



Alvaro Anguix  
aanguix@gvsig.com



# Monitorizando la expansión urbana a nivel mundial



Dr. Shlomo Angel  
Senior Research Scholar and Adjunct  
Professor of Urban Planning  
Leader, Urban Expansion Initiative,  
NYU Stern Urbanization Project

Nicolás Galarza  
Research Scholar  
NYU Stern  
Urbanization Project

Patrick Lamson-Hall  
Research Scholar  
NYU Stern  
Urbanization Project

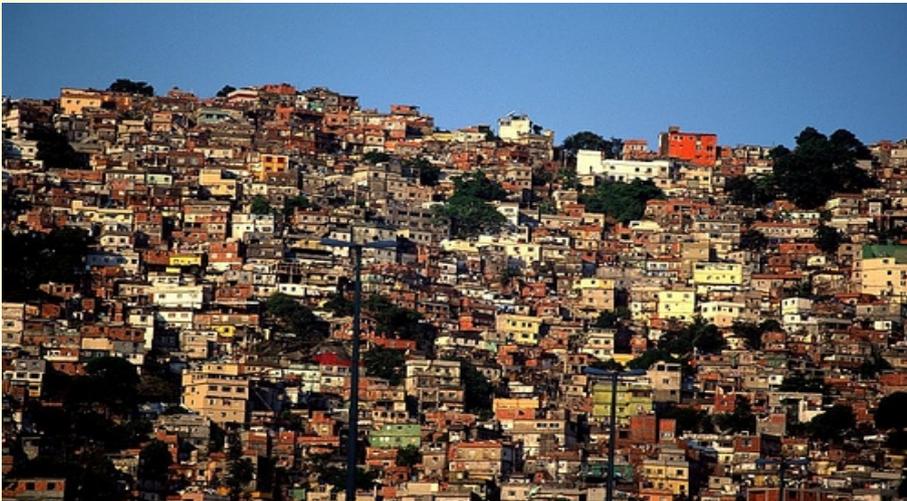
Manuel Madrid  
Project Manager  
gvSIG Association

Asociación gvSIG  
[www.gvsig.com](http://www.gvsig.com)

# Introducción

---

- En la actualidad en torno al 50% de la población mundial vive en áreas urbanas.
- Se prevé que en los próximos 30 años muchas de las ciudades de los países en vías de desarrollo, dupliquen su nº de habitantes y tripliquen su superficie.
- Es vital para el futuro de estas ciudades que esta expansión se produzca de forma ordenada.



# Antecedentes

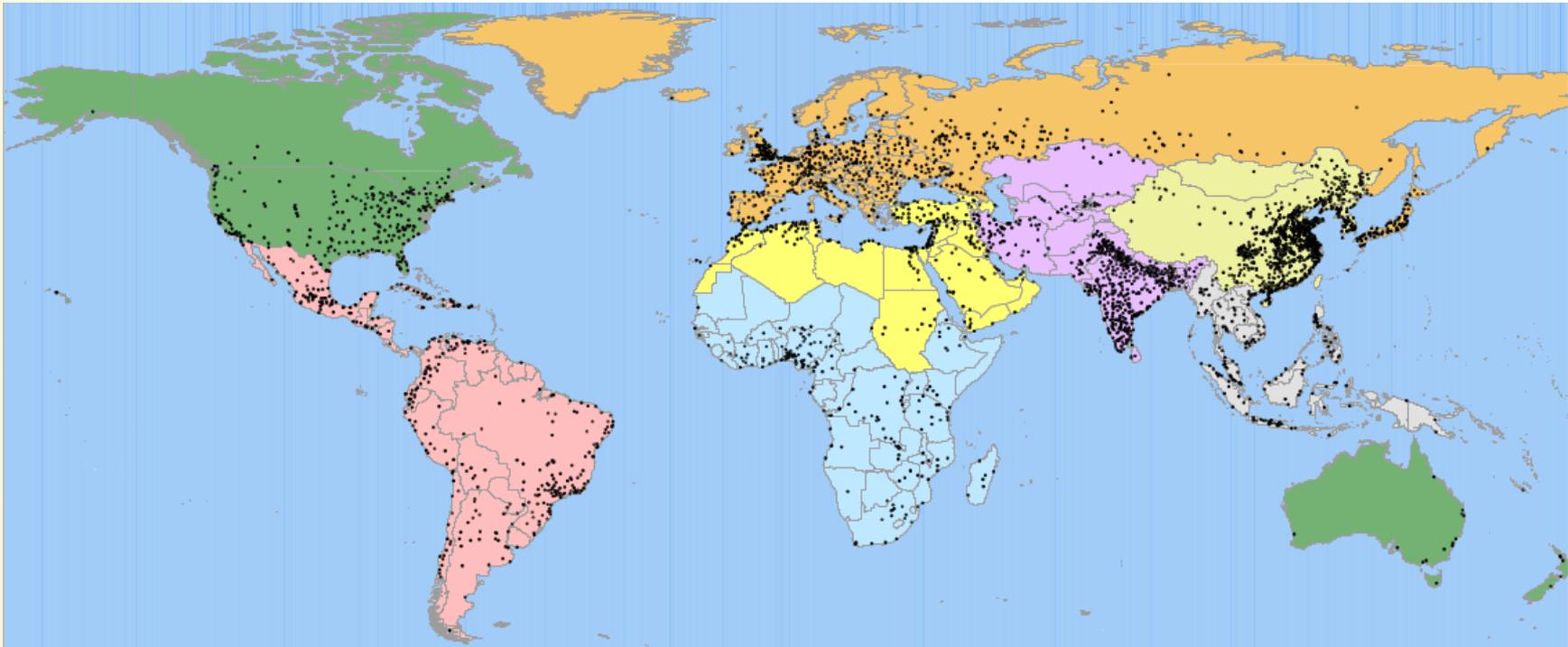
---

- El **NYU Stern Urbanization Project** es un departamento de la escuela de negocios de la Universidad de Nueva York especializado en urbanismo global.
- Impulsa en 2014 el proyecto “**Monitoring Global Urban Expansion**” con dos objetivos
  - Analizar la expansión urbana a nivel mundial, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.
  - Proporcionar una base empírica a los responsables de las tomas de decisiones.
- En **UN-Habitat**, muy preocupados por este problema, deciden apoyar económicamente el proyecto.
- La **Asociación gvSIG** participa como consultora especialista en cartografía y SIG.

# Alcance

---

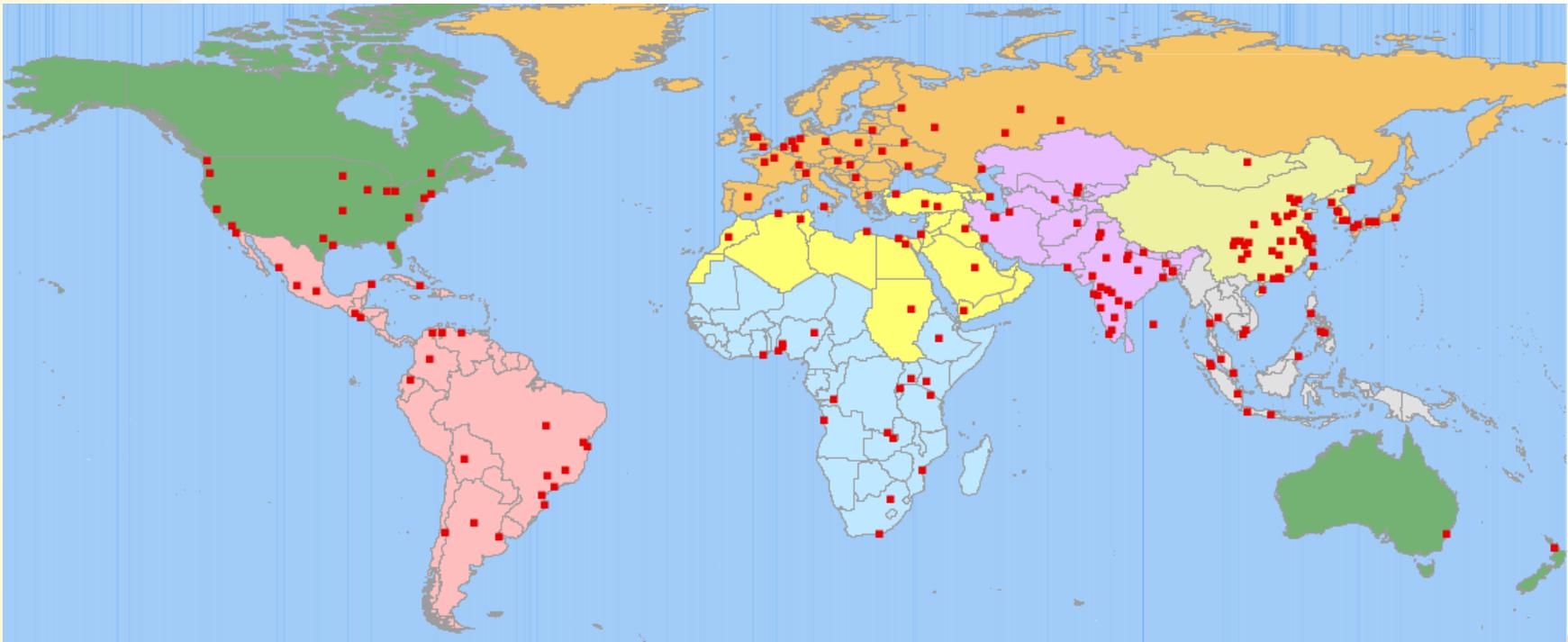
- De las 4.043 ciudades con más de 100.000 habitantes en 2010...



# Alcance

---

- ...Se trabaja sobre una muestra de 200 ciudades.



# Fases

---

- El proyecto consta de tres fases:
  - **Fase I:** Análisis cuantitativo de las áreas urbanas a partir de imágenes satélite de media resolución. Actualización y ampliación del “Atlas of Urban Expansion” (Angel et al, 2012).
  - **Fase II:** Análisis cualitativo de las áreas de expansión 1990-2000 y 2000-2010 a partir de imágenes satélite de alta resolución.
  - **Fase III:** Análisis cualitativo de las áreas de expansión mediante encuestas a propietarios y a funcionarios. Recopilación de datos socioeconómicos de las áreas de expansión así como de datos sobre la existencia de normas urbanísticas y su grado de cumplimiento.

# Métricas

---

- Genéricas:
  - Porcentaje de espacio dedicado a calle.
  - Ancho de calle medio.
  - Densidad de intersecciones.
  - Tamaño de bloque medio.
  - Tamaño de una parcela típica.
- Relativas a las arterias:
  - Densidad de arterias.
  - Porcentaje de espacio dedicado a arterias.
  - Distancia media a la arteria más cercana.
  - Porcentaje de suelo que está a menos de 800m. de una arteria.

# Tipos de suelo

---

- Residencial
  - Atomístico: ausencia total de planeamiento urbanístico.
  - Informal: existe planeamiento pero los bloques y las parcelas se han ocupado de forma relativamente desordenada.
  - Formal: existe planeamiento y los bloques y parcelas se han ocupado de forma ordenada.
  - Proyectos residenciales: todo el proceso, desde la división del suelo hasta la construcción, viene definido por un proyecto.
- No residencial: áreas industriales, aeropuertos, estaciones, edificios administrativos, centros comerciales, etc.
- Espacio abierto: todo espacio sin construir.

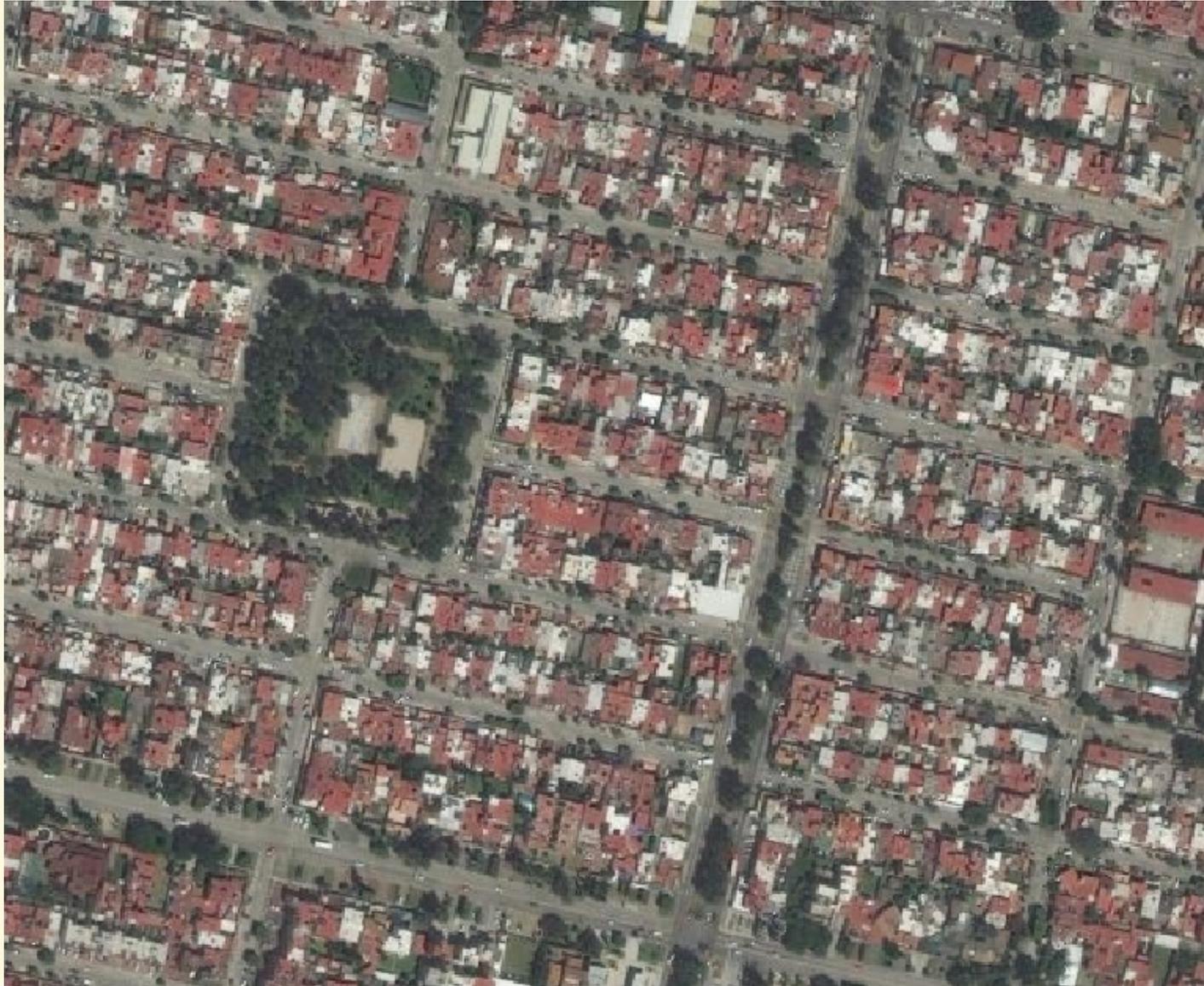
# Atomístico



# Informal



# Formal



# Proyectos residenciales



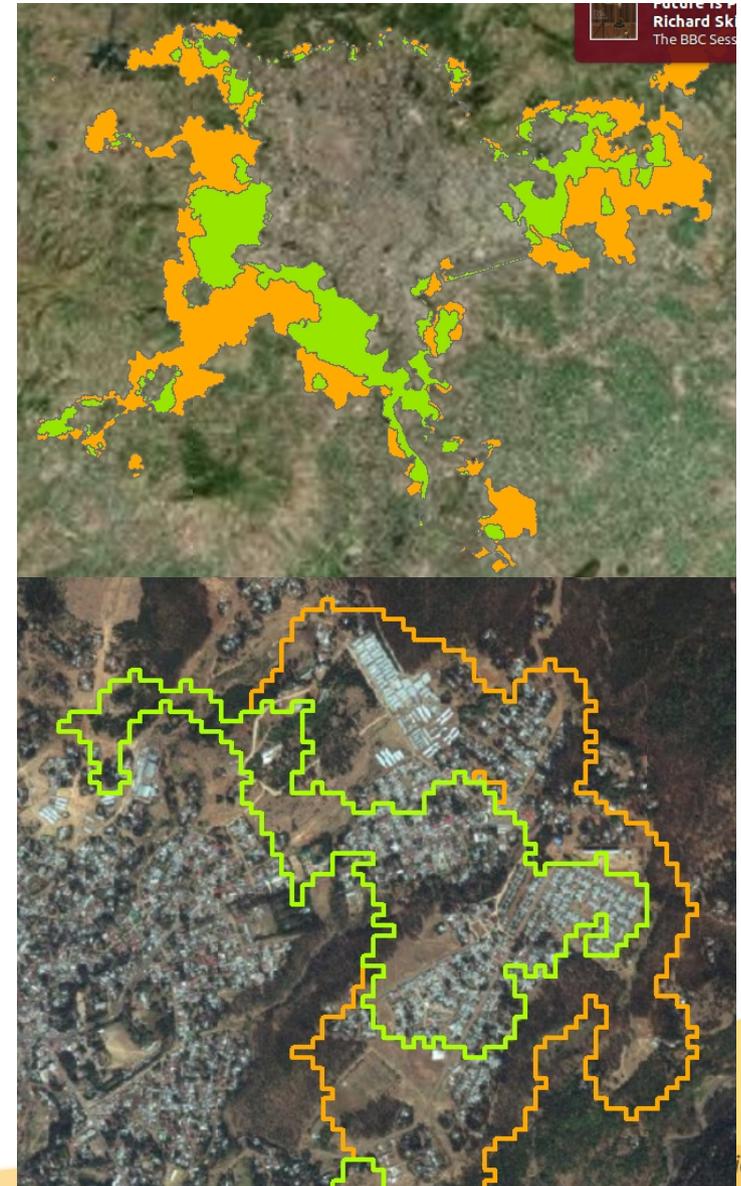
# Arterias

---

- Deben cumplir dos **requisitos** básicos:
  - **Capacidad:** deben poder albergar al menos dos carriles de circulación por sentido.
  - **Conectividad:** deben formar parte de una red que cubra toda la ciudad.
- **Funciones:**
  - Repartir el tráfico por toda la ciudad.
  - Son fundamentales para el transporte público.
  - Suelen funcionar como pasillo para redes de abastecimiento: agua potable, telecomunicaciones, saneamiento, etc.

# Áreas de estudio

- Áreas de expansión en dos intervalos:
  - 1990 - 2000 (verde)
  - 2000 - 2010 (naranja)
- Obtenidas por comparación de imágenes satélite Landsat de 30m de resolución.



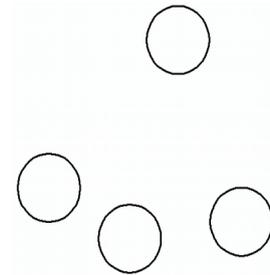
# Decisiones preliminares

---

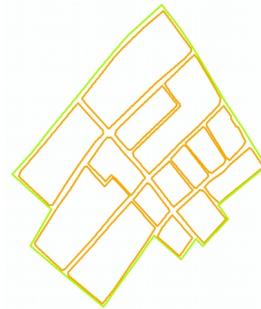
- Inicialmente se pensó utilizar como datos de partida la DB de OpenStreetMap.
- Finalmente se descartó para la obtención de las métricas genéricas porque se necesitaba una mayor precisión en la definición de los bloques y los anchos de calle.
- En la obtención de las métricas de las arterias sí que se utiliza la DB de OpenStreetMap.
- También se descartó digitalizar toda el área de estudio por el alto coste. En su lugar se han utilizado **técnicas de muestreo**.
- La digitalización se realiza con el editor de **OpenStretMap JOSM** sobre imagen satélite Bing.

# Obtención de las métricas genéricas

- Generación de las muestras.



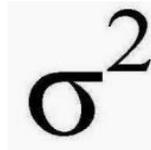
- Digitalización.



- Geoprocesamiento.

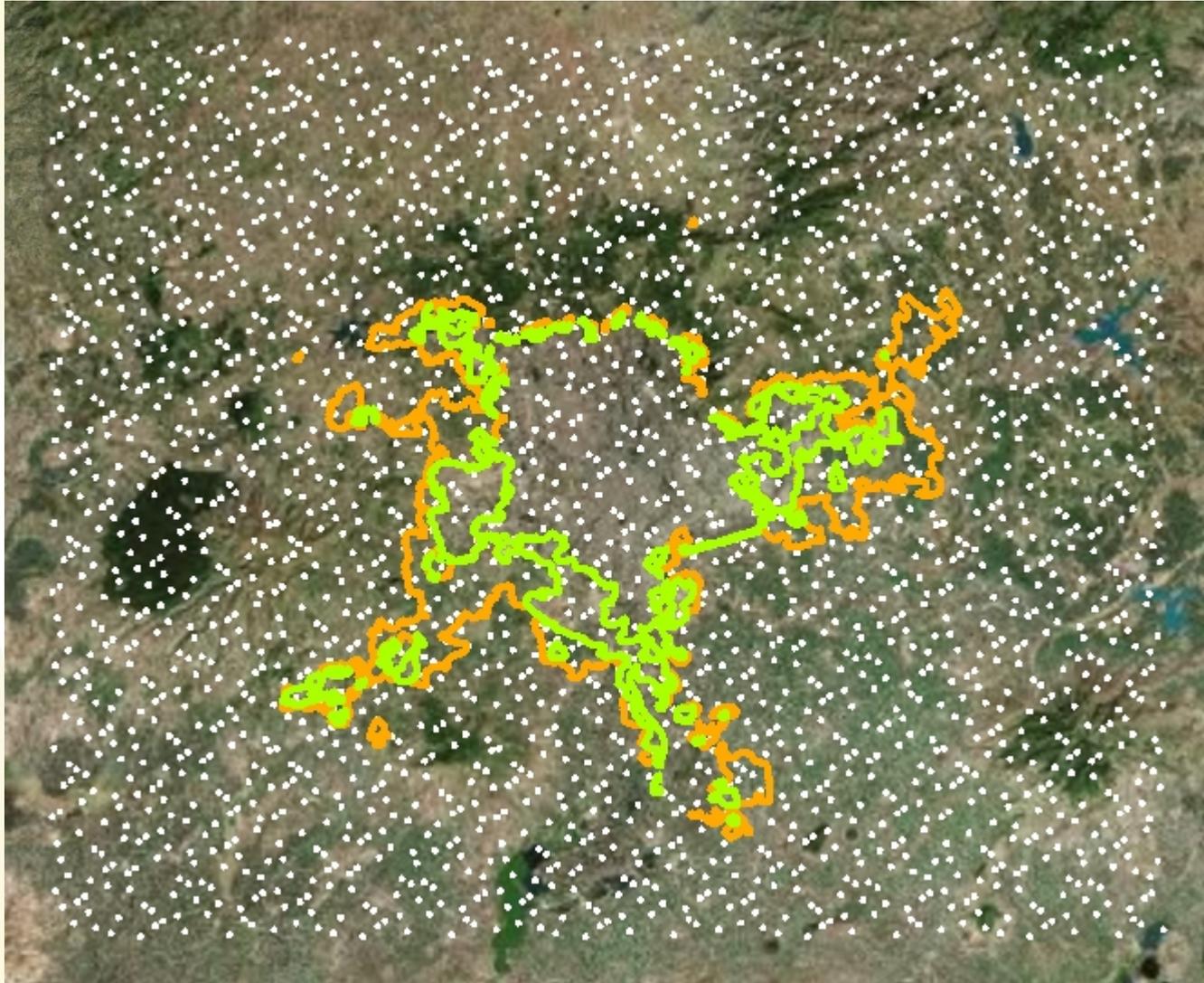


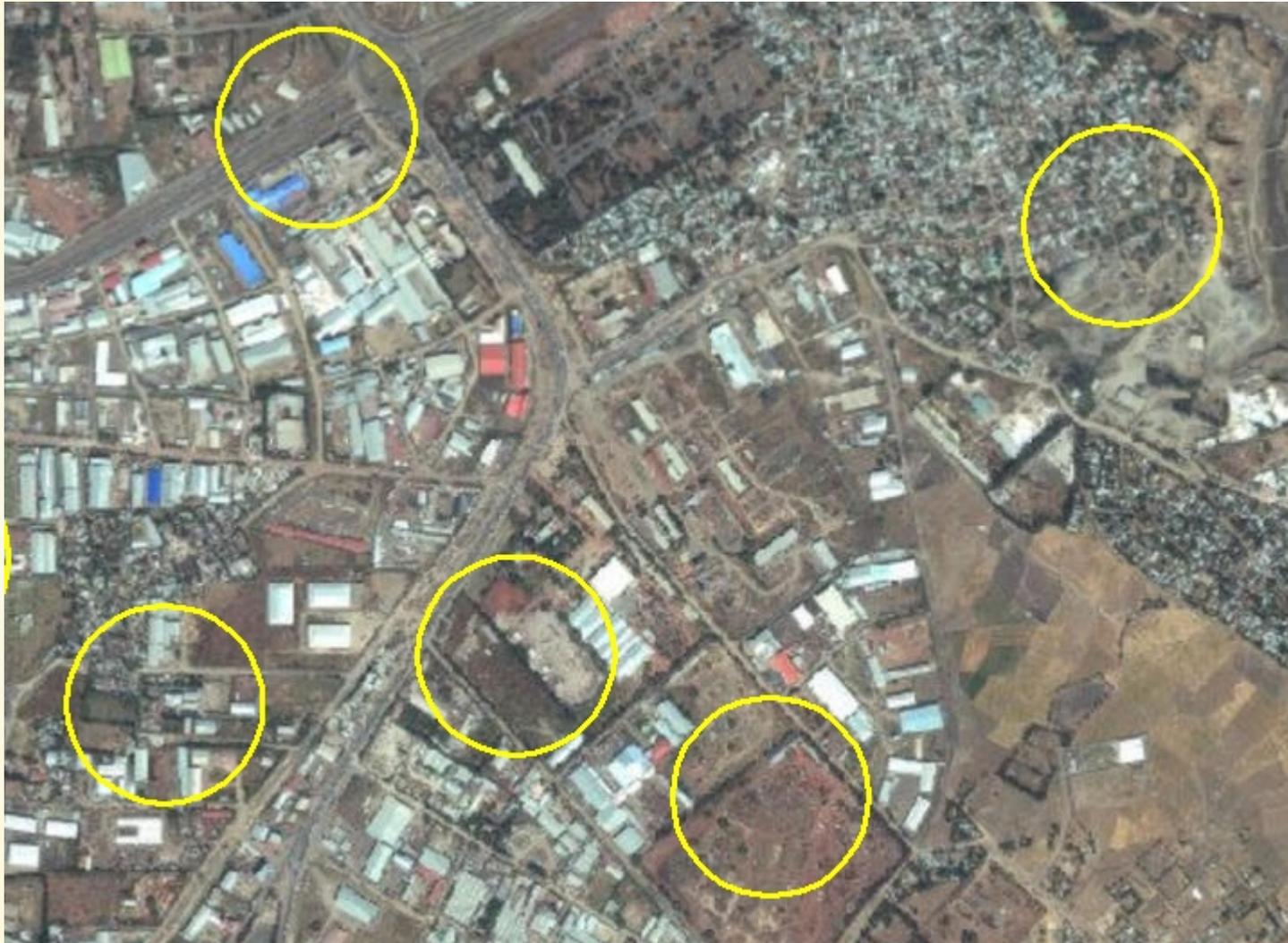
- Evaluación de la varianza.



# Obtención de las métricas genéricas

- **Generación de las muestras**
  - Secuencia Halton (semi-aleatoria).
  - La ventaja con respecto a una secuencia aleatoria pura es que ofrece una mejor cobertura espacial.
  - Se generan muestras a dos densidades diferentes en función del tamaño de la ciudad:
    - Ciudades grandes: 1 muestra por Km<sup>2</sup>.
    - Ciudades pequeñas: 4 muestras por Km<sup>2</sup>.
  - El nº necesario de muestras lo determina la varianza y dependerá, por tanto, del grado de heterogeneidad urbanística de cada ciudad.





# Obtención de las métricas genéricas

- **Digitalización**

- Para cada muestra se genera un círculo de 10 hectáreas.
- Sobre la imagen satélite de Bing en JOSM:
  - Se digitalizan todos los bloques que intersectan con el círculo.
  - Se identifica el tipo de suelo de cada bloque.
  - Se toman algunas muestras de anchos de fachada y profundidad de parcelas.





# Obtención de las métricas genéricas

- **Geoprocesamiento**

- Se realiza de forma automática a partir de los datos de entrada mediante un script escrito en Python y ejecutado desde gvSIG.
- El script da como resultado el valor de cada métrica así como la varianza de cada muestra.
- En el momento en el que la varianza entra en el límite establecido se dejan de digitalizar nuevas muestras.
- El proceso se aplica por separado para cada área de estudio: 1990 - 2000 y 2000 - 2010.

# Obtención de métricas de las arterias

- **Área de estudio:** Unión de las áreas de expansión + buffer 1Km.
- **Extracción vías principales** DB OpenStreetMap.
- **Cuadrícula 1Km** paso de malla.
- **Identificación de arterias sobre imagen satélite** Bing en JOSM.
  - Ancho > 18m.
  - Conectan con otras vías con ancho > 18m.
  - Conectan con las calles adyacentes (se descartan autopistas).
- **Digitalización:** Se dibuja el contorno del polígono del espacio ocupado por estas calles.
- **Geoprocesamiento:** Script de Python.

← → ↻ [overpass-turbo.eu](http://overpass-turbo.eu) ★

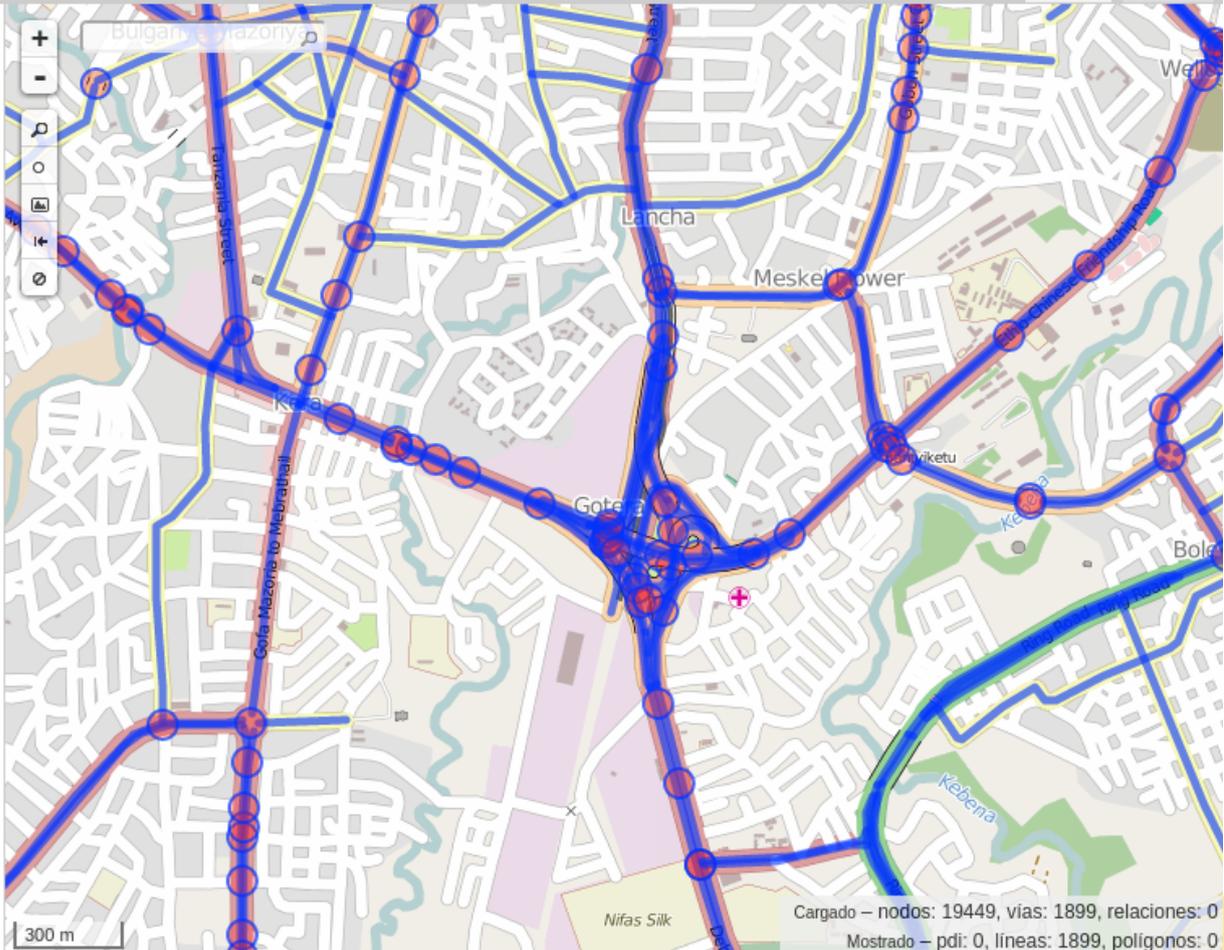
Ejecutar Compartir Exportar Asistente Guardar Cargar Configuraciones Ayuda overpass turbo

Mapa Datos

```

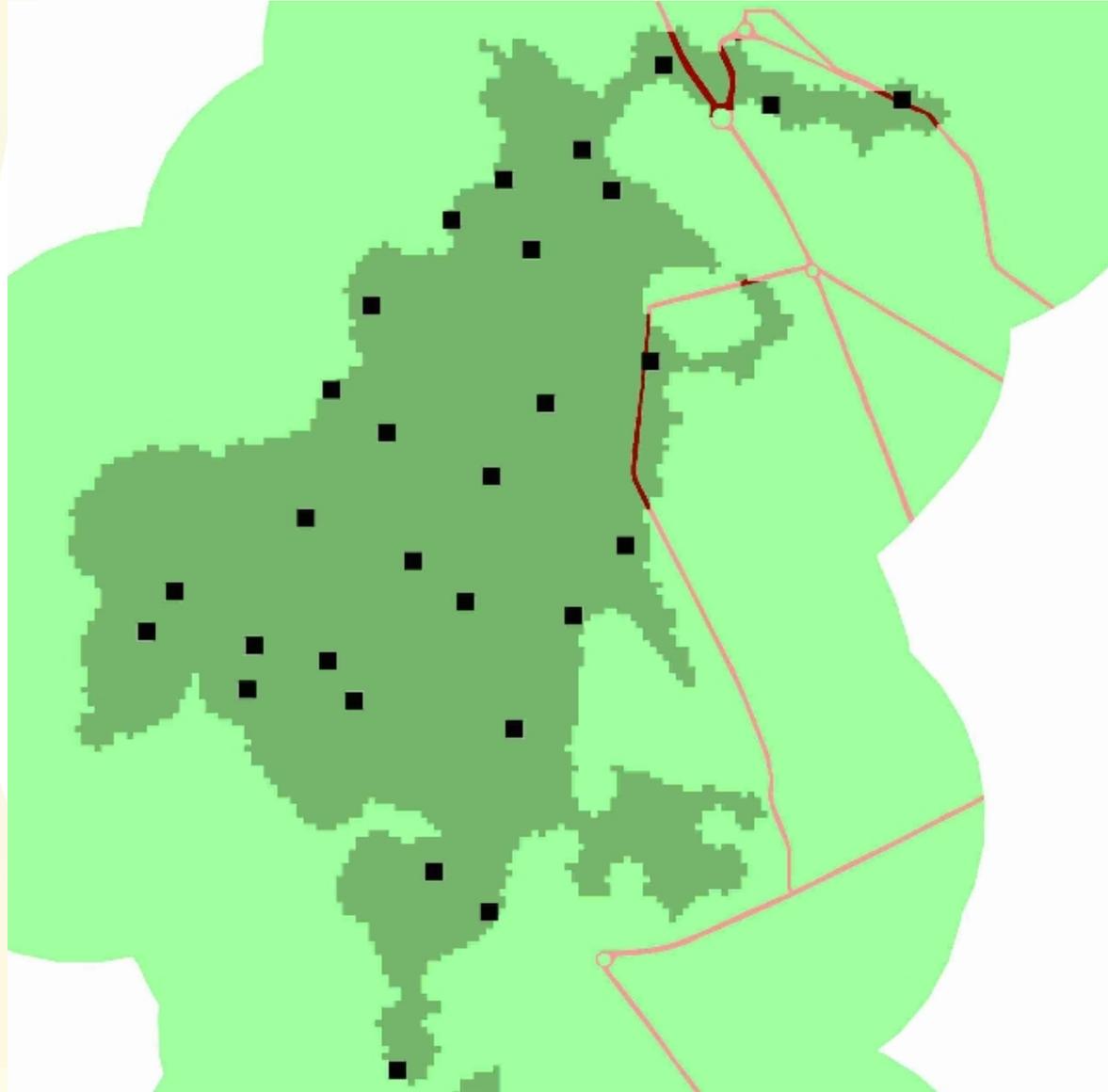
1 <!--
2 This script extracts the highways tagged as motorway, trunk,
3 primary, secondary or tertiary.
4 -->
5 <osm-script output="json" timeout="25">
6   <!-- gather results -->
7   <query type="way">
8     <has-kv k="highway"
9     regv="motorway|motorway_link|trunk|trunk_link|primary|primary_
10    link|secondary|secondary_link|tertiary|tertiary_link" />
11     <bbox-query {{bbox}}/>
12   </query>
13   <!-- print results -->
14   <print mode="body"/>
15   <recurse type="down"/>
16   <print mode="skeleton" order="quadtile"/>
17 </osm-script>

```



Cargado – nodos: 19449, vías: 1899, relaciones: 0  
Mostrado – pdi: 0, líneas: 1899, polígonos: 0





# Conclusiones

---

- Estamos ante uno de los primeros estudios urbanísticos que pone el **foco de atención en las zonas de expansión** en vez de en el centro de las ciudades.
- El resultado de este estudio **ayudará a conocer de forma empírica**, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo, **cómo han crecido las ciudades del mundo en las últimas dos décadas**.
- Ofrecerá **información muy valiosa para** adoptar medidas que permitan a las ciudades **crecer de forma ordenada**, evitando comprometer la calidad de vida de sus habitantes.

# Conclusiones

---

- **Sienta las bases para futuros estudios** en cualquier otro campo de investigación ya que la representatividad de la muestra de 200 ciudades es muy alta, lo que permite extrapolar los resultados al universo de 4.043 ciudades.
- De hecho **incluye ciudades relativamente pequeñas** sobre las que no se sabe mucho al quedar normalmente fuera de los trabajos de investigación.



info@gvsig.com  
www.gvsig.com  
Tel: (+34) 961110070  
Fax: (+34) 901 021 995

Asociación gvSIG  
[www.gvsig.com](http://www.gvsig.com)