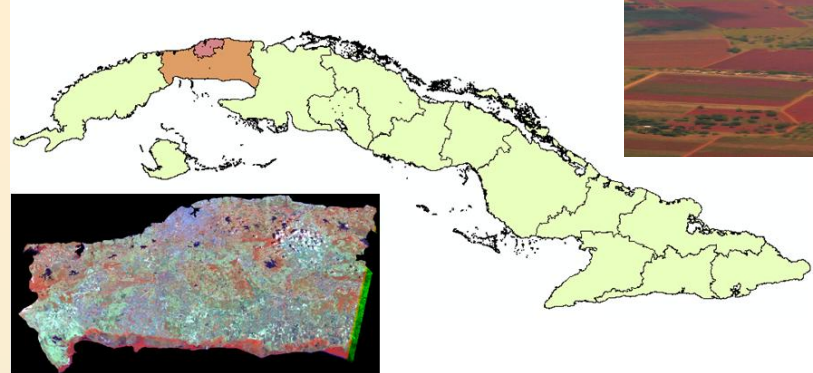


# Determinación de estrategias de ocupación territorial reciente en la región Habana (Cuba) mediante uso de las TIC's. Incidencia en los recursos territoriales e implicaciones para el desarrollo.



## Área de estudio.

La **región Habana** comprende **dos provincias** del occidente del país, La Habana y Ciudad de La Habana. La primera con una extensión superficial de **6 453 km<sup>2</sup>**, que representa el **5,9%** de la superficie total del **país**, con **2 901543** total hab., distribuyéndose en **una ciudad y siete ciudades intermedias** (>20 000 hab.), Güines, Artemisa, San José de las Lajas, San Antonio de los Baños, Guanajay, Santa Cruz del Norte y Bauta.



La **llanura Habana-Matanzas**, se extiende de este-oeste al centro-sur de la región con una alta **vocación agrícola-ganadera**, el principal tipo de **suelo** por su extensión es el agrupamiento de los **Ferralíticos**, que también es el de mejores condiciones para la actividad agrícola.

El **volumen de extracción** de recursos hídrico (en las tres cuencas río Ariguanabo – Cuenca Sur – Cuenca Almendares – Vento) es de **100 millones de m<sup>3</sup>/año** de agua, usada para el desarrollo **agrícola**, polos **industriales**, y de abasto a la **población**.

*Uso del potencial hídrico (hm<sup>3</sup>) región Habana.*

Provincias	Totales	Riego	Industria I	Poblacional	Otros	Gasto sanitario	Pérdidas
Ciudad Habana	987.28	661.49	9.43	129.18	97.50	25.07	64.63
La Habana	602.33	5.50	10.41	572.83	13.59	0.0	0.0
Totales	1589.61	666.99	19.84	702.01	111.09	25.07	64.63
% del total	100	41.95	1.24	44.16	6.98	1.57	4.06



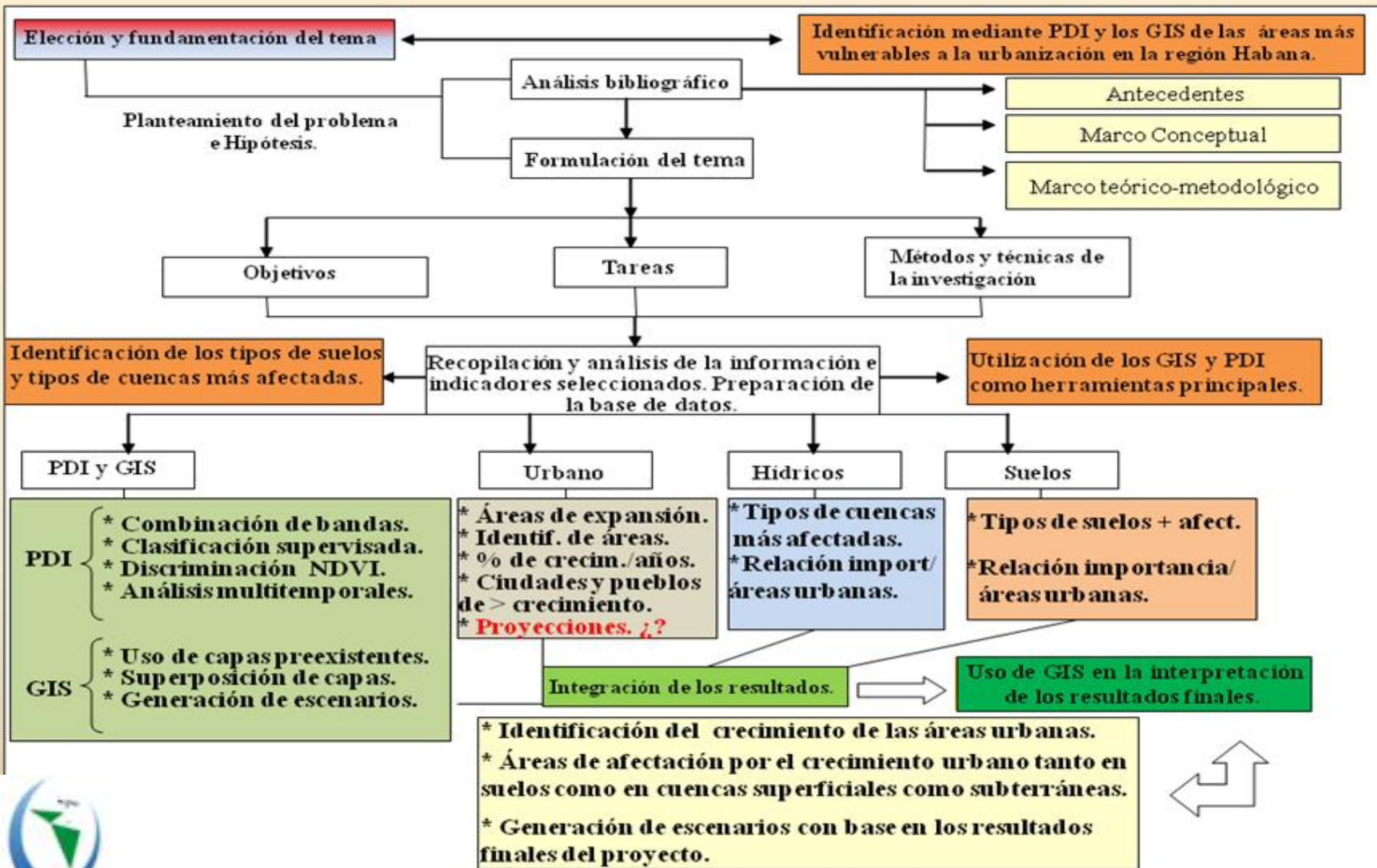
**Objetivo General:** Determinar las presiones sobre el recurso tierra en la región Habana, con vistas a establecer propuestas de actuación que permita, la optimización de los recursos presentes e identificar los problemas de la influencia de la expansión urbana, sobre las áreas agrícolas e hídricas y sus implicaciones para el desarrollo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Determinar cronológicamente (a través del PDI y los SIG) la expansión de las ciudades y pueblos y sus proyecciones.
- Identificar e inventariar las áreas que están siendo afectas por esta expansión y ver qué tipo de recursos (agrícolas, hídricos, forestales, etc.) son los más afectados.
- Analizar las pérdidas por la expansión urbana y definir escenarios.



## ***Diseño General de la Investigación.***

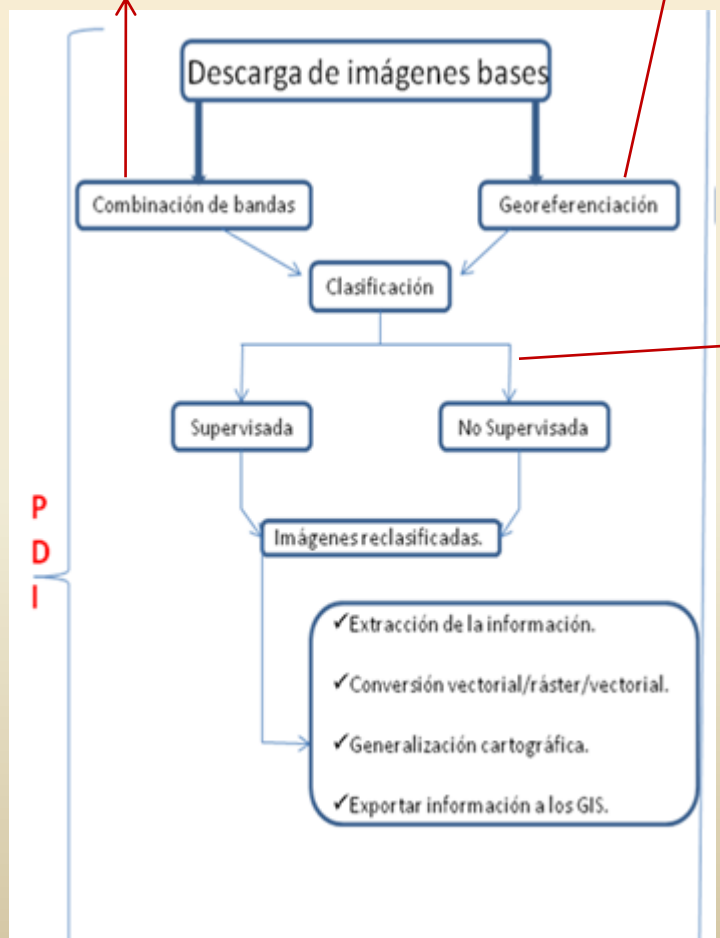


# PDI.

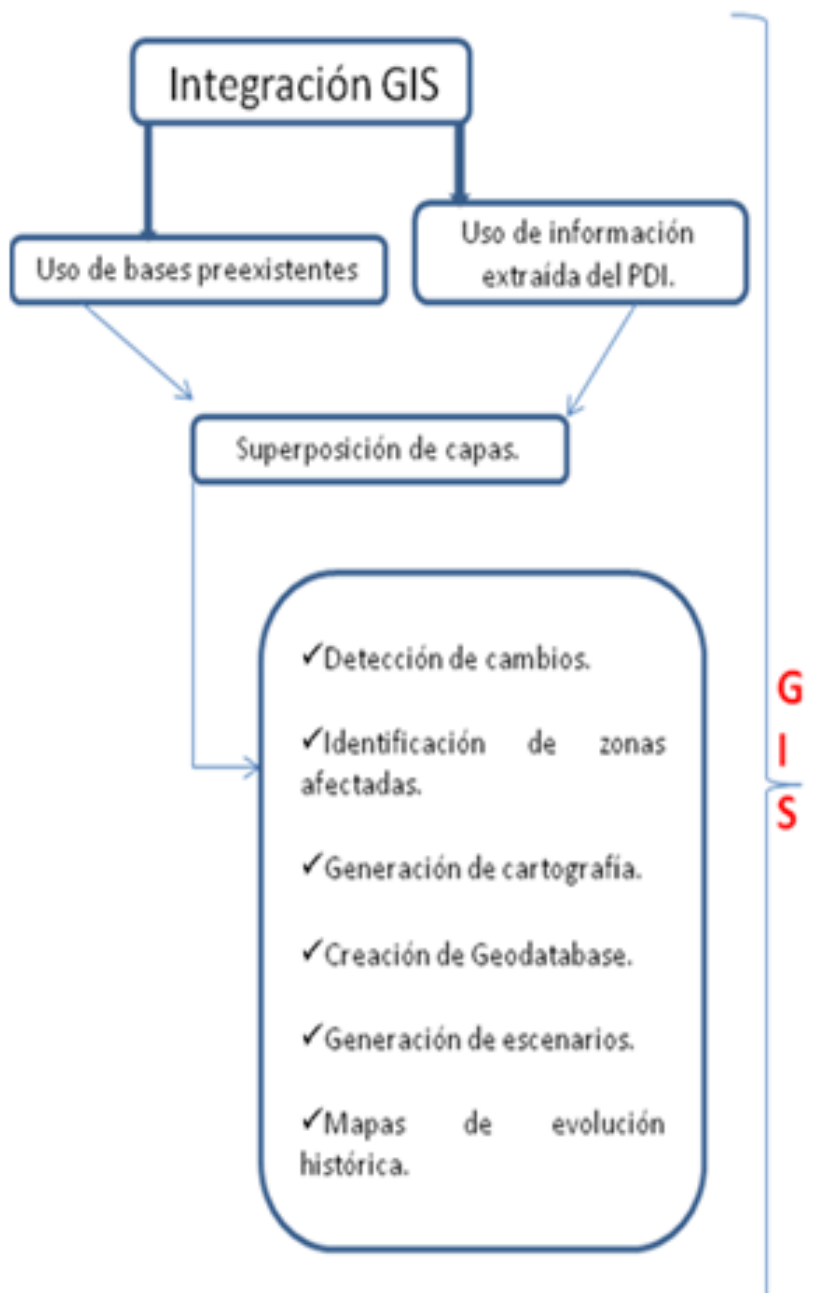
**Combinación** de bandas: **bandas 453**, logra la mejor distinción entre tipos de vegetación; además el uso la banda roja y las del infrarrojo medio y cercano, ofrece especial definición del borde tierra-agua y destaca detalles sutiles no fácilmente distinguibles.

**Georeferenciación:** fue necesario llevarlas desde el sistema espacial de referencia en las cuales están ellas (WGS 1984 UTM zona 17 N) a la proyección que se trabaja en Cuba (Proyección Cónica Conforme de Lambert; Cuba Norte).

- Las **clases** son las siguientes:
- Zonas bajas y nubes (1).
  - Áreas de cultivo (2).
  - Áreas de cultivo y zonas urbanas (3).
  - Bosques (4).
  - Cuerpos de agua (5).
  - Pastos u urbanizaciones (7).
  - Suelos desnudos y áreas urbanas (8).



**Clasificaciones:** permitió agrupar muestras de acuerdo a criterios o métodos. **No supervisada:** no se cuenta con conocimiento a priori, por lo que se tiene como resultado la agrupación de pixeles con características similares. **Supervisada:** cuenta con un conocimiento a priori, es decir contamos con modelos ya clasificados.



➤ La **extracción de información** de las imágenes satelitales, y las bases preexistentes se agruparon en una Geodatabase.

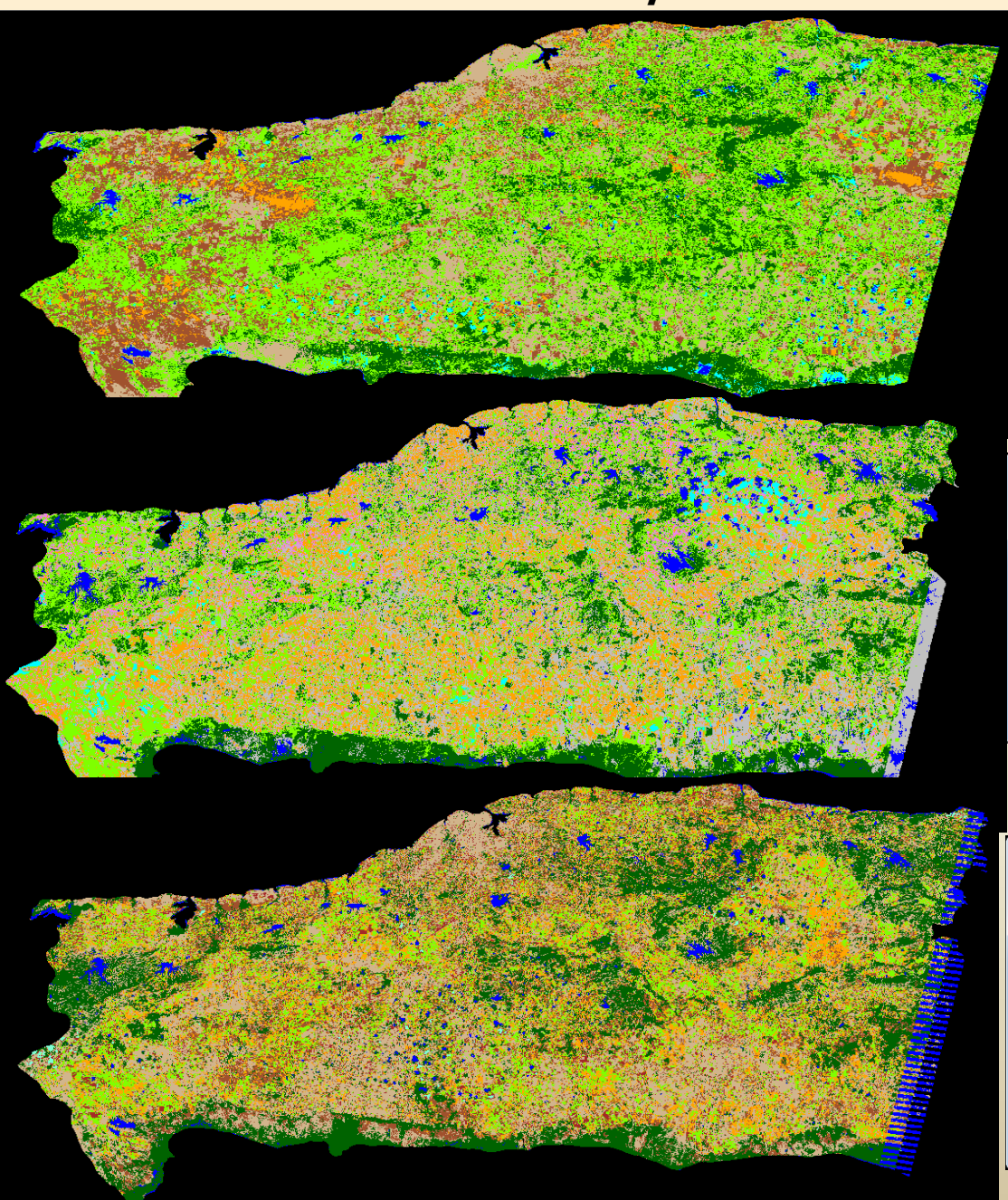
➤ La conversión de **ráster/vectorial/ráster**, para trabajar la información y su posterior análisis.

➤ La **generalización** cartográfica.

➤ El **uso de varios software** (ArcGIS, ArcView y MapInfo) permitió agilizar el trabajo.

➤ La **vectorización** de la información, es la creación (digitalización) de las áreas (polígonos), puntos y líneas.

➤ La **implementación GIS** superposición de capas, multiplicación, suma o resta de mapas temáticos, etc.



Raster Attribute Editor - no.img(Layer\_1)

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	Class
0	1189608		0	0	0	0	Unclassified
1	9179		0	0	1	1	cueros de agua
2	7565		0	0	1	1	cueros de agua
9	160880		0	0.39	0	1	bosques
5	77862		0	0.392157	0	1	bosques
3	20217		0	1	1	1	rubes
4	51949		0.498038	1	0	1	áreas de cultivo
8	290074		0.498038	1	0	1	áreas de cultivo
10	243031		0.5	1	0	1	áreas de cultivo
10	11425		0.5	1	0	1	áreas de cultivo
13	218674		0.627451	0.321569	0.176471	1	pastos y urbanizaciones
6	124628		0.823529	0.705882	0.54302	1	suelo desnudo y áreas urbanas
7	175245		0.823529	0.705882	0.54302	1	suelo desnudo y áreas urbanas
12	57863		1	0.647059	0	1	áreas de cultivo y urbanas

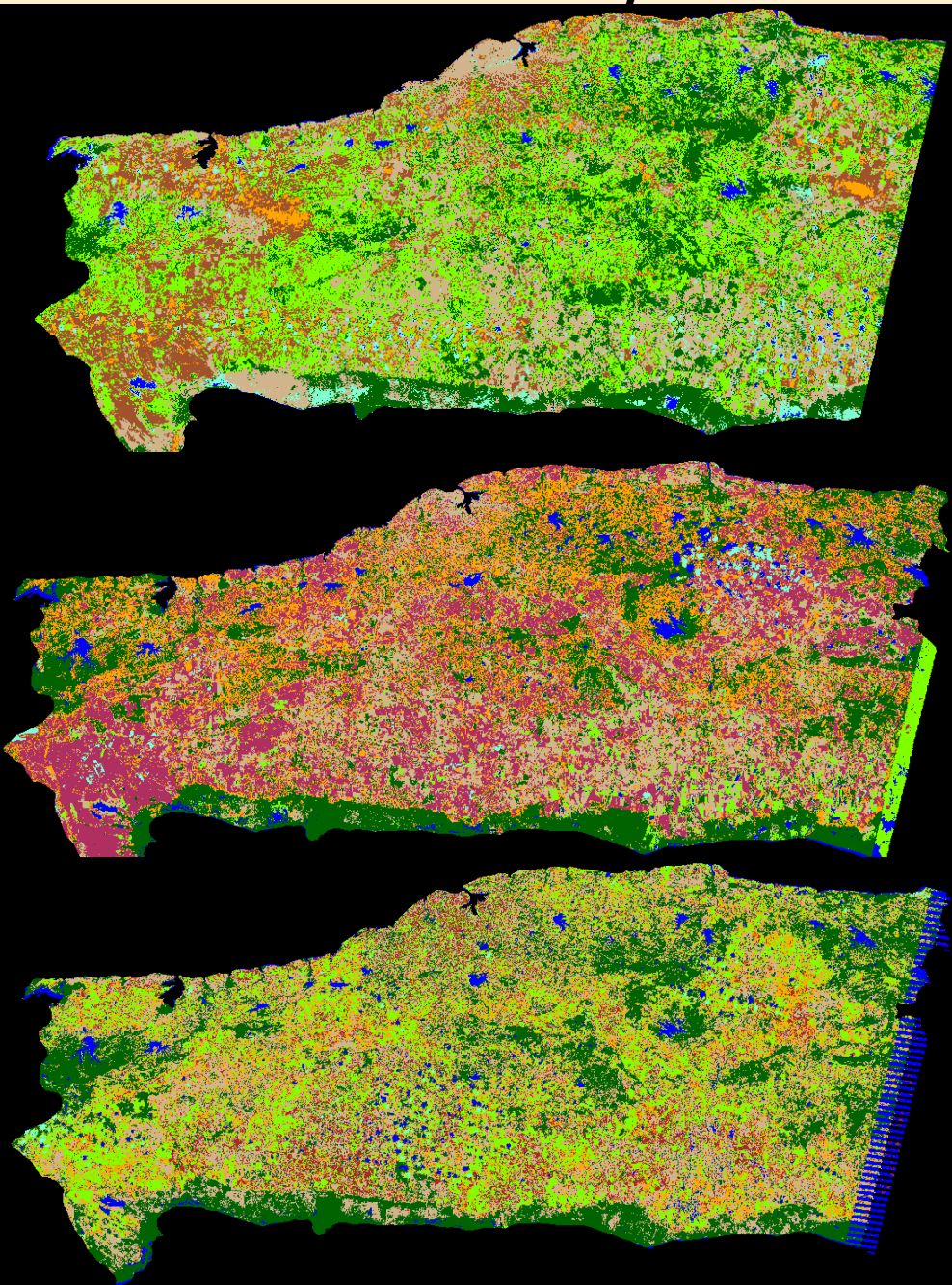
Raster Attribute Editor - no.img(Layer\_1)

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	Class
0	3863547		0	0	0	0	Unclassified
1	170502		0	0	1	1	cueros de agua y sombras
2	294237		0	0.39	0	1	Bosques
4	654518		0	0.39	0	1	Bosques
13	71778		0	1	1	1	zonas bajas y rubes
3	491205		0.5	1	0	1	áreas de cultivo
8	767353		0.5	1	0	1	áreas de cultivo
12	418427		0.5	1	0	1	áreas de cultivo
5	295166		0.75	0.75	0.75	1	suelo desnudo y áreas urbanas
6	644570		0.75	0.75	0.75	1	áreas de cultivo y zonas urbanas
10	664811		0.75	0.75	0.75	1	áreas de cultivos y zonas urbanas
9	484053		0.93	0.51	0.93	1	pastos y urbanizaciones
7	657437		1	0.65	0	1	suelo desnudo y áreas urbanas
11	667401		1	0.65	0	1	suelo desnudo y áreas urbanas

Raster Attribute Editor - no.img(Layer\_1)

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	Class
0	3982853		0	0	0	0	Unclassified
1	196386		0	0	1	1	cueros de agua y sombras
2	208177		0	0.39	0	1	bosques
4	420731		0	0.39	0	1	bosques
5	742381		0	0.39	0	1	bosques
11	816025		0.5	1	0	1	campos de cultivo
13	26570		0.5	1	0.83	1	zonas bajas y rubes
8	798009		0.63	0.32	0.18	1	pastos y urbanizaciones
12	294071		0.65	0.16	0.16	1	pastos y urbanizaciones
3	402764		0.82	0.71	0.55	1	suelos desnudos y áreas urbanas
6	278095		0.82	0.71	0.55	1	suelos desnudos y áreas urbanas
7	684869		0.82	0.71	0.55	1	suelos desnudos y áreas urbanas
10	499351		0.82	0.71	0.55	1	suelos desnudos y áreas urbanas
9	906982		1	0.65	0	1	áreas de cultivo y zonas urbanas

# Clasificación de imágenes. *Supervisada.*



Raster Attribute Editor - si.img(Layer\_1)

File Edit Help

Layer Number: 1

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
8	0		0	0	0	0	
9	0		0	0	0	0	
10	0		0	0	0	0	
13	0		0	0	0	0	
14	16666		0	0	1	1	cuerpos de agua
2	296567		0	0.39	0	1	bosques
1	466428		0.5	1	0	1	áreas de cultivo
11	44112		0.5	1	0.83	1	nubes y zonas bajas
11	254149		0.63	0.32	0.18	1	pastos y urbanizaciones
4	325926		0.82	0.71	0.55	1	suelo desnudo y áreas urbanas
12	53744		1	0.65	0	1	áreas de cultivo y urbanas

Signature Editor (sig.sig)

File Edit View Evaluate Feature Classify Help

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue
1	cuerpos de agua		0.000	0.000	1
4	bosques		0.000	0.392	0
2	áreas de cultivo		0.498	1.000	0
3	zona bajas y nubes		0.498	1.000	0
7	suelo desnudo y áreas urbanas		0.690	0.188	0
5	áreas de cultivo y zonas urbanas		0.824	0.706	0
6	pastos y urbanizaciones		1.000	0.647	0

Signature Editor (sig.sig)

File Edit View Evaluate Feature Classify Help

Class #	Signature Name	Color	Red	Green
1	cuerpos de agua y sombras		0.000	0.00
5	bosques		0.000	0.39
3	campos de cultivo		0.498	1.00
4	zonas bajas y nubes		0.498	1.00
7	pastos y urbanizaciones		0.627	0.39
6	suelos desnudos y áreas urbana		0.824	0.71
2	áreas de cultivo y zonas urbana		1.000	0.64



La **imposibilidad** de contar con **un par de imágenes en cada uno de estos años**; una de temporada de **lluvia** y la otra en **seca**, para eliminar las áreas de cultivos (**discriminación con un NDVI**) que en ese momento estaba cubierta (o no) y de esta manera realizar una superposición vectorial de las clasificaciones, para **detectar estos cambios**, ya que de esta manera se excluyen este tipo de errores. Por otro lado **la confiabilidad** de cada una de estas clasificaciones supervisada y que **acertó en un 100%** incluso en zonas de nubes y sombras.

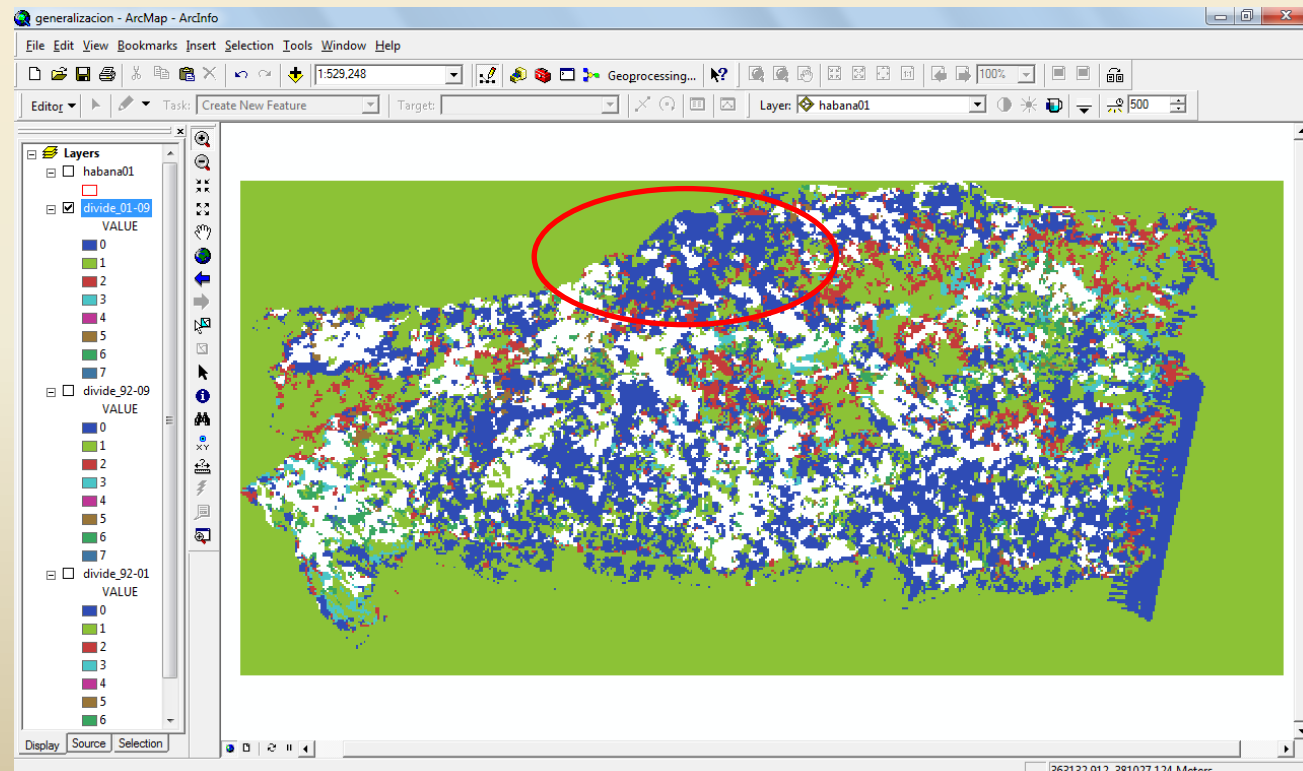
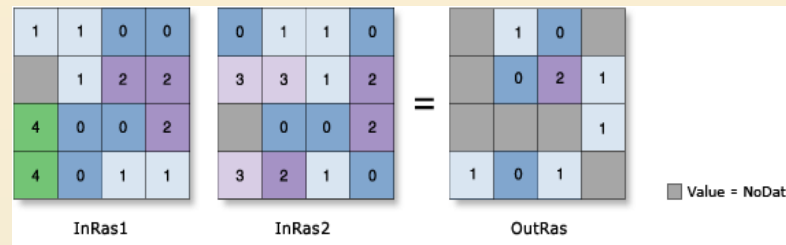
Con **la imagen del 2009** se obtuvo una **mejor aproximación** para algunas áreas, sin embargo, presenta el mismo problema que las anteriores en las que se entremezclan varias clases pertenecientes a las zonas rurales y las propias de las zonas urbanas, que podrían haber sido resueltas con la superposición explicada anteriormente.

# Uso de los GIS para conocer el resultado final.

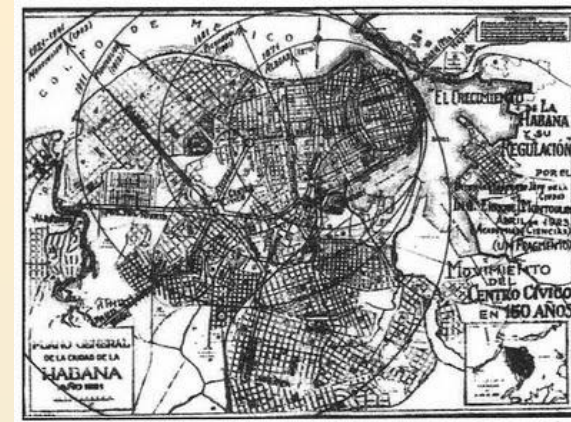
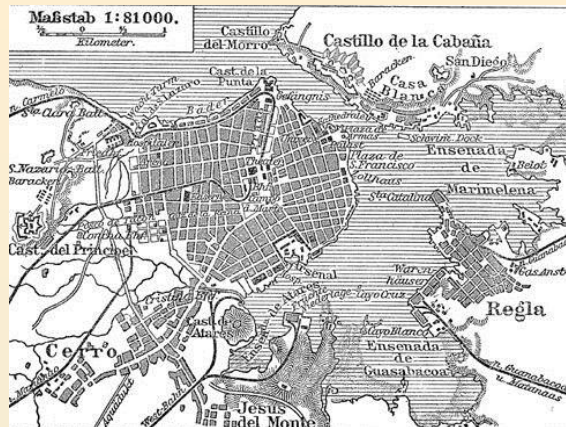
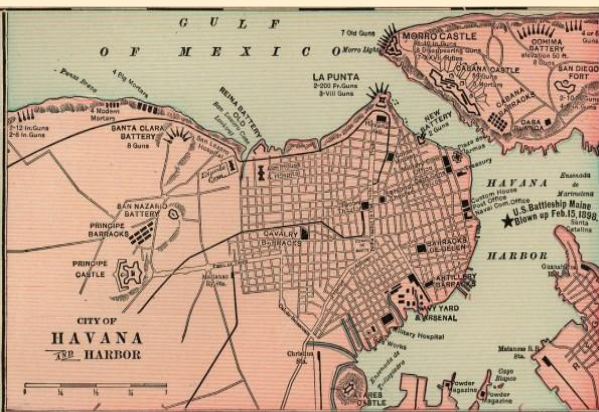
-----Raster Calculator.

**Operador** de funciones disponibles en ArcGIS 3D Analyst que **permite la combinación** de la aritmética de los valores en tramas múltiples y realiza **operaciones matemáticas básicas** (+, -, \*, /, 'int', 'float'), de las operaciones aquí presentes se realizó la operación de ***Dividir***, este divide los valores de dos entradas en una base celda por celda dentro de la ventana de análisis.

Esta operación se utiliza para **conocer los cambios** en un área determinada en el **trascuro del tiempo**. Se puede observar que los **mayores cambios** se encuentran en la clase perteneciente a suelos desnudos y áreas urbanas (**representada en color azul**) que en la parte señalada **es completamente urbano**, asociado a la presencia de La Habana (capital).



# Uso de los GIS.

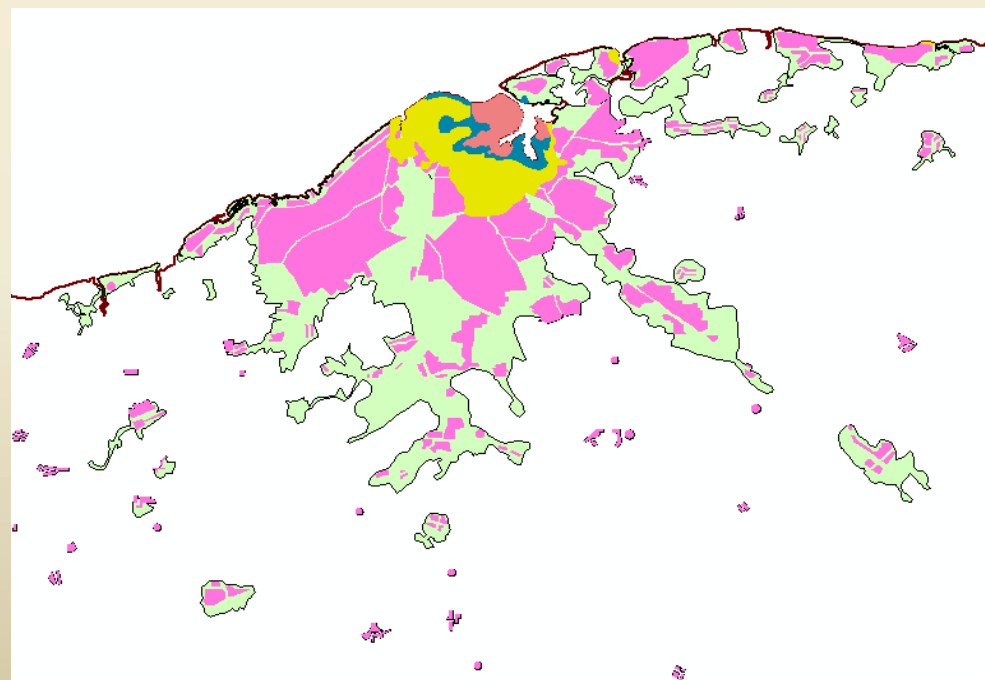


**Georeferenciación:** a mapas antiguos para realizar superposición de capas y otros tipos de operaciones.

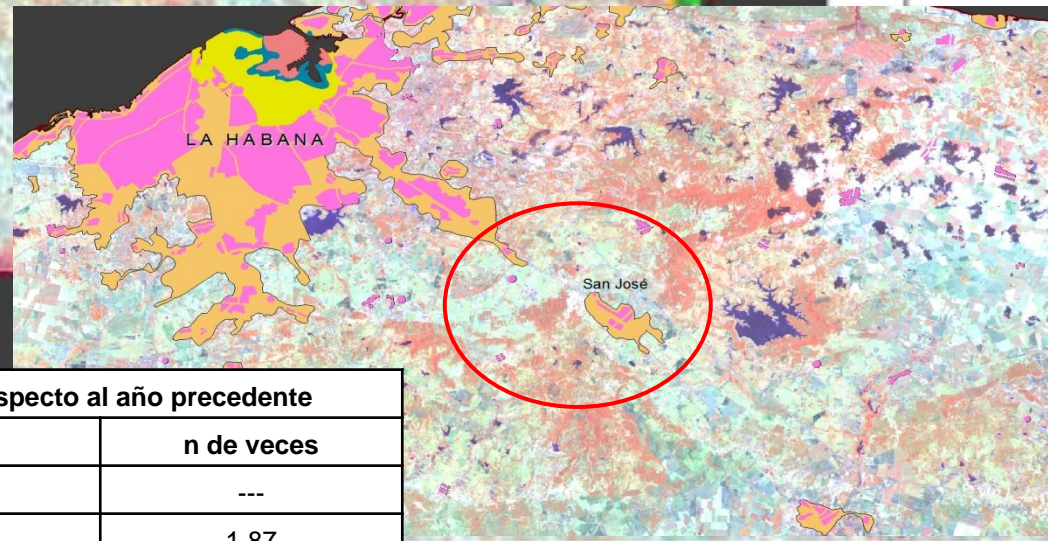
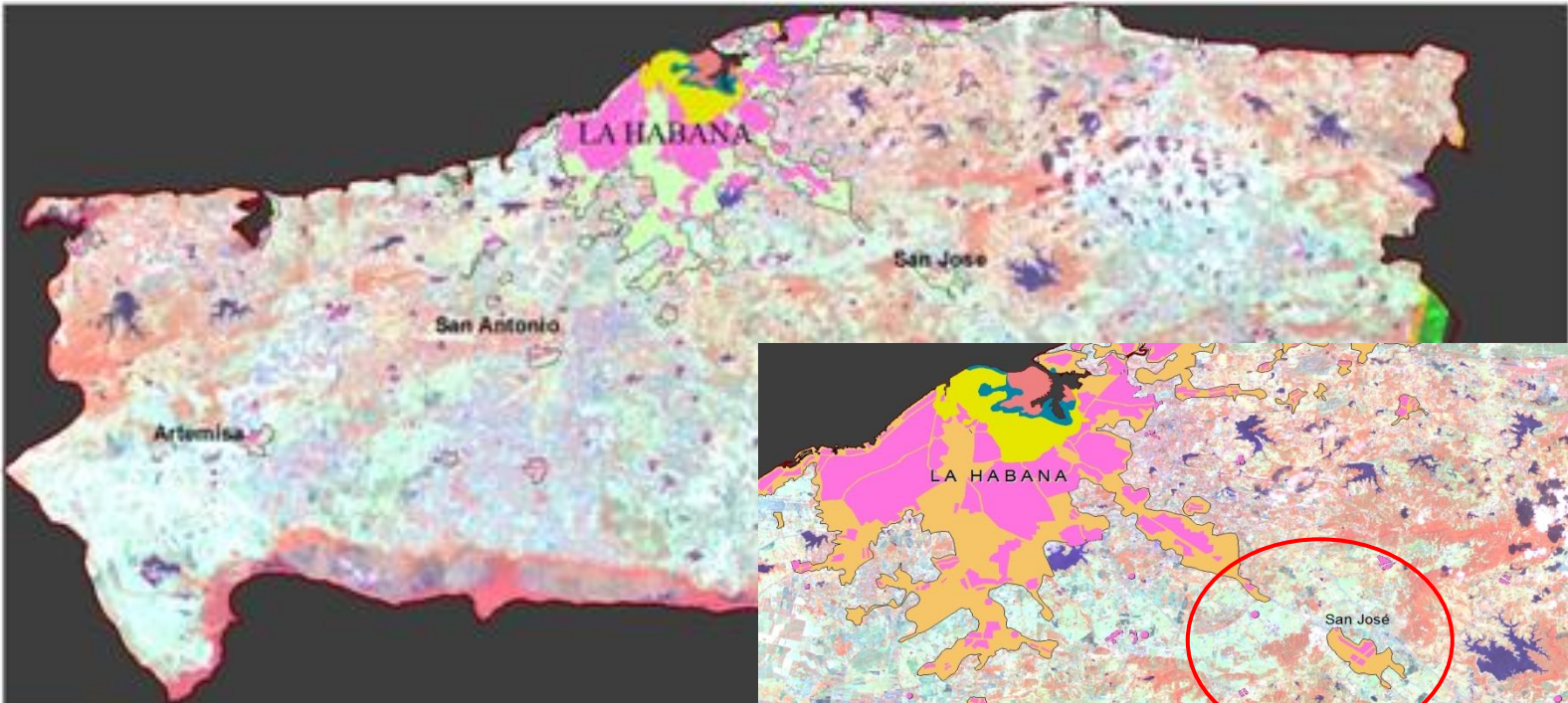
**Vectorización:** se digitalizaron límites de la ciudad en distintas épocas.

**Rectificación de límites:** automatizada (Geoprocessing).

**Completamiento de bases de datos:** cálculos de áreas, perímetros, longitud, etc.



## Evolución Histórica: Región Habana.



**Leyenda**

1850
1901
1923
1970
2009

Años	Extensión (km <sup>2</sup> )	crecimiento respecto al año precedente	
		%	n de veces
1850	6.5522	---	---
1901	12.2563	87	1.87
1923	38.7462	316	3.16
1970	197.5553	500	5.09
2009	400.7666	202	2.02





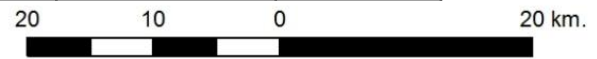
**Crecimiento de ciudades vs recursos hídricos.**



**Leyenda.**

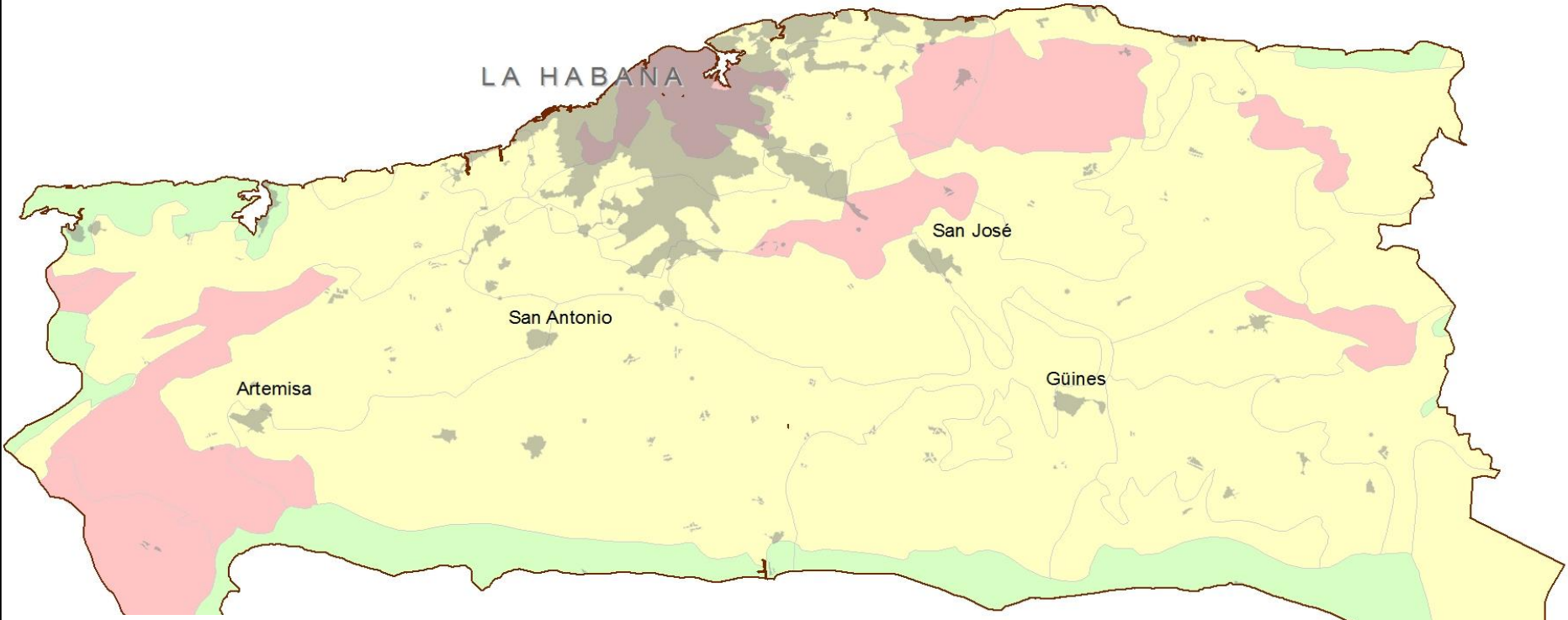
- Ciudades y pueblos.
- Cuencas subterráneas
- Cuencas superficiales
- Área de estudio

Provincias	Totales	Riego	Industria I	Poblacional	Otros	Gasto sanitario	Pérdidas
Ciudad Habana	987.28	661.49	9.43	129.18	97.50	25.07	64.63
La Habana	602.33	5.50	10.41	572.83	13.59	0.0	0.0
Totales	1589.61	666.99	19.84	702.01	111.09	25.07	64.63
% del total	100	41.95	1.24	44.16	6.98	1.57	4.06





## Productividad de los tipos de suelos vs Áreas Urbanas



**Leyenda**

- Área de ciudades
- Productividad alta
- Productividad media
- Productividad baja
- Área de estudio

Provincias	Superficie (10 <sup>6</sup> ha)					Índices (%)		
	Total	Agrícola	Cultivada	Ociosa	Forestal	Aprov.	Ociosidad	Forestación
C. Habana	72.1	32.6	21.6	1.9	2.9	66.3	5.9	4.1
La Habana	573.2	401.8	278.4	14.9	76.2	69.3	3.7	13.3

10 km.

**-Escenarios.**

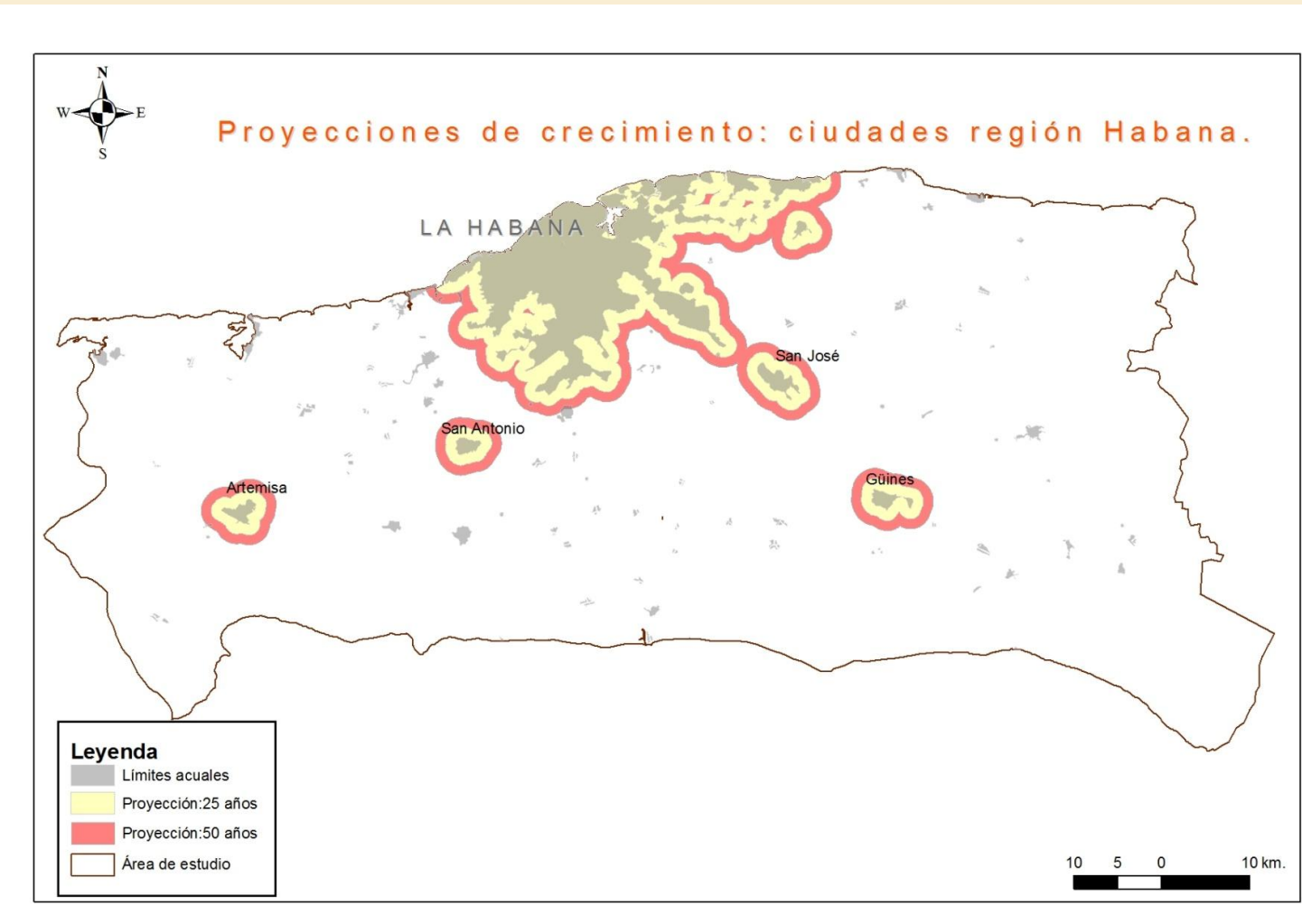
Población urbana (76%), 2008.

Tasa anual del crecimiento de la población urbana (2%), 1970–1990

Tasa anual del crecimiento de la población urbana (0.8%), 1990–2000

Tasa anual del crecimiento de la población urbana (0.1%), 2000–2008 **Total~2.9% en 28 años**

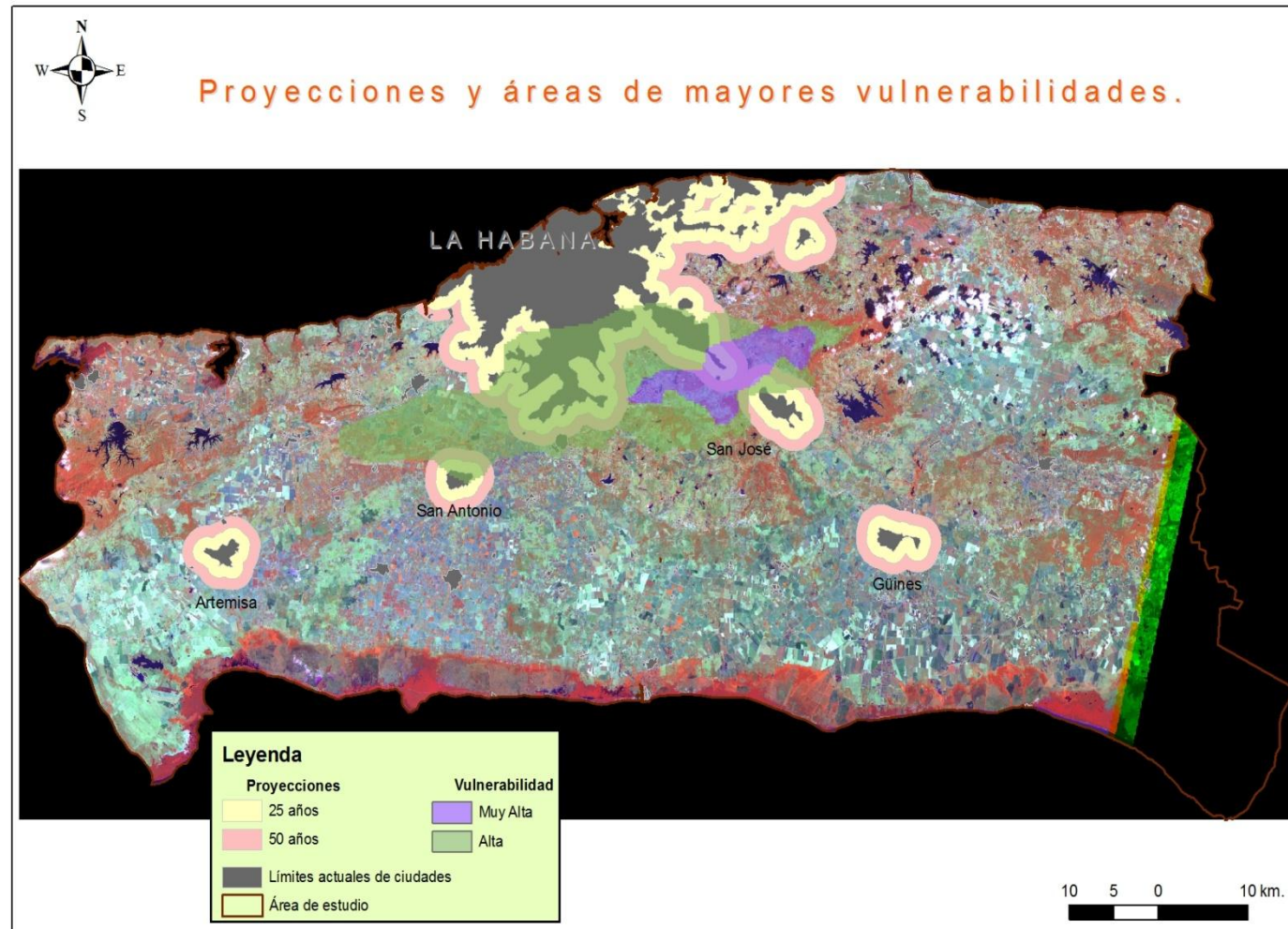
La **manipulación** de esta **información estadística**, asociado directamente a la información cartográfica generada durante el proyecto, **sirvió para capturar, registrar, graficar, editar y finalmente, desplegar la información final sobre esta compleja realidad.**



## ***-Superposición final.***

Usando ***Raster calculator***, identificar las áreas de mayor vulnerabilidad, dando valor **1 y 0**, donde **1** es de **máximo valor** en términos de **importancia (cuencas de significación nacional, suelos productivos)**, se convirtieron a formato ráster y se usó la operación *Divide*, dando como resultado final la visualización de las zonas de mayores vulnerabilidades en el territorio.

El uso y creación de las **proyecciones**, es una de las **herramientas más usadas en la planificación**, ya que puede dar una **idea** (bastante cercana a la realidad) **de cómo se puede verse un sitio** entrelazando dos aspectos muy importantes: ***tiempo y espacio.***





- 1- Se usaron la mayoría de los software impartidos en el curso, y se añadieron otros (MapInfo, ArcView, etc.) que por el conocimiento previo, nos permitió agilizar y obtener los resultados finales en menos tiempo y con buena calidad.
- 2- El uso de PDI al igual que los GIS (se entremezclaron el uso de capas e informaciones preexistentes con resultados propios extraídos de las imágenes y elaboradas en GIS para este proyecto en específico), dio como resultado una de las bases de datos más completas (en escala 1:100 000), con las que cuenta el territorio, que será usada en no solo en tareas del orden académico, sino también en la toma de decisiones del territorio.
- 3- La agrupación en 7 clases (PDI) fue adecuada, ya que permitió identificar cual era la zona donde existían los mayores cambios en el uso de la tierra (fig. 25), siendo claramente identificado en la parte centro-norte de nuestra área de estudio, que coincide con la zona más densamente urbana de La Habana.
- 4- El uso de la operación *Raster calculator*, nos permitió identificar en las imágenes de satélite cuales eran las zonas de mayores cambios en el uso del suelo, y también se usó para superponer las capas asociadas a la importancia de los recursos existentes en el territorio.

5- Se realizaron un sinnúmero de operaciones tanto en los PDI, y los GIS, lo que demuestra que es necesario el conocimiento de varios software, además de conocer varias vías para obtener un resultado final aceptable; por ejemplo (aunque no aparece en el cuerpo del trabajo): era más fácil digitalizar (vectorizar) los límites de las ciudades y pueblos que usar el *Edge Detect* (ERDAS); la clasificación de las imágenes se hizo con la base de una no-supervisada, y no directamente supervisada, porque existían muchas diferencias en las firmas espectrales, etc.

6- Las urbanizaciones actuales están afectando a zonas de una alta importancia: áreas urbanizadas en suelos de una alta productividad y de una alta explotación hídrica, que ponen en riesgo la seguridad alimentaria e hídrica, que de continuar con estos niveles, pueden ser de un gran impacto, tanto en la zona de estudio, como en todo el país.

7- La superposición final de todos los recursos presentes en el territorio y las proyecciones (escenarios), dan como resultado que la zona Sur (fig. 31) es la más afectada por la urbanización, y es donde convergen los recursos más importantes de la región Habana.

Discusión y presentación de los resultados aquí expuestos a las autoridades pertinentes.

Incluir en nuevos estudios la inclusión de otros recursos (forestal, ambiental, etc.).

Búsqueda de imágenes de distintas estaciones (seca y húmeda) para hacer discriminación NDVI de las zonas clasificadas erróneamente.

**Gracias**  
**¿¿¿¿???**