



CRECIMIENTO DISPERSO Y SU PROCESO DE METROPOLITANIZACIÓN: EL CASO DE BOSTON, MASSACHUSETTS

Zambrano Loor, Fernando ^{1*}; Pico Alonso, Karen ²

Remisión inicial: 2019-06-16; **Remisión definitiva:** 2019-10-20; **Publicación:** 2019-12-21

Citación: Zambrano Loor, F. & Pico Alonso, K. (2019). Crecimiento disperso y su proceso de metropolitización. En *XIII CTV 2019 Proceedings: XIII International Conference on Virtual City and Territory: "Challenges and paradigms of the contemporary city"*: UPC, Barcelona, October 2-4, 2019. Barcelona: CPSV, 2019, p.8675. E-ISSN 2604-6512. DOI <http://dx.doi.org/10.5821/ctv.8675>

Resumen

El crecimiento de la ciudad de Boston se ha fortalecido en las últimas dos décadas, desarrollando un modelo urbano compuesto principalmente por suburbios de baja y mediana densidad, un patrón característico que mencionan las teorías del "Urban Sprawl". Por ello, en este trabajo se prestará especial atención a la mirada de James O'Connell, quién nos narra el proceso histórico, los efectos sociales, los sucesos y las diferentes decisiones administrativas públicas-privadas que la han llevado a convertirse en una de las metrópolis más grandes del mundo al día de hoy. Se calcula el valor de interacción para determinar el nivel de policentrismo entre municipios, y se propone una aproximación al análisis morfológico de la discontinuidad, uno de los patrones físicos que idealizan la expansión urbana, propuesta por Galster, et al (2001). Para ello, se analizará la existencia de "Sprawl" en el área metropolitana de Boston (MAPC) a partir de la caracterización de los tejidos urbanos. Para esto es necesario obtener el crecimiento de la mancha urbana multitemporal del área metropolitana, para evaluar objetivamente el consumo de suelo en el territorio. Para llevar a cabo el procedimiento se usó procesamiento de imágenes satelitales de la NASA Landsat 5 TM, mediante tecnología SIG (remote sensing), años 1985, 2002, y 2011 respectivamente. El objetivo es calcular el BU (Build-up Index) o índice de área construida, que muestra que a mayor índice de construcción menor índice de área verde (He, et al, 2010). Es necesario observar cómo cambia la cobertura del suelo (agua y vegetación en relación a las superficies artificializadas), los resultados derivados de este análisis se manifestarán también en el estudio de los tejidos revelando ciertos patrones de discontinuidad.

Abstract

The growth of the city of Boston has strengthened in the last two decades, developing an urban model composed mainly of suburbs of low and medium density, a characteristic pattern that mentions the theories of "Urban Sprawl". Therefore, this work will pay special attention to the gaze of James O'Connell, who tells us the historical process, the social effects, the events and the different public-private administrative decisions that have led her to become one of the largest metropolis in the world today. The interaction value is calculated to determine the level of polycentrism between municipalities, and an approach to the morphological analysis of discontinuity is proposed, one of the physical patterns that idealize urban expansion, proposed by Galster, et al (2001). To do this, the existence of "Sprawl" in the Boston metropolitan area (MAPC) will be analyzed based on the characterization of urban fabrics. For this it is necessary to obtain the growth of the multitemporal urban spot of the metropolitan area, to objectively assess the land consumption in the territory. To carry out the procedure, satellite image processing from NASA Landsat 5 TM was used, using SIG (remote sensing) technology, years 1985, 2002, and 2011 respectively. The objective is to calculate the BU (Build-up Index) or constructed area index, which shows that the higher the construction index, the lower the green area index (He, et al, 2010). It is necessary to observe how the soil cover changes (water and vegetation in relation to the artificialized surfaces), the results derived from this analysis will also be manifested in the study of the tissues revealing certain patterns of discontinuity.

Palabras Clave: Metropolitización; dispersión; policentrismo; consumo de suelo

Key words: Metropolitanization; sprawl; polycentrism; land consumption

¹ Arquitecto, Estudiante del MArch (URB-GVUA), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), <https://orcid.org/0000-0003-3209-7452>; ² Arquitecto, Estudiante del MArch (URB-GVUA), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), <https://orcid.org/0000-0001-8440-2944>. * Correo de contacto: jlandofer1@hotmail.com



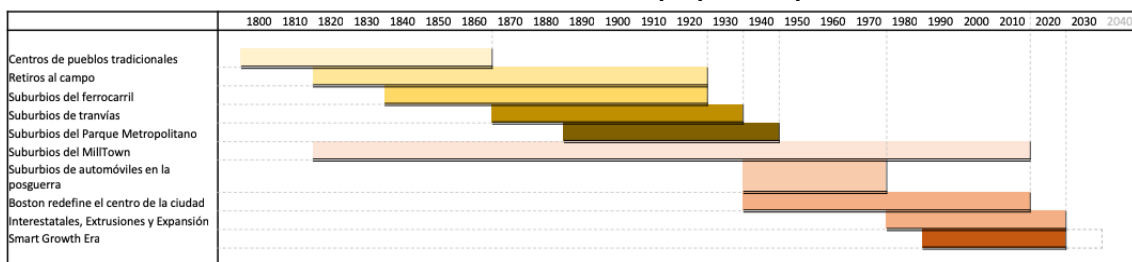
1. Introducción

El crecimiento de la ciudad de Boston ha cambiado de forma significativa el paisaje rural de gran parte del estado de Massachusetts, un proceso de crecimiento de más de 200 años de gestación que deviene el nacimiento de una de las metrópolis más grandes del mundo. Son muchos los libros que hablan del crecimiento y evolución de su núcleo central, de su centro urbano y el desarrollo de lo que luego sería el “Gran Boston” que lo convierte en un territorio bastante analizado. Sin embargo, el paisaje metropolitano se ve desprovisto de una mirada histórica que permita entender el complejo desarrollo de la mancha urbana modificado por diferentes infraestructuras y situaciones sociales.

En el estudio del crecimiento de la ciudad realizado por el urbanista James O’Connell en su libro “The Hub’s Metropolis: Greater Boston’s Development from Railroad Suburbs to Smart Growth” se analiza esta metrópolis desde un proceso histórico de desarrollo por capas, supeditado a las inversiones del gobierno y del sector privado en ferrocarriles, tranvías y autopistas que fueron las principales causales de estructuración de 9 fases de desarrollo suburbano. Son varios los eventos que a nivel mundial han impactado de cierta manera en la evolución, fortalecimiento y la disminución de crecimiento de los centros suburbanos que se desarrollaron en las periferias y en las zonas rurales; estos fueron en gran medida dados por la era industrial, la recesión económica de los años 30 en EEUU, la segunda guerra mundial, el movimiento moderno, la era del conocimiento, entre otros.

Las nueve fases en las que O’Connell divide este crecimiento están descritas en la tabla 1; cada una de estas fases tenía características particulares relacionadas con varios factores como el paisaje construido, el transporte, los patrones de desarrollo de bienes raíces, los estilos de vivienda, la actividad minorista y el tratamiento del espacio abierto y público. “*Estos factores se combinaron para crear un patrón de desarrollo vernáculo, que fue utilizado por miles de actores durante décadas. No fue dictada por un plan de premeditación, sino que evolucionó orgánicamente a partir de adaptaciones a nuevas infraestructuras de transporte y modos de vida.*” (O’Connell, 2012)

Tabla 1. Fases de desarrollo suburbano propuestas por O’Connell



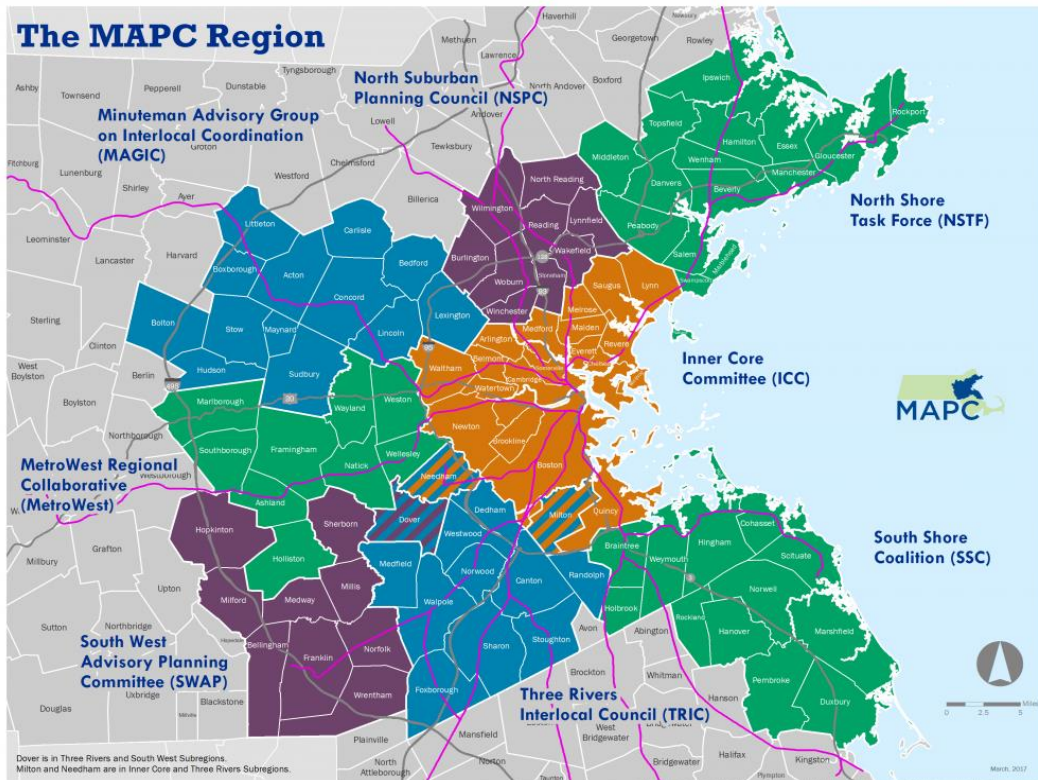
Fuente: Elaboración propia a partir del libro “The Hub’s Metropolis: Greater Boston’s Development from Railroad Suburbs to Smart Growth” de James O’Connell.

1.1 Ámbito de estudio

El área de la metrópolis de Boston tiene diferentes límites que están supeditados a la forma de abordar el territorio, pero la definición de sus límites oficiales del Gran Boston es la región administrada por el Metropolitan Area Planning Council (Consejo de Planificación del Área Metropolitana). El MAPC es un organismo público que realiza las tareas de planificación

regional que fue creada por la legislatura de Massachusetts en el año 1963 para supervisar la infraestructura de transporte y las preocupaciones de desarrollo económico, uso de suelo, la vivienda, la preservación histórica, el ambiente y los recursos hídricos dentro del área de Boston. Esta área metropolitana está comprendida por 22 ciudades y 79 pueblos que se agrupan en ocho subregiones las cuales incluyen la mayor parte del área dentro de la carretera circunferencial I-495.

Figura 1. Mapa de la región metropolitana de Boston



Fuente: Metropolitan Area Planning Council Boston.

Las ocho subregiones y sus principales ciudades son: Inner Core (Boston), Minuteman (corredor de la Ruta 2), MetroWest (Framingham), North Shore (Lynn), North Suburban (Woburn), South Shore (Route 3 corredor), SouthWest (Franklin), y Three Rivers (Norwood). Notablemente excluidos del MAPC y su organismo de planificación asociado, la Organización de Planificación Metropolitana de la Región de Boston, están las ciudades de Lowell, Lawrence y Haverhill en Merrimack Valley, gran parte del Condado de Plymouth y todo el Condado de Bristol; Estas áreas tienen sus propios organismos regionales de planificación.

2. El origen de la Metrópolis según O'Connell

Hasta aproximadamente 1820, Boston no tenía suburbios. Las ciudades circundantes se dedicaban a la agricultura y usaban el puerto de Boston como su centro comercial. Después de la Guerra de 1812, Boston creció hasta tal punto que las comunidades circundantes de Cambridge, Roxbury y Somerville se convirtieron en extensiones de la ciudad.



Los primeros planes concertados para dar forma a una región metropolitana vinieron de los inversionistas que construyeron los ferrocarriles a mediados de la década de 1830. Originalmente esperaban que los trenes llevaran carga agrícola e industrial, pero en una década los viajeros descubrieron que el ferrocarril les permitía vivir en el campo y trabajar en Boston. Los especuladores detectaron oportunidades y compraron extensiones de tierra cerca de las estaciones de ferrocarril, que dividieron en lotes. Estas subdivisiones, en Brookline, Newton y Belmont, fueron los primeros suburbios planificados.

A medida que Greater Boston creció en la era posterior a la Guerra Civil, también lo hizo la carga de la planificación. Con el fin de obtener la infraestructura urbana de carreteras, suministro de agua, alcantarillas, escuelas, alumbrado público, parques y otros servicios, los municipios circundantes de Dorchester, Roxbury, West Roxbury, Charlestown y Brighton votaron para formar parte de Boston. En 1874, Brookline votó para rechazar la anexión y proporcionar sus propios servicios municipales. Esto proporcionó un precedente para otras comunidades suburbanas para mantener su autonomía. Sin embargo, los suburbios experimentaron dificultades para proporcionar servicios públicos y se volvieron a la planificación metropolitana.

En la década de 1930, el principal catalizador del crecimiento suburbano era el sistema de autopistas del estado. La carretera más prominente fue la Ruta 128 (el tramo principal abierto en 1951), la primera circunvalación exterior del país, se llamó la autopista de tecnología de Estados Unidos porque atrajo a muchos de los primeros parques de oficinas y de investigación. Aunque se incubaron en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), las empresas de tecnología migraron a los suburbios durante los años 1950 y 1960. Algunas carreteras estatales, especialmente la Ruta 1 y la Ruta 9, se convirtieron en pistas comerciales.

El sistema de carreteras atrajo a miles de familias de las ciudades a los suburbios emergentes después de la Segunda Guerra Mundial. En los suburbios campestres de lujo como Lincoln, Weston, Sudbury, Dover y Sherborn, los constructores construyeron casas unifamiliares en lotes grandes en entornos boscosos, creando un modelo para el desarrollo de la vivienda que se extendió a lo largo y ancho. Las autopistas expandieron las distancias potenciales de desplazamiento, alentaron las viviendas de baja densidad y promovieron franjas de centros comerciales, grandes tiendas de cajas y edificios de oficinas. Los analistas se refieren a este patrón de desarrollo orientado al automóvil como "expansión", "exurbia", o la "sin bordes", interminable o "ilimitada" ciudad.

Con la capacidad de construir lejos de la ciudad, los lotes residenciales consumían cada vez más espacio abierto. La expansión del desarrollo auto-orientado degradó el ambiente natural y las cualidades pastorales de los suburbios. El movimiento de crecimiento inteligente está reviviendo el uso de la tierra patrones originalmente establecidos por los suburbios de ferrocarriles y tranvías del siglo XIX. Es decir que, las principales condicionantes del desarrollo de la metrópolis se debieron en gran medida por la necesidad de alejarse del centro abarrotado de actividad y precarias condiciones de habitabilidad; la búsqueda de la calidad de vida era un privilegio que solo tenían las clases altas y la suburbanización se dio por la construcción de segundas residencias. Este fue un patrón de crecimiento que estuvo presente en las primeras fases de crecimiento de la metrópolis, sin embargo, la construcción de infraestructura de comunicación entre los pueblos manufactureros, fábricas e industrias, fue sin lugar a dudas el principal causante del aumento de la masificación de la residencia en zonas rurales.



La necesidad de conexión entre el centro de Boston con los asentamientos rurales, cada vez más consolidados, fue lo que motivó a la ampliación y mejora de medios de transporte como el tranvía y el ferrocarril, mejorando los tiempos de desplazamiento entre los pueblos rurales y el núcleo central. La creación de las vías interestatales jugó quizás el papel más fundamental en la intensificación de los suburbios, pero sobretodo la creación de centros especializados que ofrecieron lugares de trabajo a los pueblos más lejanos de Boston, esto hizo que menos gente viajara a la ciudad central para trabajar y fueran más esporádicas las visitas.

Para determinar el monocentrismo o policentrismo de la metrópolis de Boston analizamos el US Census Bureau, se obtuvo una matriz de origen destino de los lugares de residencia y lugares de trabajo del estado de Massachusetts, en ella analizamos el número de trabajadores que se desplazan dentro de las principales ciudades de la metrópolis donde podemos notar como la ciudad de Boston mantiene un gran número de fuentes de empleo que hace que residentes de estas ciudades se desplacen (figura 2).

3. Metodología

3.1 Calculando el modelo de interacción

Se analiza la matriz de origen y destino de la metrópolis de Boston aplicando el valor de interacción (escalonamiento multidimensional) en los 101 municipios que determina la MAPC existente en la relación empleo-hogar usando los datos y matrices de origen-destino proporcionados por el Census Bureau de los Estados Unidos. El escalamiento multidimensional trata de encontrar la estructura existente en un conjunto de medidas de proximidades entre objetos; para lo cual se utiliza la fórmula propuesta por Coombes, et al. (1986), en el que fija su atención en los valores del mercado laboral.

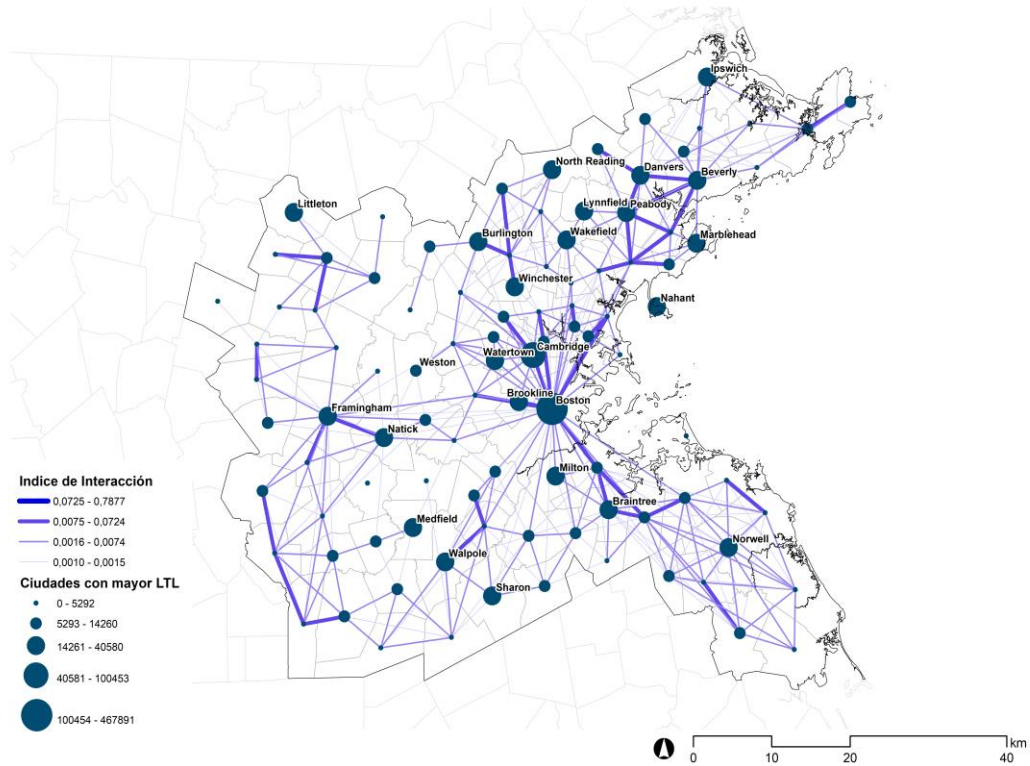
Así pues, fija su análisis en la población ocupada residente (*POR*) y los lugares de trabajos localizados (*LTL*) de dos municipios. El valor de interacción es la suma de una primera relación de los flujos de dos municipios *ij* al cuadrado sobre la *POR* de un municipio *i* multiplicado por los *LTL* de otro municipio *j*; y de una segunda relación entre los flujos, los mismos municipios a la inversa *ji* al cuadrado sobre la *POR* del municipio *j* multiplicado por los *LTL* del municipio *i*.

$$f_{ij}^2 / (POR_i \times LTL_j) + f_{ji}^2 / (POR_j \times LTL_i) \quad (a)$$

Este índice de interacción considera la naturaleza bidireccional de los flujos, así como la ponderación de los flujos por las masas de origen y destino, por lo que es una medida casi gravitacional. Una mirada espacial de las relaciones obtenidas (figura 2) nos muestra una metrópolis policéntrica en la que la ciudad de Boston tiene una relación directa con los municipios cercanos, más precisamente los municipios ubicados dentro del Inner Core que determina la MAPC. Así mismo se destaca una conformación de una estructura regional que tiene mucha similitud con los ejes viales que fueron creados para conectar la metrópolis (Ruta 128, I-495).

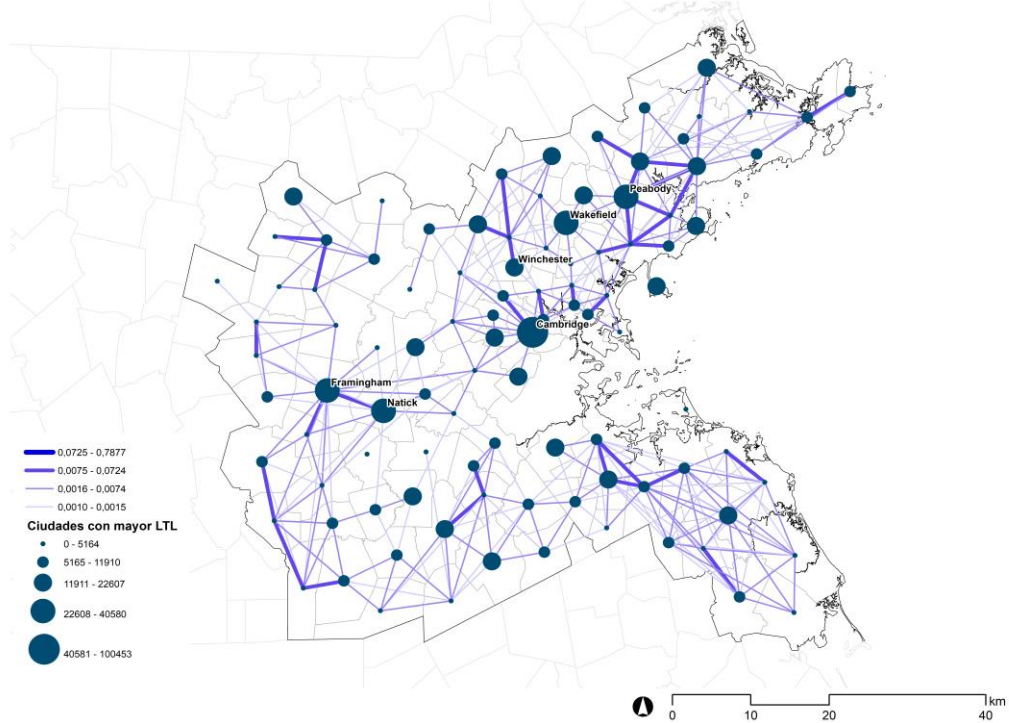
Haciendo uso de la estrategia de eliminar el mayor centro de atracción como lo es la ciudad de Boston (fig 2.2) podemos visualizar como la estructura regional inicial se mantiene, confirmando la hipótesis de una metrópolis policéntrica, y así, la poca dependencia que tienen los municipios ubicados en las otras subregiones con respecto al Inner Core, donde se observa un cambio de estructura al desplazar el centro de atracción a la ciudad de Cambridge (figura 3).

Figura 2. Índice de interacción aplicado a la metrópolis de Boston delimitada por la MAPC



Fuente: Elaboración propia con datos del censo BUREAU, residence to workplace MCD/County 2006-2010.

Figura 3. Índice de interacción aplicado a la metrópolis de Boston delimitada por la MAPC sin contemplar el municipio de Boston



Fuente: Elaboración propia con datos del censo BUREAU, residence to workplace MCD/County 2006-2010.



3.2. Calculando el Built-Up Index

Para evaluar este crecimiento desde la concepción del “*Sprawl*”, se calcula el Built-Up index que permite mapear áreas urbanizadas y hacer una lectura de cómo se va dispersando el área urbana y convirtiendo la vegetación en tierra estéril y desnuda en cierta medida. Este se calcula con las ondas electromagnéticas que capturan la respuesta espectral de los objetos de la superficie terrestre, infrarrojo de onda corta (SWIR), infrarrojo de onda cercana (NIR), materializándolas en las bandas que contienen una imagen satélite, por ejemplo, las áreas de acumulación y el suelo desnudo reflejan más SWIR que NIR. El cuerpo de agua no se refleja en el espectro infrarrojo. En el caso de la superficie verde, la reflexión de NIR es mayor que el espectro SWIR

Por esta razón, para obtener un mejor resultado, se utiliza el índice acumulado (BU). El índice de acumulación es el índice para el análisis de patrones urbanos utilizando Índice de Acumulación de Diferencia Normalizada (NDBI) y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

El índice acumulado es la imagen binaria que solo tiene un valor positivo más alto, que indica que está acumulada y, por lo tanto, estéril, lo que permite a BU asignar el área acumulada automáticamente. Para mejorar la información sobre los cuerpos de agua en el cálculo se ha utilizado también el Índice de Agua de Diferencia Normalizada (MNDWI). La extracción se basa principalmente en una nueva imagen derivada de los tres índices:

$$\text{NDBI} = (\text{SWIR} - \text{NIR}) / (\text{SWIR} + \text{NIR}); \text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}); \text{MNDWI} = (\text{Verde} - \text{SWIR}) / (\text{Verde} + \text{SWIR}); \text{BU} = \text{NDBI} - \text{NDVI} - \text{MNDWI}.$$

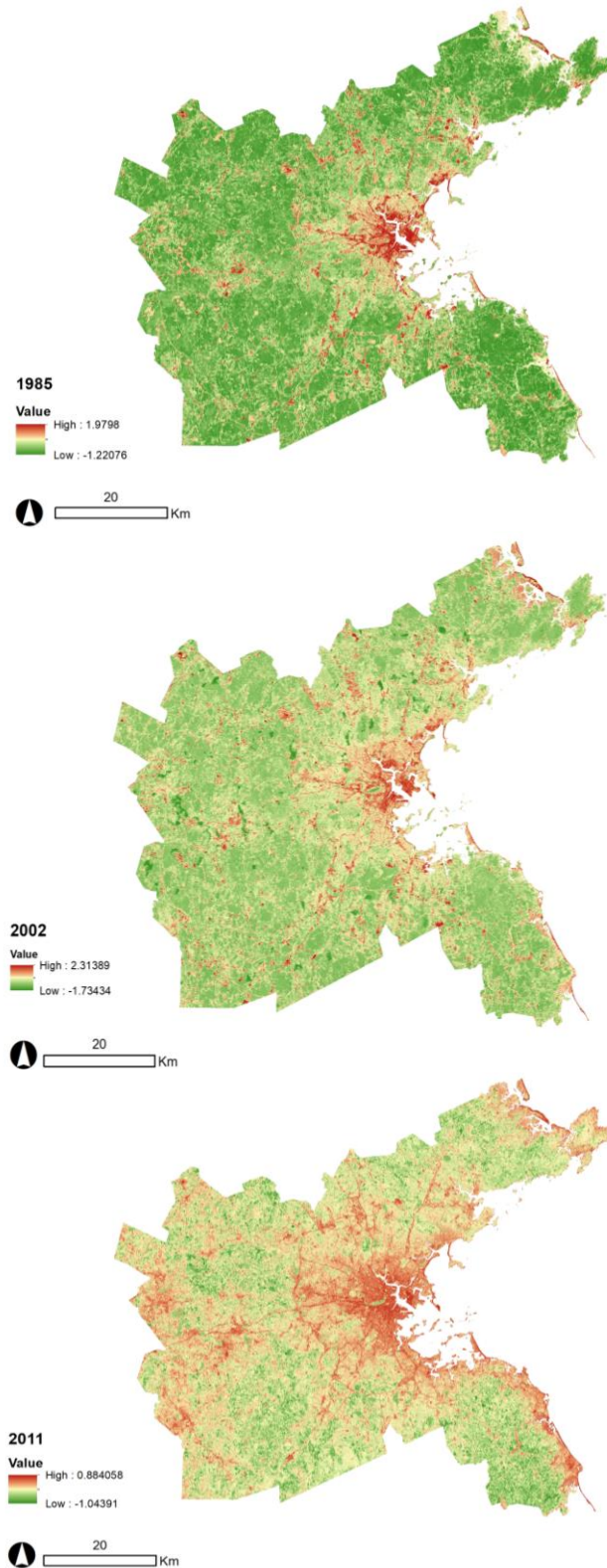
Para describir los valores resultantes del built-up index usaremos la rampa de colores de los mapas, esta varía desde un valor positivo más alto, que indica los suelos más artificializados (área construida) y, por lo tanto, estéril; y los valores negativos que indican vegetación de la más débil a la más sana y cuerpos de agua definidos claramente.

De 1985 a 2002, se observa el grado de decadencia de los espacios naturales, el 0 es la muestra más baja del suelo artificializado, considerado como desarrollo suburbano, debido a que es difuso entre la vegetación más débil.

Esto anterior es lo que supone que los espacios verdes se encuentren fragmentados a causa de este tipo de desarrollo. Se refleja en el cálculo del 2011 que muestra una mayor mancha de suelo artificializado con un índice bajo, y menor vegetación con un índice más bajo en comparación a las anteriores.

En el mapa del 2011 (figura 4) se puede apreciar el grado de expansión del área metropolitana de Boston, al ser Boston un centro atractivo los municipios colindantes se consolidaron bajo diferentes formas de desarrollo, unas menos densas que otras.

Figura 4. Built-up Index área acumulado de suelo artificial 1985, 2002, 2011 del área metropolitana de Boston MAPC



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes satelitales LANSAT 5 TM, NASA.



Es evidente como se han destruido las tierras agrícolas, y ecosistemas, quedando libres las pocas zonas que no conectan con los ejes viales, la expansión en el perfil costero, tanto norte como sur de piezas residenciales aisladas que también invaden ecosistemas de pantanos, estos son problemas ambientales asociados a la dispersión.

Los datos que se visualizan en el Built-up index, refuerzan la idea de cómo la aparición de las vías interestatales a partir de los 80's, terminan siendo un factor desencadenante de la rápida expansión de los suburbios de baja densidad en Boston, estos crecen de manera difusa a lo largo de las principales rutas de transporte.

4. Aproximación morfológica

El término "Urban Sprawl" carece de precisión desde el punto de vista de investigadores que lo describen como una forma particular de urbanización, o una valoración negativa relacionada con las consecuencias sociales y ambientales asociadas con este desarrollo. Este fenómeno se refiere a la expansión de las poblaciones humanas hacia comunidades de baja densidad, alejadas de las áreas urbanas centrales y generalmente dependientes de los automóviles, teniendo como característica principal "la dispersión".

Para Muñiz, Garcia, Calatayud (2006), solo se están definiendo causas y emitiendo juicios de valor sobre el fenómeno, cuando deberíamos ser capaces de definirlo con precisión. Una definición válida, según el autor, debiera centrarse en la descripción neutra del fenómeno en cualquiera de las formas que pueda adoptar, para ello las definiciones basadas en descripciones morfológicas son adecuadas para conseguir este objetivo, además debe ir acompañada de una estrategia cuantitativa que permita evaluar el nivel de dispersión.

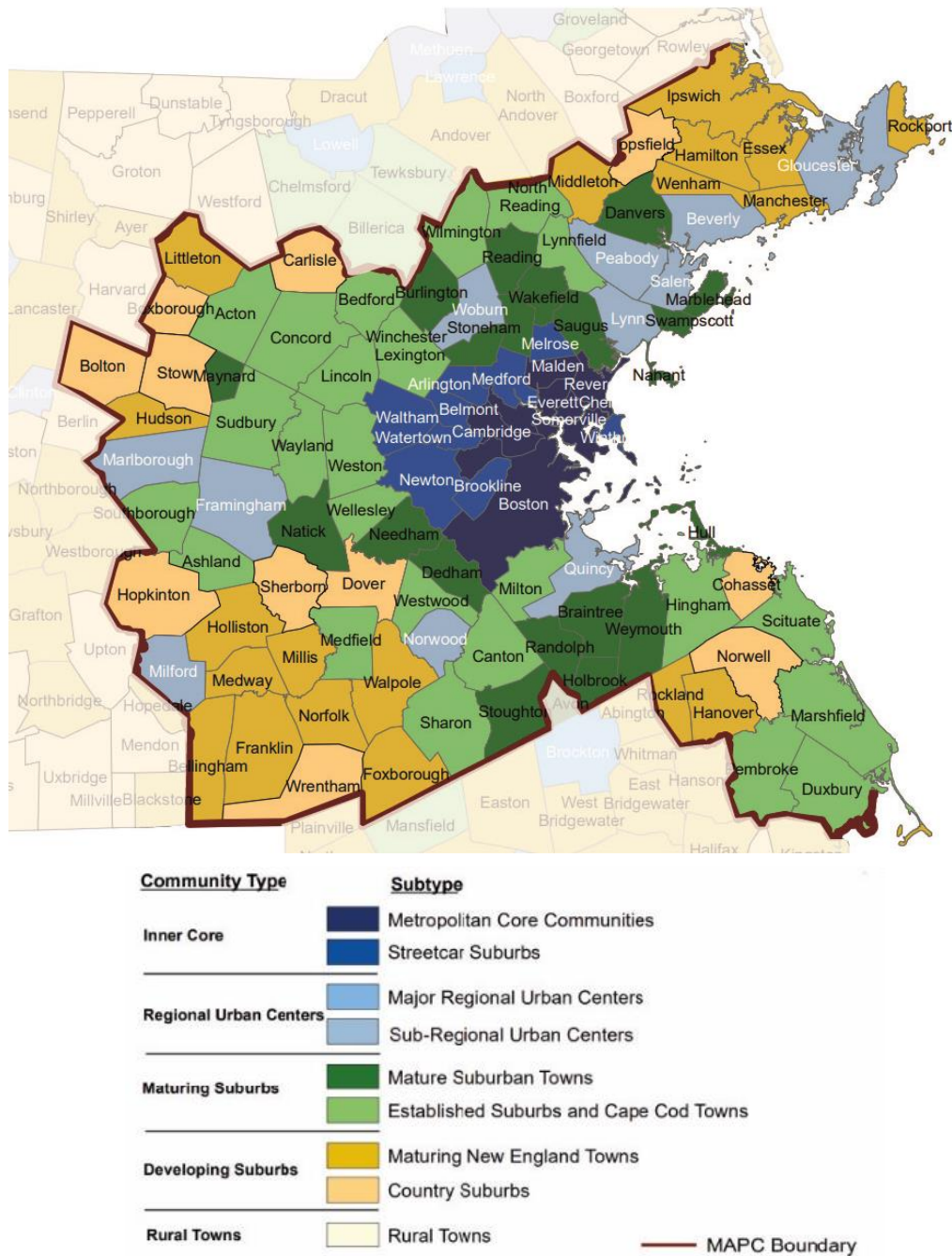
El "Urban Sprawl" presenta patrones diferenciados en función del país y periodo considerado; estos patrones se describen como formas muy diferentes que van desde centros altamente agrupados en paisajes de baja densidad, hasta el tipo de ciudades sin bordes, donde las ciudades crecen juntas en mega-polos; otras describen el crecimiento de formas urbanas lineales, como desarrollos de franjas a lo largo de las principales rutas de transporte, periferias bastante distintas hasta perímetros algo más difusos (E. Besussi, *et al.* 2010).

Cuando un fenómeno tiene una morfología muy diversa, un enfoque desde la perspectiva morfológica es muy pertinente para evaluar las dimensiones del fenómeno bajo una misma metodología que identifica patrones que describen, en este caso, el Urban Sprawl, justificando su utilización en este estudio.

Estas formas se explican mediante la selección de una cuadrante aerofotografía de Google Earth de 2 x 1,5 km de un municipio representativo. El objetivo de este apartado es de caracterizar el tipo de tejido existente para identificar patrones de dispersión en el territorio. La unidad de análisis será el sistema "Community Types", propuesto por el Consejo de Planificación del Área Metropolitana MAPC para respaldar la planificación, el análisis y el desarrollo de políticas en Massachusetts. Utilizaron criterios como el uso de suelo, los patrones de vivienda, las tendencias de crecimiento recientes y los patrones de desarrollo proyectados, para agrupar áreas que comparten características comunes.

Los “community Types” se dividen en 5 categorías, la primera describe los centros altamente densos, y las restantes van desde los primeros suburbios desarrollados, los que tienen usos industriales y comerciales constituyendo centros urbanos importantes, hasta los menos densos. Estos cuatro grupos coinciden al agrupar urbanizaciones de baja densidad residencial, generalmente asociadas a tipologías edificatorias unifamiliares o de bloques residenciales extensivos, pero también desarrollos alejados, respecto al centro, de mayor densidad, que evidencian la fragmentación del territorio asociada al crecimiento disperso.

Figura 5. Massachusetts Community Types



Fuente: Metropolitan Area Planning Council, 2008.

Figura 6. Caracterización de los tejidos presentes en el área metropolitana de Boston

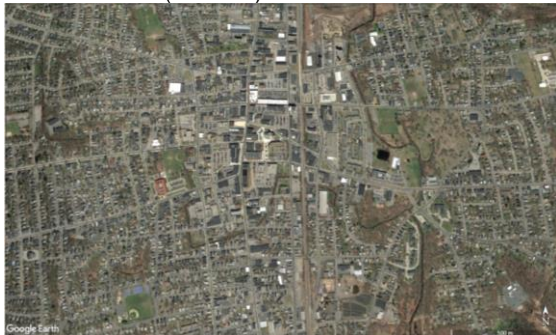
Inner core / Metropolitan Core Communities: Ciudades interiores de alta densidad (Boston)



Streetcar suburbs: Históricos suburbios de alta densidad cerca del núcleo urbano (Brookline)



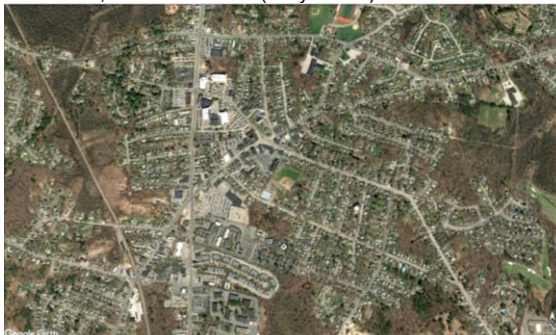
Regional Urban Center / Major regional urban centers: Grandes centros urbanos de alta densidad que no están cerca de Boston (Brockton).



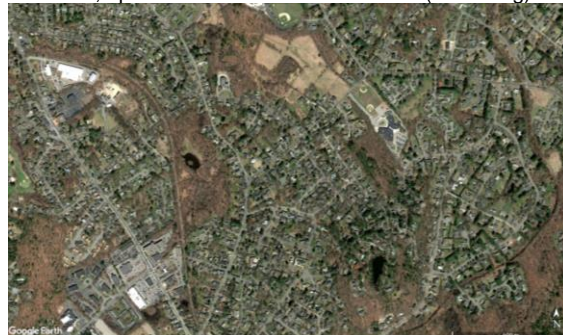
Sub-Regional urban center: Céntricos / pequeños centros urbanos, barrios diversos (Quincy).



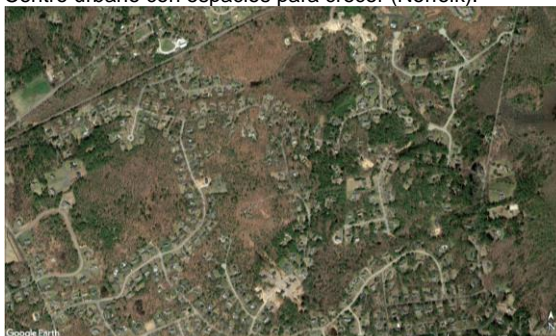
Maturing Suburbs / Mature suburban towns: Densidad moderada, casi construida (Weymouth).



Established Suburbs and Cape Cod Towns: Baja densidad, aproximándose a la construcción (Lexington).



Developing Suburbs / Maturing New England Towns: Centro urbano con espacios para crecer (Norfolk).



Country Suburbs: Muy baja densidad, espacio para crecer, carácter campestre (Bolton).



Fuente: Fotos tomadas de Google Earth, datos del "Massachusetts Community Types: A classification system developed by the Metropolitan Area Planning Council", 2008.



La forma más común en la que se desarrollan los suburbios es la prolongación de parcelaciones sobre una vía que parece interminable, y adopta formas curvilíneas, triangulares, laberínticas, etc. La densidad de los tejidos va disminuyendo en proporción a la antigüedad y a medida que se alejan del Inner core.

Los suburbios más densos y próximos a Boston presentan un tejido continuo, es decir que las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más del 80% de la superficie del terreno aproximadamente, y la vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano; mientras que los suburbios menos densos resaltan por su carácter discontinuo con existencia de espacios vacantes respecto a otras áreas ya urbanizadas. Se desarrollan sobre un Strip con edificios separados por jardines, carreteras, espacios deportivos, ocio y estacionamiento. En general, las áreas urbanizadas aparecen separadas por grandes áreas verdes (o al menos no urbanizadas), lo que conlleva que la densidad media se vea aún mucho más reducida.

5. Resultados

El análisis de interacción nos refleja que existe un proceso de baja centralidad, es decir, un peso creciente de las zonas periféricas respecto a las centrales en relación al empleo, y que se correlaciona con la tabla 2, que muestra que existe una mayor concentración de empleo en estos núcleos detectados en el mapa de densidades, catalogados como “Regional urban centers” en las categorías del MAPC. Estas zonas se ven reflejadas en un progresivo aislamiento de las piezas que conforman la mancha urbana, como centros caracterizados por una gran superficie de suelo destinada a equipamientos y servicios rodeado de un desarrollo de mediana y baja densidad. Es lo que corresponde a la definición de Galster, *et al.* (2001). Mientras más bajo sea el nivel de centralización se exhibirá una mayor dispersión.

Tabla 2. Total, de trabajos en cada community Sub-Type

Community Type (TYPE 5)	Community Sub-Type (TYPE 9)	Total Jobs
Inner Core	Metropolitan Core Communities	17,515
	Streetcar Suburbs	16,434
Regional Urban Centers	Major Regional Urban Centers	37,737
	Sub-Regional Urban Centers	17,875
Maturing Suburbs	Mature Suburbs	9,227
	Established Suburbs & Cape Cod Towns	6,051
Developing Suburbs	Maturing New England Towns	3,710
	Country Suburbs	1,508
Rural Towns	Rural Towns	180

Fuente: Metropolitan Area Planning Council, 2008.

Esto se refleja también en la presencia de núcleos aislados que aparentemente se comportan como pequeños centros, por lo tanto, son más densos, pero que a lo largo de la vialidad por



donde se conectan al centro del área metropolitana, hay un desarrollo lineal menos denso y por lo tanto disperso y sin continuidad. Desde el centro de Boston hasta llegar a la ruta 128, el tejido se vuelve más continuo y denso.

Los datos del Metropolitan Area Planning Council, (2008) que mide las unidades residenciales por acre (4046.86 m²), reflejan que en las categorías “Maturing suburbs y developing suburbs” las unidades residenciales por acre (Housing unit density) están por debajo de 1.7 viviendas por cada 4046.86 m², quiere decir que cada vivienda está formado por un solar de aproximadamente 2000 m² y, en su mayoría la superficie del suelo para uso residencial se destina a viviendas unifamiliares, presentando unas densidades poblacionales irrisorias a diferencia de los centros urbanos donde superan el 77% de uso de suelo destinados a viviendas multifamiliares y de alta densidad. Como define Galster, *et al.* (2001), a menor densidad mayor dispersión.

6. Conclusiones

Al ser un estudio que está en proceso, no podemos plantear conclusiones parciales, pero si dar unos comentarios: Nos encontramos ante una metrópolis policéntrica, la más actual de las condiciones de su desarrollo pasa por ser una comunidad sostenible en la que se desarrolla de manera más eficiente el tránsito de personas hacia los centros existentes en el territorio, esto basándose en la mejora del transporte público, la potenciación de centros tradicionales que permitan rescatar su valor secundario e histórico, la reducción del impacto ambiental por uso del vehículo propio y la optimización de los recursos hídricos y suministro de servicios. El “crecimiento inteligente” nace como una respuesta dialéctica al patrón de desarrollo de baja densidad orientado al automóvil que ha dominado durante décadas. Este crecimiento promueve un desarrollo más compacto, el transporte público y la preservación de espacios abiertos.

En cuanto a los resultados del análisis en base a la metodología morfológica propuesta desde las dimensiones de densidad, consumo de suelo y discontinuidad, podemos concluir que la conformación del territorio es principalmente dispersa, si existe “Urban Sprawl” en el área metropolitana de Boston, acompañado de pequeños subcentros aislados en la mancha urbana representando discontinuidad en el tejido urbano, mientras que los suburbios más cercanos al centro de Boston (Boston como centralidad de la metrópolis) tienen un tejido urbano más continuo.

Los demás patrones esquemáticos del “Urban Sprawl” identificados por Galster se podrían analizar físicamente para descubrir más patrones morfológicos en el territorio que evidencie explícitamente la dinámica del “Urban Sprawl” en el área metropolitana de Boston.

Contribuciones de los autores: El primer autor ha contribuido al cálculo del modelo de interacción y la lectura de O’Conell. El segundo autor ha calculado el *Built-up index* y desarrollado la aproximación morfológica. Se agradece especialmente la colaboración de Oscar Guillén Mateu en el uso del postgresql para el procesamiento de los datos del census Bureau.

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.



Bibliografía

Bahadur Kshetri, T. (2018). "NDVI, NDBI & NDWI Calculation Using Landsat 7, 8". Publicado en linkedin. Recuperado de: <https://www.linkedin.com/pulse/ndvi-ndbi-ndwi-calculation-using-landsat-7-8-tek-bahadur-kshetri/>

Besussi, Elena; Chin, Nancy, Batty, Michael and Longley, Paul (2010). "The Structure and Form of Urban Settlements". 12/07/2018. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/226070659_The_Structure_and_Form_of_Urban_Settlements

Cox, W. (2015). "The Evolving Urban Form: Sprawling Boston". Recuperado de: <https://www.heartland.org/news-opinion/news/the-evolving-urban-form-sprawling-boston?source=policybot>

Galster, G.; Hanson, R.; Ratcliffe, M.R.; Wolman, H.; Coleman, S. y J. Freihage (2001). "Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept". *Housing Policy Debate*, Vol 12, Issue 4, pp. 681-717. Recuperado de: <http://www.gulfofmaine.org/2/wp-content/uploads/2014/03/Wrestling-Sprawl-to-the-Ground-Defining-and-Measuring-an-Elusive-Concept.pdf>

Kendall, Sandra; The Boston Foundation (2017). "*The Greater Boston Housing Report Card 2017: Ideas from the Urban Core. Responsive Development as a Model for Regional Growth*". Recuperado de: <https://www.tbf.org/-/media/tbf/reports-and-covers/2017/2017-housingreportcard.pdf>

Muñiz, Iván; García López, Miquel-Àngel; Calatayud, Daniel. (2006). "*SPRAWL: definició, causes y efectos*". Universitat Autònoma de Barcelona. Departament d'Economia Aplicada. Barcelona. <http://hdl.handle.net/2072/3572>

MAPC (2008). "Massachusetts Community Types: A classification system developed". Recuperado de: http://www.mapc.org/wp-content/uploads/2017/09/Massachusetts-Community-Types-Summary-July_2008.pdf

MAPC (2008). "MetroFuture Regional Plan: Making a Greater Boston Region". Recuperado de: <https://www.mapc.org/get-involved/metrofuture-our-regional-plan/>

Szilárd Szabó, Zoltán Gácsi, Boglárka Balázs (2016). "Specific Features of NDVI, NDWI and MNDWI as Reflected in Land Cover Categories". *Landscape & Environment* 10 (3-4) 2016. 194-202. Recuperado de: http://landscape.geo.klte.hu/pdf/agd/2016/2016v10is3_4_13.pdf

Xu, H. (2007). "Extraction of urban built-up land features from Landsat imagery using a thematic-oriented index combination technique". *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 73: 1381-1391. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/eb34/a581daf219fc05bea58ab496a2b576310b3f.pdf>