (IFU) y estimador de cambio temporal (TAU) de la variación de los patrones de vegetación promedio en Vicente López. Distinguiendo el arbolado público lineal en los distintos barrios del partido y realizando una correlación de los mismos con la valoración que poseen las personas que realizan reclamos o quejas por el árbol que tienen en su frente, debido a que como se describió en el mismo trabajo, en el Partido existe una importante diferencia entre los reclamos y quejas de arbolado recibidos durante el año 2008 y 2015, siendo un 70 % (32.273) de reclamos con origen en la zona Este y un 30% (14.387) con origen en la zona Oeste. Es posible continuar la investigación trabajando sobre la hipótesis de que en la zona Este los índices de ICA, IFU son mejores y en la zona Oeste menores.

En la (Figura 4) es posible visualizar estas diferencias vinculadas a la mayor o menor presencia de vegetación. Para los fines de este trabajo se tomaron dos muestras correspondientes a las zonas Este y Oeste seleccionadas por observación realizada con Google Earth, se realizaron dos recortes con manzanas agrupadas que representen diferencias en continuidad y presencia de vegetación. Luego se trabajaron con programas de edición gráfica para destacar estos contrastes.

UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR

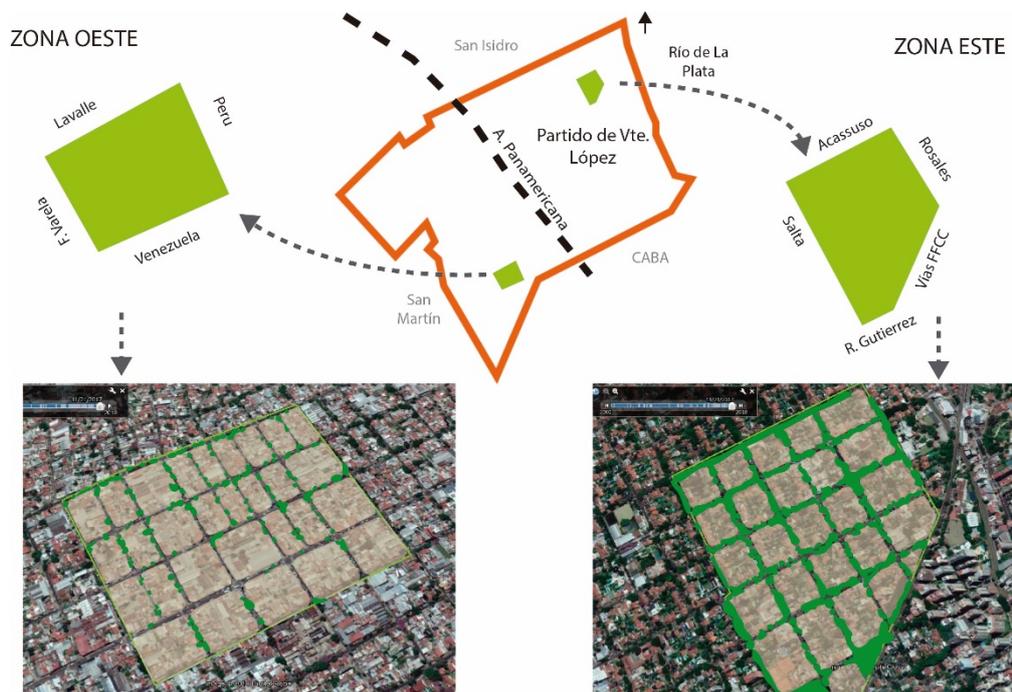


Figura 4. – Diferencias de cobertura vegetal representada por el arbolado público en dos muestras obtenidas de la zona Este y Oeste. Fuente: elaboración propia en base a Google Earth

Al momento de pensar en la correlación de variables resultaría interesante vincular la opinión de las personas que realizan quejas y/o reclamos referentes al árbol ubicado en la puerta de su propiedad del cual forma parte del sistema de arbolado publico lineal y relacionarlo con los indicadores propuestos en los tres casos de estudio analizados, bajos valores de ICA/IFU/TAU podrían ser directamente proporcionales a la valoración social en el Partido de Vicente López?, la búsqueda de esta respuesta impulsa la continuidad de esta investigación con el objetivo de contemplar nuevas formas de gestión del arbolado público lineal.

**Conclusión**

En el caso N° 1 se comprueba que el ICA se encuentra asociado a la mayor o menor presencia de vegetación, el interrogante que nos planteamos es a que factores se encuentran influyendo en los sectores con menos vegetación, es posible que exista una incorrecta regulación en la planificación urbana o en el manejo del arbolado y espacios verdes. En el caso N° 2 es muy interesante la observación del comportamiento y evolución de la vegetación a escala metropolitana considerando su posible potencialidad para su aplicación a escala municipal. Y por último el caso N° 3 obtiene indicadores a partir de la vegetación y del medio e incorpora otro factor relevante, las percepciones y valoraciones sociales

Los trabajos referenciados provienen desde campos disciplinares como la geografía, la arquitectura, ciencias ambientales, biológicas, forestales. La planificación y el

## UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR

diseño del paisaje se propone generar la articulación entre la teledetección y las diversas situaciones visualizadas en el territorio mediante la observación directa sobre el arbolado público y la participación ciudadana.

A modo de reflexión resulta interesante destacar como el abordaje de una misma problemática desde diferentes enfoques puede contribuir a lograr un mejor resultado, la lectura de los tres casos de estudio permitió vincular conceptos, que tenían sus fundamentos de aplicación en otro tipo de estudios, para analizar de manera transversal cómo es posible comenzar a trabajar con otro tipo de indicadores urbanos que complementen de forma rápida y sencilla los métodos convencionales y utilizarlos como instrumento de control de gestión innovadores y eficientes.

## Bibliografía

MOVIA C., Marlenko N., Maggi A. E., Navone S. M., Raed M. A., Lopez M. V. (2003). Sensores remotos aplicados al estudio de los recursos naturales. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.

NIZZERO G., Sierra E., Perez S. (2006). Las estrategias de naturación de superficies inertes: un enfoque alternativo para el problema de la falta de espacios verdes en la ciudad de Buenos Aires. Revista Area. Volumen 12: 59 – 53.

ARBOIT M. (2017). Estimación del índice de vegetación en entornos urbanos forestados consolidados de baja densidad del área Metropolitana de Mendoza, Argentina. Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA-CONICET). Recuperado 04/07/2018 de <http://www.scielo.org.ar/pdf/cuba/v23n23/v23n23a02.pdf>

BORTHAGARAY, J. M., Schell, D., Hölzel G., Barretto S., Behar A., Carrizo A., Dumbsky C.; Lagües Obregón O., Maidana Legal A., Majul M. V., Paganini

A., SCHMIDT I., Signori H., Spinetto, M. V., Zambrino V. (2016). Intangibles urbanos 3: Tecnologías para la información y la comunicación (TIC) para la gestión de las ciudades: relación entre la evolución del tejido urbano y la salud de la vegetación para el AMBA (2º ETAPA). Secretaria de Investigaciones Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo Universidad de Buenos Aires. Recuperado 08/11/2017 de <https://drive.google.com/file/d/0B2NE4esvGE04SXpVTkszRV9ZaHM/view>

CHUVIECO E. (2002). Teledetección ambiental. La observación de la tierra desde el espacio. Recuperado 7/07/2018 de [https://drive.google.com/file/d/0B0KUMy\\_fthbuX09sUE9RejJJX1U/view](https://drive.google.com/file/d/0B0KUMy_fthbuX09sUE9RejJJX1U/view)

FERNÁNDEZ CÓRDOBA J. y García Millán N. Caracterización de islas frescas urbanas (IFU) en la Ciudad de Santiago de Cali – Colombia. Departamento de Geografía, Universidad del Valle Cali, Colombia. Recuperado 15/10/2017 de <http://revistas.univalle.edu.co/index.php/entornogeografico/article/view/3638/5564>

NOWAK D. (2006). Institutionalizing urban forestry as a "biotechnology" to improve environmental quality. Recuperado 20/08/2017 de [https://www.fs.fed.us/ne/newtown\\_square/publications/other\\_publishers/OCR/ne\\_2006\\_nowak002.pdf](https://www.fs.fed.us/ne/newtown_square/publications/other_publishers/OCR/ne_2006_nowak002.pdf)

**UNIDAD | PROYECTO Y HABITAR**

SANTANA RODRÍGUEZ L., Escobar Jaramillo L., Capote P. (2010). Estimación de un índice de calidad ambiental urbano a partir de imágenes de satélite Cali, Colombia. Revista de Geografía Norte Grande, Colombia. Recuperado 11/11/2017 de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022010000100006](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022010000100006)