

GUIA DE CLASIFICACION MORFOLOGICA DE ZONAS URBANAS A PARTIR DE SENSORES REMOTOS

Viviana Paola Castro Lozano Geógrafa. Universidad Nacional de Colombia.
German Vargas Cuervo. Geólogo Phd. Director depto. de Geografía. Universidad Nacional de Colombia

La estructura urbana está dada principalmente por las vías, edificaciones, parques industriales, espacios de ocio, redes vitales; su distribución y densidad hacen que *“las ciudades no son todas iguales: dependiendo de su localización, de su historia, su desarrollo y sus funciones muestran un aspecto y una estructura diferente”*. (Mesa, 1993). Algunas zonas urbanas dependen de las características físico-geográficas para su emplazamiento, ya que algunas se localizan en ambientes naturales que influyen en el emplazamiento de las mismas.

Las zonas urbanas son el resultado de relaciones socio-culturales, económicas políticas y espaciales, generando múltiples formas y morfologías al interior de las mismas. Etimológicamente la morfología viene del griego Morphé = Forma, lo cual indica la configuración esencial de un elemento determinado. En el caso de las zonas urbanas, las formas internas que se presentan en su perímetro urbano, son consecuencia de las relaciones multifuncionales nombradas anteriormente. Sin embargo, las formas urbanas dan la posibilidad de distinguir ciudades de orígenes renacentistas, romanas, griegas, medievales *“las formas urbanas medievales están dadas por murallas con sus torres y puertas, las calles y espacios afines destinados a su circulación, el mercado alojado a veces en el interior de un edificio y dotado de otros establecimientos comerciales, la iglesia que en general se alza en su propio espacio urbano y con todo lo anterior la gran masa de edificios en su contorno”* (Morris, 1984. pp. 105), los orígenes medievales están relacionados en su gran mayoría con ciudades o zonas urbanas europeas como por ejemplo Roma, Oxford, Cambridge entre otras.

Las zonas urbanas se identifican por sus orígenes culturales y sus formas internas; haciendo que las morfologías urbanas sean diferentes.

La tradición en el estudio de las ciudades y las formas urbanas ha estado relacionada con la observación desde los planos, *“es una representación de la ciudad en su conjunto, un mapa con mucho detalle en el que podemos ver el trazado de las calles, la forma de las manzanas, la planta de los edificios”*. (Capel, 2002). También se han utilizado mapas, fotografías aéreas desde donde se identifican rasgos geográficos, espaciales y se puede apreciar las formas o morfologías que se presentan en las zonas urbanas.

A partir de estas observaciones, se han desarrollado estudios de crecimiento urbano, identificación de patrones urbanos relacionados con la estructura urbana enfocándose hacia las edificaciones, vías, espacios de ocio, entre otros.

Dado que, la morfología este relacionada con la organización espacial de las zonas urbanas. En esta monografía se realizara un análisis morfológico de cuales son las formas que predominan o se presentan en las zonas urbanas; con ello se desarrollaran criterios de clasificación como la geometría, estructura y texturas urbanas. También se identificarán y se relacionarán los criterios propuestos con variables como aspecto natural, aspecto socio-económico y el aspecto cultural y como estas influyen sobre la morfología urbana.

En este contexto, para la elaboración e identificación de las diferentes morfologías; la guía de clasificación de zonas urbanas estará apoyada en la utilización de los sensores

remotos. Serán analizadas imágenes de zonas urbanas provenientes de sistemas como Spot, Landsat, Ikonos, Quickbird (Google Earth); la implementación de las imágenes de estos sensores será de acuerdo a las especificaciones de resolución espacial para cada uno, ya que para los criterios de clasificación el detalle de observación y análisis son de las morfologías son diferentes.

MORFOLOGIA URBANA VISTA EN EL INTERIOR COMO EN SU CONTORNO

Las formas urbanas o morfologías resultan ser geometrías internas que se dan tanto en su exterior (contorno) e interior de los espacios urbanos; esta morfología resulta del hecho de cómo las ciudades obedecen a factores naturales, económicos, culturales diferentes, dando como resultado estructuras urbanas heterogéneas.

En este contexto, al interior y al exterior de las zonas urbanas se dan formas y estructuras heterogéneas; por ello es necesario realizar una guía de clasificación con criterios de clasificación para los patrones geométricos, estructurales y texturales urbanos.

Relacionado con esto, los sensores remotos han sido un aporte importante para la observación y análisis de problemas urbanos como por ejemplo crecimiento urbano, riesgos naturales asociados a no aptas para la urbanización entre otros. Por ello, aquí se implementaran los sensores remotos para la observación de la morfología en zonas urbanas.

• OBSERVACIÓN DE LAS FORMAS O ESTRUCTURAS URBANAS

Las primeras observaciones que se realizaron acerca de las estructuras urbanas de las ciudades, fueron proporcionadas por los planos, ya que a partir de este se realizaba una lectura de los diferentes elementos presentes en la ciudad como las edificaciones, los trazados de las calles, entre otras.

El plano “*es un elemento esencial del análisis morfológico*”. (Capel 2002.pp. 67), en el plano se representa la ciudad en todo su detalle, es decir se pueden evidenciar las formas de las manzanas, la malla vial, los edificios, lugares de ocio etc., Según Capel el plano se puede definir por 4 aspectos elementales:

- Las calles y su relación con el sistema vial. - Las manzanas delimitadas por las calles. – Espacios individuales los cuales resultan ser ocupados por los edificios. – Las zonas verdes las cuales se pueden evidenciar en una escala detallada.

Estos elementos resultan ser los factores para definir las diferentes estructuras urbanas y con ello relacionarse con los usos del suelo. Desde la observación y lectura del plano se pueden evidenciar los diferentes usos del suelo, saltando a simple vista categorías o unidades de ciudad como emplazamientos industriales generando unidades industriales, asimismo viviendas y edificaciones formando unidades residenciales o administrativas. Por su parte las vías o calles juegan un papel importante como un elemento principal para la definición de la estructura urbana, ya que actúa como una malla de conexión dentro de la misma ciudad.

Abordando estos elementos desde el plano, como lo señala Capel (2002) en su análisis morfológico, este se puede separar: en el *plano homogéneo*, el cual presenta un esbozo similar y es adoptado por ciudades pequeñas, para atender la irregularidad de las formas

urbanas este se puede definir como los *planos heterogéneos*, lo anterior se puede relacionar como la malla viaria genera tipologías de plano generadas a partir de las formas urbanas.

1. Plano Regular u Ortogonal: Obedeciendo a una forma ortogonal o hipodámico (en honor a su precursor de los planos de Mileto en la Grecia Antigua), donde las vías son emplazadas de tal forma que se generan cuadrículas con formas geométricas homogéneas. Estas formas se pueden evidenciar en las ciudades antiguas, de origen griego, medieval y romano. “Una ciudad ortogonal es un plano sencillo y regular que puede presentarse a todo tipo de desarrollos. Las calles se cruzan en ángulo recto, tienen árboles y están trazados en distancias regulares con una anchura uniforme y se designan con números de orden” (Choay 1970. pp. 182).
2. Plano Irregular: A diferencia del patrón anterior en el plano irregular se evidencian geometrías heterogéneas, estos patrones se pueden evidenciar en ciudades en las cuales existe la ausencia total de planificación urbana y de alta densidad de la población la cual aprovecha hasta el último espacio para su emplazamiento. Un ejemplo de estos patrones irregulares son algunas ciudades medievales y musulmanas. “La imagen de irregularidad en el plano puede proceder del hecho de que la mayor parte de las ciudades han crecido de una forma no planificada”. (Capel 2002. pp.120).
3. Plano Radioconcentrico: Esta geometría está dada por el emplazamiento de un centro del cual salen diferentes calles hacia distintos lados, es decir el espacio urbano está configurado desde un centro donde parten vías y caminos para la comunicación con el resto de la ciudad. Estos ejemplos de ciudad son evidentes en las algunas ciudades europeas de la época medieval ya que en estas ciudades la centralidad resultaba ser un castillo, un santuario o una iglesia., etc.

Estas observaciones y lecturas realizadas desde el plano nos dan una demostración de cómo, a partir de una herramienta, se pueden evidenciar elementos y factores importantes para el estudio del espacio urbano, es por ello que en este caso será aplicada la herramienta de la teledetección para realizar una observación más detallada de las ciudades lo cual se explicara mas adelante; ya que desde el plano la observación era de manera mas general y limitante.

APLICACIÓN DE LOS SENSORES REMOTOS EN ESTUDIOS URBANOS

Como bien se puede apreciar en los estudios relacionados con el espacio urbano, se ha abordado desde diferentes disciplinas, y estas han buscado la manera de observar las ciudades; es por ello que a partir de los sensores remotos se han desarrollado estudios pertinentes para el análisis del espacio urbano y su dinámica espacial. Sponsored by the Socioeconomic Data and Application Center (SEDAC) y Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) publicaron un artículo “*Remote Sensing Applications at the State and Local Levelen*” (2001) este artículo presenta un estudio de clasificación de uso del suelo en el espacio metropolitano de New York, estudiando las áreas de cobertura vegetal afectada por la excesiva contaminación del perímetro urbano; para el desarrollo de este estudio fueron utilizados sensores como Landsat TM, Landsat ETM y Landsat MSS.

El análisis urbano a partir de sensores remotos permite reconocer la localización y extensión de las áreas urbanas; conociendo de la misma manera la distribución espacial de diferentes aspectos como la infraestructura vial y el asentamiento humano (Donnay, Barney y Longley 2001), y con ello estudios de crecimiento urbano. (*Ibíd.*).

La aplicación de la técnica de la teledetección ha sido utilizada y aplicada en estudios de crecimiento urbano, y ha sido pieza importante para analizar los cambios en el uso del suelo y su expansión. Los sensores remotos aplicados a estudios urbanos nos permiten realizar un análisis de crecimiento urbano, reconstruyendo cartografía para diferentes temporalidades; un ejemplo de esto es el estudio realizado para la ciudad de Valdivia (Chile) donde se implementan

imágenes de los sensores LANDSAT TM, SPOT HRV, y ERS-2, “*para estudiar el crecimiento urbano experimentado durante el periodo comprendido entre 1961 y 1968 en la ciudad de Valdivia*” (Herrera 2001).

La aplicación de los sensores remotos en estudios urbanos han sido una herramienta importante para el análisis de las dinámicas que se desarrollan en el espacio urbano, además de ello “*las imágenes de satélite desde su aparición han sido tenidas en cuenta como un poderoso medio para la obtención de información actualizada a costos relativamente bajos, y permitiendo estudiar y analizar las dinámicas que se desarrollan en medio urbano*”. (Rocha 2000).

• **CONCEPTOS BASICOS DE LA TELEDETECCION**




La teledetección o también llamada sensores remotos, “*son herramientas técnicas que permiten detectar a distancia bajo la forma de fotografías, registros eléctricos, magnéticos, perfiles u otras formas de datos características físicas o biológicas de los objetos. Los elementos que constituyen la superficie terrestre como rocas, suelos vegetación y agua, así como los de origen antropico como construcciones urbanas, vías.* (Vargas 1999 pp.39).

En el año de 1972 fue lanzado el primer sensor de tecnología americana bajo el nombre de ERTS (Earth Resources Technology Satellite), el cual posteriormente adoptó el nombre de Landsat, este sensor fue durante la década de los 70s hasta los 80s el único sensor de actividad sobre la tierra. Consecutivamente se lanzo el sensor SPOT el cual pertenecía a tecnología europea en el año de 1983, este sensor se caracterizo por su alta resolución espacial. Posteriormente, se lanzo el sensor ASTER para obtener información relacionada con la biosfera, la hidrosfera, la litosfera y la atmósfera, este sensor fue lanzado en conjunto con Japón y la NASA.

Los sistemas IKONOS y QUICKBIRD son particulares por su alta resolución espacial; y por ello han sido aplicados a diferentes problemáticas medio ambientales o también relacionadas con los espacios urbanos.

Para el desarrollo de la guía de clasificación de zonas urbanas será tenida en cuenta la resolución espacial de cada uno de los sensores, ya que cada uno representa resoluciones espaciales diferentes. En este concepto de resolución espacial de una imagen esta dada por “*las dimensiones que representa el píxel en X y Y, respecto a las dimensiones reales del terreno sobre un mismo espacio geográfico*”. (Vargas 2008 pp. 109).

En este contexto, para el análisis y la identificación de morfologías urbanas se tendrá en cuenta la resolución espacial de cada una de las imágenes utilizadas; para la identificación de los patrones geométricos será utilizado el sistema LANDSAT, y para los patrones de estructura y textura urbana serán utilizados sensores de mayor resolución espacial como IKONOS y QUICKBIRD.

QUICKBIRD 2007	LANDSAT ETM857_03	IKONOS 2007
		
Resolución espacial 1 m.	Resolución espacial 28 m	Resolución espacial 4m

Cuadro 1. Ejemplo imagen de la ciudad de Bogota en diferente resolución espacial (R E).

De acuerdo a la resolución espacial, una imagen de satélite captada en una zona urbana se pueden evidenciar las formas y geometrías que se presentan tanto en su contorno (perímetro urbano) como en su interior; *“existen en una imagen digital patrones espaciales bien definidos tanto en su forma, en su frontera, en la extensión espacial y en su textura, que pueden distinguirse sin ambigüedad”* (Chávez 1999, pp. 13). Es por eso que a partir de la técnica de la teledetección se observaran las formas urbanas como *“un elemento importante en el análisis de una imagen digital en relación con su forma y con su patrón espacial”* (Ibíd., pp. 33).

Como se señalo anteriormente, los sensores remotos han sido una herramienta importante para el análisis de la dinámica urbana. A partir de estos, se logra la identificación y referenciación de elementos presentes en el espacio urbano, desde elementos naturales (drenaje, relieve, cobertura vegetal, suelos, entre otras), elementos de la infraestructura urbana (vías, edificios, espacios de ocio, manzanas), identificación del perímetro urbano (dinámica de crecimiento urbano en estudios con imágenes de satélite por temporalidades), identificación de zonas urbanas con riesgo por remoción en masa.

- Elemento natural: Análisis con imágenes satélites, para conocimiento de áreas urbanas inundables, desaparición de cobertura vegetal, identificación de suelos desnudos y suelos erosionados en áreas urbanas
- Elementos de la infraestructura urbana: Análisis con imágenes de satélite, para la identificación de la morfología urbana y las formas que se dan por el resultado de la unión de todos los elementos presentes en el espacio urbano.
- Perímetro urbano: Análisis de conurbación y dinámicas de crecimiento urbano a partir del estudio de imágenes de satélite de diferentes temporalidades.
- Riesgo por remoción en masa: Análisis e identificación de áreas urbanizadas en zonas prohibidas por riesgo de remoción en masa.

Los anteriores ejemplos de estudios urbanos utilizando como aplicación los sensores remotos; permiten que se realicen estudios detallados de las áreas urbanas. Es por ello, que la para el análisis morfológico de zonas urbanas; se logra la identificación de todos elementos señalados anteriormente.

No obstante, para el desarrollo de la guía de clasificación morfológica de zonas urbanas dependerá de la disponibilidad de las imágenes de satélite, para exponer los ejemplos de los criterios desarrollados; por ello las imágenes de base son las provenientes de Google Earth (sistema quickbird), para la identificación de estructuras y texturas urbanas.

I. MORFOLOGIA DE LAS GEOMETRIAS URBANAS (MG)

La geometría de las zonas urbanas se relaciona con la observación de los espacios urbanos, analizando su contorno (perímetro urbano). Para el análisis morfológico de las geometrías urbanas se utilizarán imágenes del sensor Landsat. Dado que, para la observación de esta morfología urbana no es necesario una buena resolución espacial, si no que basta con el sistema Landsat.

Cuadro 2. Resolución espacial de las imágenes landsat

<i>Banda</i>	<i>RVB</i>	<i>MSS</i>	<i>TM</i>	<i>ETM y ETM +</i>
1	80 m		30 m	28.5 m
2	80 m		30 m	28.5 m
3	80 m		30 m	28.5 m
4		79 m	30 m	28.5 m
5		79 m	30 m	28.5 m
6		79 m	120 m	57 m
7		79 m	30 m	28.5 m
8		237 m		14.25 m

(Tomado de Vargas 2003)

En este contexto las geometrías urbanas, resultan ser diferentes por disimilitudes en su contorno o en su perímetro urbano, estas diferencias están relacionadas con variables como la forma, orientación, dimensión (bidimensional y Tridimensional).

- Criterios de clasificación morfológica para la geometría del contorno urbano

1. Forma: La definición básica de la forma esta dada como un todo, representando algo más que la suma de las partes. Relacionado con las zonas urbanas las formas son aplicables tanto en su contorno (exterior) como en su interior; en el caso de la geometría del contorno urbano las *formas* se pueden caracterizar de la siguiente manera:

- Circulares u Ovalada (MGc)
- Alongadas (MGal)
- Irregulares (MGir)
- Rectangular (MGr)

2. Orientación: Se refiere a la orientación de las zonas urbanas respecto al norte:

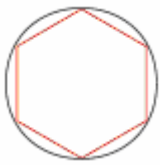
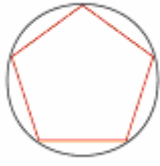
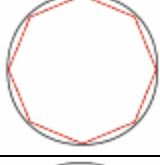
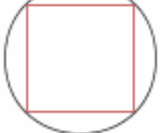
- Norte – Este (MGn-e)
- Norte – Oeste (MGn-o)

3. Dimensión: Este criterio de clasificación está relacionado con el concepto de geometría y su presencia en el espacio. Las zonas urbanas pueden ser observadas en diferentes dimensiones:

- Bidimensional (MGdi): Observación de la geometría del contorno urbano a partir de dos dimensiones: ancho y largo.
- Tridimensional (MGtr): Observación de la geometría del contorno urbano a partir de tres dimensiones: largo, ancho y altura (entre 2000 y 3000 msnm)

Las zonas urbanas pueden ser observadas desde diferentes dimensiones, en el siguiente cuadro se presentan algunas figuras geométricas que pueden ser aplicadas a la morfología de las geometrías urbanas.

Cuadro 3. Figuras geométricas aplicadas a las morfologías de las geometrías urbanas.

FIGURAS GEOMÉTRICAS	DIMENSIÓN
	- Análisis de la geometría del contorno urbano desde 6 dimensiones.
	- Análisis de la geometría del contorno urbano desde 5 dimensiones.
	- Análisis de la geometría del contorno urbano desde 8 dimensiones.
	- Análisis de la geometría del contorno urbano desde 4 dimensiones.

II. MORFOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS URBANAS (ME)

La estructura se entiende como la distribución y orden de las partes para la composición de un todo. Capel (2002) toma como estructuras urbanas principales las edificaciones (industrial, comercial y residencial), las vías, y las manzanas; dado que estas son las generadoras de las diferentes morfologías urbanas por su emplazamiento.

Relacionado con esto, la red viaria, drenaje, los canales son factores de influencia para generación de las diferentes estructuras internas urbanas; la red vial actúa como un sistema de redes de conexión dentro del espacio urbano, esta se puede presentar en formas totalmente cuadrículas y homogéneas, pero también se pueden presentar de forma heterogénea.

El análisis para las morfologías de las estructuras urbanas, está dado a la hacia la observación al interior del perímetro urbano, identificando las diferentes morfologías

que se presentan en el mismo. Para ello es necesario, la observación desde imágenes de satélite de alta resolución espacial, ya que con gran detalle se permite la visualización de las diferentes estructuras urbanas. En este contexto se utilizarán imágenes provenientes de sensores Ikonos y Quickbird.

Cuadro 4. Resolución espacial de los sensores Ikonos y Quickbird.

<i>Banda</i>	<i>IKONOS</i>	<i>QUICKBIRD</i>
1	4 m	2.44 m -2.88 m
2	4 m	2.44 m -2.88 m
3	4 m	2.44 m -2.88 m
4	4 m	2.44 m -2.88 m
<i>Pancromática</i>	1 m	61-71 cm.

(Tomado de Vargas 2003)

Dada el análisis de las imágenes de satélite de alta resolución espacial, se identifican las diferentes morfologías que se presentan en las zonas urbanas. Por ello se proponen las siguientes clasificaciones morfológicas.

- **Criterios de clasificación morfológica para las estructuras urbanas.**

1. Usos del Suelo: Al interior del perímetro urbano se presentan servicios y funcionalidades que dan lugar a estructuras urbanas diferentes. Dentro de los usos del suelo se pueden distinguir tres categorías:

- Industrial (MEin): Las formas o estructuras urbanas que están relacionadas con la industria son formas homogéneas con edificaciones amplias en algunos casos, este se puede presentar en:
 - Entramado cuadriculado.
- Residencial (MEr): Las estructuras urbanas que se generan a partir del emplazamiento de las zonas residenciales se pueden presentar en estructuras como:
 - Caracol
- Espacios de ocio (MEo): Las estructuras generadas por los espacios de ocio, lugares abiertos o zonas verdes se pueden presentar en estructuras como:

-Formas definidas como estrella, Circular, Ovalado y poligonal.

2. Formas Estructurales Urbanas: Las formas urbanas son el producto de la localización y el emplazamiento de los usos del suelo señalados anteriormente, dentro de las formas estructurales urbanas se pueden presentar:

- Estructura Radial (MEr): Básicamente la estructura radial está relacionada con el crecimiento y desarrollo urbano, actuando como un eje o radio principal donde se desprenden diferentes usos del suelo, funciones y servicios para la zona urbana.
- Estructura Lineal (MEl): Esta se puede presentar por el emplazamiento próximo a un río o una costa.
- Estructura Concéntrica (MEc): En el interior de las zonas urbanas se dan concentraciones o aglomeraciones sin ninguna estructura homogénea

determinada, producto de altas densidades de población o por asentamientos aleatorios.

3. Sistema Viario: El sistema vial actúa como una red de conexiones dentro de las zonas urbanas, la trama viaria se puede presentar en estructuras o formas urbanas como:

- Cuadriculada o en damero (MEd): Donde las calles se conectan de forma rectilínea
- Irregular o heterogénea (MEirr): Donde las calles se conectan entre si partiendo desde todas las direcciones.

III. MORFOLOGIA DE LAS TEXTURAS URBANAS (MT)

La textura se entiende como la unión de los componentes menores que se organizan para formar una textura. En este contexto, se analizará como al interior del perímetro urbano, se presentan diferentes morfologías producto de la unión de los elementos menores. Estos elementos básicamente son las infraestructuras urbanas, ya sean residenciales, industriales entre otras.

Para el análisis de las morfologías de las texturas urbanas es necesario, la observación de imágenes de alta resolución espacial de los sensores Ikonos, Quickbird y Spot. (Ver cuadro 4).

Cuadro 5. Resolución espacial del sensor Spot.

<i>Banda</i>	<i>SPOT 5</i>	<i>SPOT 4</i>	<i>SPOT 1,2,3</i>
1	10 m	20 m	20 m
2	10 m	20 m	20 m
3	10 m	20 m	20 m
4	20 m	20 m	
Pancromática	2.5-5 m	10 m	10 m

(Tomado de Vargas 2003)

A partir del análisis de las imágenes de satélite de alta resolución espacial, donde se identifican las diferentes morfologías de las texturas urbanas, se proponen los siguientes criterios de clasificación para esta:

- Criterios de clasificación morfológica para las texturas urbanas.

En estos criterios para las texturas urbanas, se analizaran como la organización espacial de los elementos que se presentan en las zonas urbanas dando como resultado diferentes morfologías.

- a) Granular gruesa (MTg)
- b) Granular media (MTm)
- c) Granular fina (MTf)

IV. RELACIONES MORFOLOGICAS CON VARIABLES NATURALES, SOCIO-ECONOMICAS Y CULTURALES.

En el capítulo anterior, se analizó la morfología de las zonas urbanas desde, una morfología de las geometrías urbanas, seguido de una morfología de las estructuras urbanas y por último se analizó la morfología de las texturas urbanas. Cada una de estas con sus criterios de clasificación para cada patrón.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el siguiente capítulo se relacionará las morfologías urbanas señaladas anteriormente, con variables naturales, socio-económicas y culturales; dada esta relación se analizará como estas variables influyen a las zonas urbanas para la generación de las estructuras y las diferentes morfologías al interior y exterior de las zonas urbanas, para cada caso se presentará un ejemplo para contextualizar dicha relación.

- RELACION MORFOLOGICA CON EL ASPECTO NATURAL (RMA_n).

El emplazamiento de las zonas urbanas se puede presentar en diferentes ambientes naturales, como en litorales, cañones, altiplanos, piedemontes, próximos a un río, entre otras. La localización espacial de zonas urbanas en diferentes ambientes naturales habitables, genera que tanto en su morfología geométrica urbana y su morfología de estructura urbana se generen formas y morfologías diferentes, como se presentarán en los siguientes ejemplos.

a) Zonas urbanas alargadas presentes en cañones o valles (RMA_{nv}).

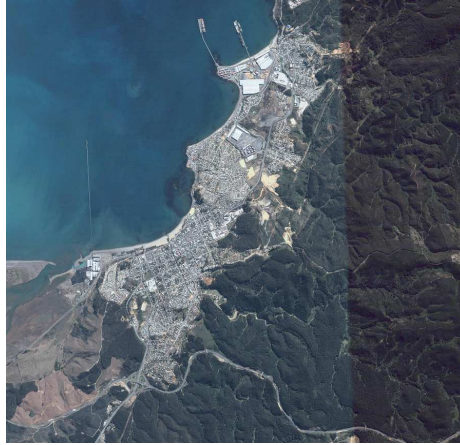
Esta zona urbana está ubicada en los cañones llamados Barranca de Cobre ubicados al sur de México. Se puede analizar que la localización de esta zona urbana está dada a lo largo tanto como del río Batopilas como en las áreas próximas al cañón. Por ello, genera una morfología de la geometría urbana de forma alargada.



Batopilas. México coordenadas geográficas 27°02' 08.22" N
107° 44' 17.14 O fuente: google earth

b) Zonas urbanas simétricas presentes en ambientes costeros o de litoral (RMA_{nl}).

Las zonas urbanas ubicadas en ambientes costeros adoptan una morfología simétrica, la cual se presenta a lo largo de la zona litoral, así mismo la morfología geométrica del contorno urbano se vuelve en algunos casos una estructura simétrica y al mismo tiempo alargada, como en el caso de Cerro Verde. Chile



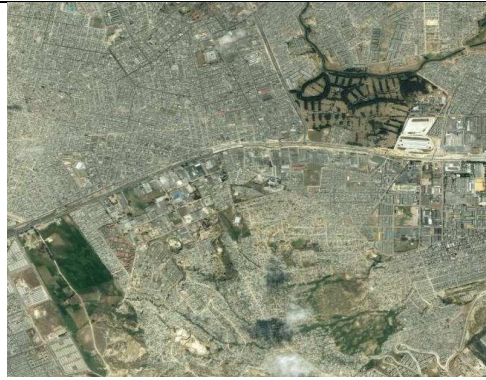
Fuente: google earth
 Cerro verde. Chile Coordenadas geográficas 36°44' 02.45" S
 72° 58' 14.75 O

RELACION MORFOLOGICA CON EL ASPECTO SOCIO-ECONOMICO

Cuando se habla de economía se hace referencia a sistemas de producción y de la distribución de bienes y servicios. Aquí se tomara el aspecto socio-económico, como indicador de las diferentes morfologías que se presentan en la parte interna de las zonas urbanas. Es decir, se realizara un análisis morfológico de cuales son las estructuras que se presentan en las zonas residenciales y con ello realizar una comparación de estas zonas en diferentes estratos socio-económicos; seguido de ello será relacionado con los criterios de clasificación morfológica para las estructuras urbanas.

RELACION MORFOLOGICA DE ASPECTO SOCIO-ECONOMICA

	<p>Localidad de Usaquen. Bogota Estrato 4</p> <p>Se puede observar que la morfología que se presenta en el estrato 4 es una morfología homogénea de una estructura urbana en damero. Se analiza que el espaciamiento de las residencias es más amplio a diferencia de los otros ejemplos de los estratos 3 y 1. Este ejemplo de la morfología residencial esta también relacionada con la textura granular gruesa ya que se pueden identificar las estructuras morfológicas y la infraestructura residencial.</p>
	<p>Localidad los Mártires. Bogota. Estrato 3</p> <p>La morfología urbana que se identifica en este ejemplo al igual que el anterior, se puede categorizar con una estructura residencial homogénea, allí se identifican el entramado cuadrículado pero a diferencia del ejemplo del estrato 4 es espaciamiento de la zona residencial se presenta de manera mas aglomerada.</p>



Localidad Ciudad Bolívar. Bogotá. Estrato 1

En este ejemplo del estrato socio económico 1, Se puede observar que se presenta una aglomeración residencial evidente, con una estructura heterogénea. Dada la aglomeración del estrato socio económico 1, por su afluencia de infraestructuras residenciales y comerciales, no se pueden identificar todas las estructuras morfológicas.

Cuadro 6. Ciudad de Bogotá imagen Quickbird, comparación de estratos socio-económicos.

En los anteriores ejemplos donde se plasmaban los diferentes estratos socio económicos presentes en la ciudad de Bogotá, se puede observar que las morfologías son diferentes en relación con su lugar de emplazamiento. Se podría afirmar que las morfologías urbanas que se presentan en los diferentes estratos socio económico son propias de cada uno de ellos.

-RELACION MORFOLOGICA CON EL ASPECTO CULTURAL.

Realizando un análisis morfológico de las estructuras internas que se presentan en diferentes zonas urbanas. Se pudo considerar que la morfología urbana que se presentan en algunas de las ciudades a nivel mundial es propia de acuerdo a su cultura, es decir, las estructuras urbanas son diferentes de acuerdo a su historia y su cultura; *la forma urbana medieval se compone de la muralla, las calles, el mercado la iglesia, que en general se alza en su propio espacio urbano; por ultimo la gran masa de edificios a lo largo de la ciudad y los jardines destinados como espacios privados.* (Morris J. pp. 105. 1984). Ello da como resultado unas formas y estructuras urbanas planificadas y estudiadas sobre plano antes de su emplazamiento.

Si hablamos de las formas y estructuras urbanas musulmanas o islámicas; se puede observar que en estas zonas urbanas los factores importantes para el crecimiento urbano eran las mezquitas y el mercado; los cuales actuaban como un centro para luego generar el crecimiento a partir de las mismas.

La forma y estructura urbana de las ciudades latinoamericanas están relacionadas con la conquista española; la característica principal de la forma urbana española es el emplazamiento de una plaza mayor con su iglesia o catedral en la parte central de la zona urbana; desde allí se emplazaba provocando el crecimiento urbano.

En este contexto, se analizaran morfológicamente zonas urbanas para observar cuales son las estructuras que prevalecen, y ello relacionarlos con el aspecto cultural propio de la zona urbana.



ROMA. ITALIA. CULTURA ROMANA.

la ciudad romana se caracteriza por poseer una morfología urbana en damero, dando como resultado un sistema viario no tan homogéneo, pero a pesar de esto las vías se conectan entre si de forma rectilínea en algunas áreas de la zona urbana.



Paris. Francia. Ciudad de origen medieval

La ciudad medieval es particular por estar encasillada entre murallas; estas murallas resultaban ser en siglos pasados como factor de defensa contra posibles ataques.

Por eso se adoptaba una total simetría en sus calles, estas estructuras internas de la ciudad de origen medieval se pueden relacionar con el sistema viario en damero totalmente heterogeneo y simétrico.



Montevideo. Uruguay. Ciudad colonial española.

Se caracteriza por establecer una malla vial de trazado y sentido transversal, esta ciudad colonial española esta presente en la morfología urbana de las ciudades latinoamericanas, como el caso de Bogota, Cuzco, Panamá, México entre otras. Estas ciudades se definen a partir del establecimiento de la iglesia o catedral, actuando esta como eje principal para darle inicio a la zona urbana. Alrededor de esta se ubicaban los servicios para la ciudad. Este trazado vial presente en la ciudad colonial, es un sistema viario cuadrículado.



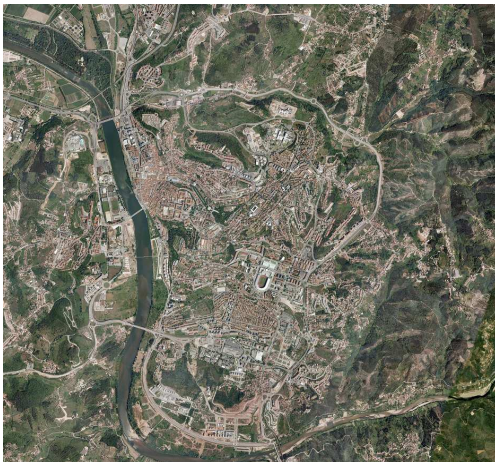
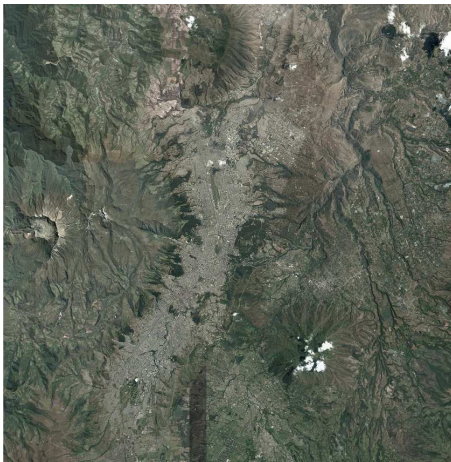
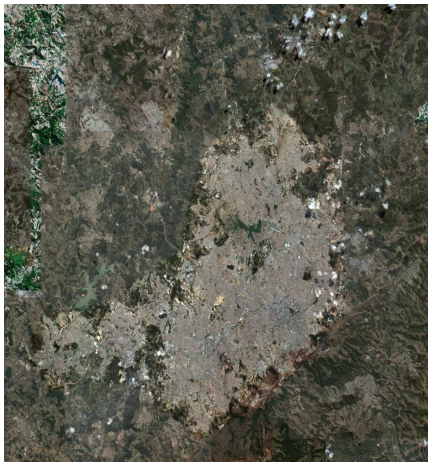
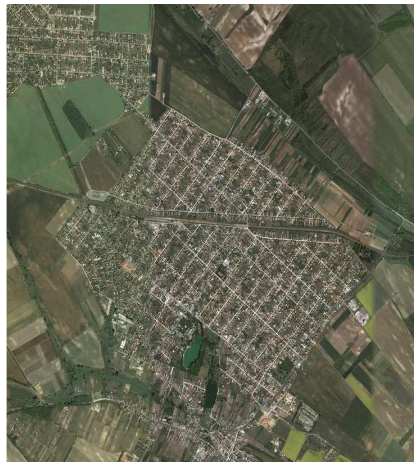
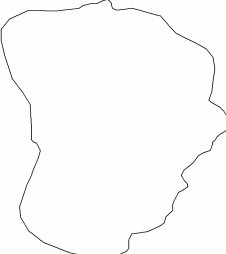
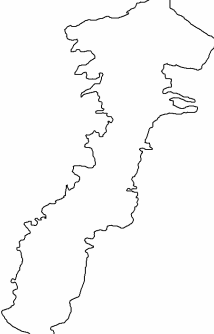
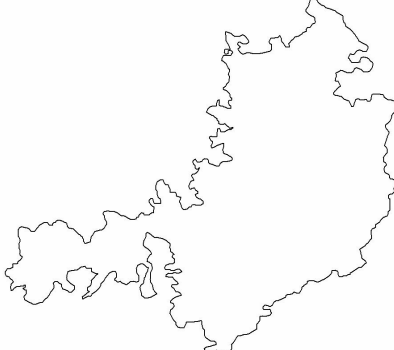
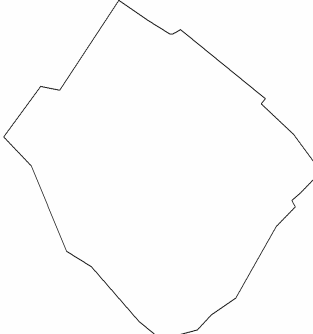
Jerusalén. Ciudad cristiana y musulmana.

Este tipo de ciudades se caracterizan por poseer una morfología urbana en base y alrededor de la mezquita, lugar de oración y el mercado; siendo estos elementos organizadores del espacio. Por esta razón las estructuras urbanas que se identifican en el caso de las ciudades cristianas como Jerusalén; y las musulmanas como Irán, Afganistán, Chechenia entre otras; adoptan una estructura concéntrica y un sistema viario heterogeneo.

Cuadro 7. Relación morfológica de aspecto natural. Imágenes Google Earth.

CATALOGO: MORFOLOGÍAS DE LAS GEOMETRÍAS URBANAS (MG)

Criterios de clasificación morfológica para la geometría del contorno urbano

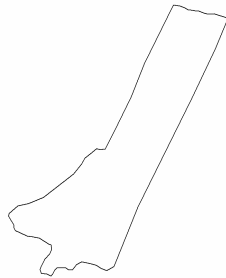
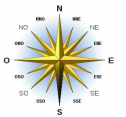
	- Circulares u Ovalada (MGc)	-Alongadas (MGal)	-Irregulares (MGir)	-Rectangular (MGr)
F O R M A				
	<p>Fuente: Google Earth Coimbra. Portugal 40°11' 21.41" N 8° 23' 54.90 O</p>	<p>Fuente: Google Earth Quito. Ecuador 0°12' 18.67" S 78°28'25.01" O</p>	<p>Fuente: Google Earth Belho horizonte. Brasil 19°53'06 47" S 43°59'25 01" O</p>	<p>Fuente: Google Earth Gyomro. Hungria 47°25' 45.30" N 19° 24' 34. 16" E</p>
				

O R I E N T A C I O N

- Norte – Este (MGn-e)



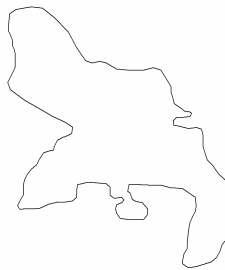
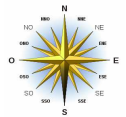
Fuente: Google Earth
 Wijler. Holanda 50° 50' 01.08" N
 5°53'44.99" E



- Norte – Oeste (MGn-o)



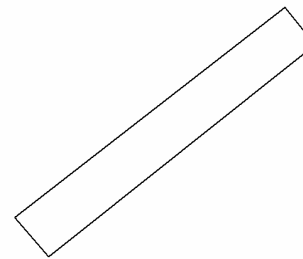
Fuente: Google Earth
 Gulpen. Holanda 50°49' 02.35" N
 5°53' 23.98" E



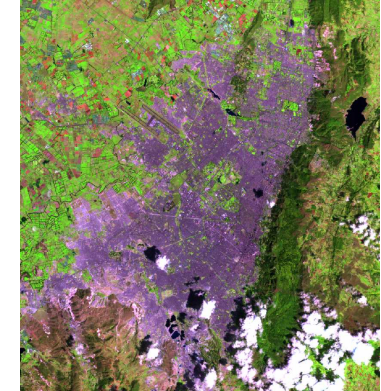
SUPERFICIE
 - Bidimensional (MGdi)



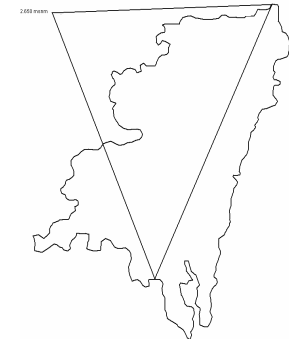
Fuente: Google Earth
 Al is kandariyah. Egipto 31°49' 02.35" N
 5°53' 23.98" E



SUPERFICIE
 - Tridimensional (MGtr)



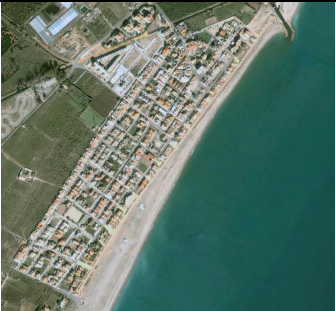


Landsat etm 857_03 *rgb* (5, 4, 3). Altura:
 2.650 msnm.




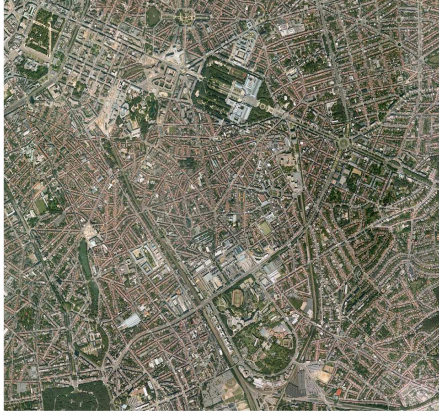
CATALOGO: MORFOLOGÍAS DE LAS ESTRUCTURAS URBANAS (ME)

Criterios de clasificación morfológica para las estructuras urbanas

U S O S D E L S U E L O	-Industrial (MEin)	-Residencial (MEr)	-Espacios de ocio (MEo)
	 <p style="text-align: center;">(MEine) Calle de las Industrias. Madrid. España. 40°20' 12.21" N 3° 48' 53.64" O Fuente: Google Earth</p>	 <p style="text-align: center;">(MErc) Bucaramanga. Colombia. 7°05' 45.98" N 73° 06' 15.61" O Fuente: Google Earth</p>	 <p style="text-align: center;">(MEof) Copenhague. Dinamarca. 55°41' 16.04" N 12° 35' 59.10" E Fuente: Google Earth</p>
F O R M A S E S T R U C T U R A L E S	-Estructura radial (MEr)	-Estructura lineal (MEl)	
	 <p style="text-align: center;">Rio de Janeiro. Brasil 23°00' 38.58" N 43° 18' 31.35" O Fuente: Google Earth</p>	 <p style="text-align: center;">Castellón de la Plana. España 39°44' 31.52" N 0° 10' 36.68" O Fuente: Google Earth</p>	 <p style="text-align: center;">Yokohama. Japón 35°26' 48.08" N 139° 36' 14.51" E Fuente: Google Earth</p>



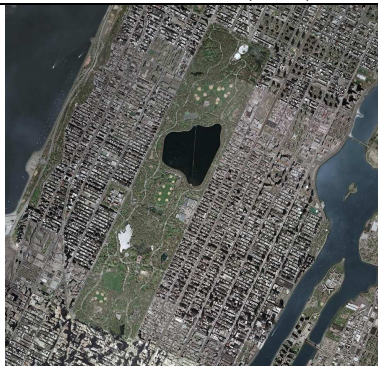
CATALOGO: MORFOLOGÍAS DE LAS ESTRUCTURAS URBANAS (ME)

Criterios de clasificación morfológica para las estructuras urbanas

S I S T E M A V I A R I O	-Cuadriculada o en damero (MEd)	-Irregular o heterogénea (MEirr)
	 <p>Lima, Peru 12°05' 05.08.66" S 77° 02' 00.18" E Fuente: Google Earth</p>	 <p>Bruselas, Bélgica 50°49' 32.94" N 4° 24 09.51" E Fuente: Google Earth</p>

MORFOLOGIA DE LAS TEXTURAS URBANAS (MT)

Criterios de clasificación morfológica para las texturas urbanas

-Granular Gruesa (MTg)	-Granular Media (MTm)	-Granular Fina(MTf)
		

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis morfológico realizado desde el desarrollo de la guía de clasificación morfológica de zonas urbanas a partir de sensores remotos; una primera conclusión es que al realizar una observación detallada en el exterior y e interior de las zonas urbanas, la morfología de estas no esta condicionada a tomar una forma impuesta, sino que esta condicionada por su lugar de emplazamiento o de localización.

Realizando la observación hacia el contorno de las zonas urbanas que se tomaron como ejemplo, y lo que se llamo como morfologías de la geometría urbana, se observa que todas las zonas urbanas poseen una morfología única en algunos casos, estas morfologías de la geometría están condicionadas por el lugar de emplazamiento, dado que las zonas urbanas que se ubican en ambientes naturales costeros en su gran mayoría obedecen a una morfología alargada a lo largo de la costa. Del mismo modo, la geometría alargada también se presenta en ambientes naturales de topografía elevada donde las montañas actúan como barrera geográfica que impiden la prolongación y expansión de las zonas urbanas.

En la observación al interior de las zonas urbanas, desde la morfología estructural urbana se pudo analizar que, de acuerdo a las funcionalidades como industrias, áreas residenciales, entre otras que desarrollan dentro del perímetro urbano, casi siempre se presentan las mismas morfologías estructurales, resultando ser repetitivas.

En este contexto, de funcionalidades y la organización de las mismas dentro del espacio urbano, se analizo como desde la morfología de las texturas urbanas las cuales son el resultado de la organización de los elementos estructurales como un todo; por ello, desde las texturas urbanas se pudo analizar que la distribución u ordenación de dichos elementos (infraestructuras), dan como resultado morfologías diferentes dado que la organización y emplazamiento no es siempre del mismo modo.

Por otro lado, en el análisis de la relación de los patrones morfológicos y las variables propuestas (aspecto natural, socio-económico y cultural), se afirma que estas variables si son condicionantes para que se den las mismas morfologías, un buen ejemplo de ello fue el ejercicio realizado con los estratos socio-económicos en la ciudad de Bogota, donde se evidencia como se presentan y se repiten las mismas morfologías dependiendo del estrato.

No obstante, los estudios de la morfología urbana han estado encaminados hacia la observación de la infraestructura urbana, como las edificaciones y a la organización de los tres elementos principales de la morfología urbana: como lo son las vías, las manzanas y las edificaciones; estos elementos han sido observados generalmente desde los planos. Y no habia sido analizada desde las formas que se presentan en las zonas urbanas.

Con base en lo anterior, la observación de la morfología urbana requiere de un buen detalle para la identificación de los elementos antes mencionados. Por ello, para el desarrollo de esta Guía de clasificación morfológica de zonas urbanas se realizo mediante la aplicación de sensores remotos; el uso de esta herramienta permitió, la observación en detalle para la identificación de los patrones morfológicos urbanos.

En relación con ello, la utilización de los sensores remotos en problemáticas urbanas (en este caso el estudio de la morfología urbana) ha sido una herramienta que posibilita la observación del medio físico urbano y su dinámica.

La aplicación de los sensores remotos para el análisis de la morfología urbana permite ver la organización urbana a gran detalle, identificando las vías, edificios, y los diferentes usos del suelo (industrial, residencial y de ocio) presentes en las zonas urbanas. A partir de las imágenes utilizadas, de los sensores Landsat TM y ETM, QUICKBIRD y también algunos ejemplos provenientes de Google Earth permitieron la identificación de las morfologías que se presentan en diferentes zonas urbanas a nivel mundial. La resolución espacial, suministrada por los sensores nombrados anteriormente, permitió la apreciación detallada de los patrones morfológicos urbanos, a gran detalle cuando fue necesario.

Por último la realización de este trabajo monográfico permitió, darle otra visión para la interpretación de la morfología urbana, la cual resulta ser diferentes a los estudios de morfología urbanas que se han desarrollado desde otras disciplinas.

BIBLIOGRAFIA

- ALLAIN, R. *Morphologie Urbaine*. Geographie, aménagement et architecture de la Ville” Ed. Armand Collin. Paris 2004.
- ALZATE, B. *Notas de Clase Sensores Remotos* 2003.
- CAPEL, H. *La Morfología de las Ciudades*. Barcelona 2002.
- CHAVEZ, J. *Elementos de análisis*. Laboratorio de percepción Remota. Instituto de Geofísica –UNAM- (1999).
- CHOAY F. *L’ Urbanisme, utopies et réalités*. Paris Editions du Seuil. 1965 Traducido a castellano. Lumen, 1970 Nueva Edición 1979.
- CHUVIECO, E. *Fundamentos de teledetección espacial*. Ediciones Rialp, S.A. Madrid. 1990.
- CONZEN. M. *The study of urban form in the United States*. Committee on Geographical Studies University Avenue. *Urban Morphology* (2001) 5(1), 3-14 Chicago.
- DE FREITAS, S. y CARVALHO, A. *Sistemas DGPS, Geoprocessamento e Sensoramento Remoto: Um experimento para actualizacao Cadastral de Areas Urbanas em Sao José Dos Campos SP*. VIII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Universidade do Vale do Paraíba e Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Brasil 1997.
- DONNAY, J. BARNESLEY, M. LONGLEY P. *Remote Sensing and Urban Analysis* Published. New York 2001.
- ESTEBANEZ, J. *Las Ciudades. Morfología y Estructuras*. Editorial síntesis. Madrid 1996.
- HENRIQUEZ, C. *Forma Urbana, Energía e Ambiente*, en Revista de Geografía, Norte Grande, julio número 033. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile pp. 145-148.
- ILARKHAM, P. *Urban Morphology and Typology in the United Kingdom*. In *Typological process and design theory*. pp. 159 - 179. Arka 1998.
- LYNCH, K. *La buena Forma de la Ciudad*. Colección Arquitectura y Perspectivas. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona 1985.
- MARCOS, I *Resignificar a forma da cidade: do percurso ao conceito de patrimonio*. Espaço Cultura e representação, ed Marcio Moraes Valença e Maria Vaz da Costa Natal. Editora da UFRN, 2005, p. 169-180.
- MESA, E. *La Forma y la Morfología Urbano-Regional*. Centro de Investigaciones. Postgrado de Planeación Urbano-Regional. Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Agosto 1993.
- MORRIS, J. *Historia de la forma urbana. Desde sus orígenes hasta la Revolución Industrial*. Colección Arquitectura y perspectivas. Editorial Gustavo Gili. Barcelona 1984.
- MURILLO, H. *Aplicación de sensores remotos en problemas urbanos de la fotografía aérea al satélite*. En Revista Geográfica Terra Australis Nº 45 año 2000.
- ROCHA, J. QUELUZ, P. TENEDORIO J. *Integração de dados estadísticos na classificação de imagens de satélite (IDECIS)*. Universidade de Lisboa. Departamento de Geografia. Faculdade de Letras. 2001
- ROSS, W. *Introducción a la vida, obra y pensamiento de Aristóteles*. Editorial Sudamericana. Buenos Aires 1957.
- TIMMS, D. *El mosaico Urbano, Hacia una teoría de la diferenciación residencial*. Instituto de Estudios de Administración Local. Traducción Santiago Téllez. Madrid 1976.
- VARGAS, G. *Guía técnica para la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza por movimientos en masa*. Cooperación Colombo-Alemana. Proyecto Río Guatiquia (PRG). Colombia 1999.
- VARGAS, G. *Notas de Clase Sensores Remotos*. (2007-2008), versión 2.1. DD
- VARGAS, G. *La teledetección en la observación, estudio y monitoreo de la tierra*. (pp. 106-118). En Revista Innovación y ciencia. Asociación colombiana para el avance de la ciencia. Bogotá 2008.
- WITHEHAND, J.W.R. SLATER T, LARKHAM P. *Morfología y paisajes urbanos: La perspectiva geográfica británica*. Quaderns del Departament de Geografia i Història del l’Estudi General de Lleida. Edición Servei de Publicacions.