



Geographic Mapping Technologies, Corp.

Soluciones Avanzadas en Sistemas de Información Geográfica

Mapa de Uso de Suelo de Puerto Rico 2003 Proyecto Xplorah

Aurelio Castro y Glenda Román

casttito@gmtgis.com

groman@gmtgis.com

CONTENIDO

- ¿Qué es Xplorah?
- Creación de mapa de uso de suelo
 - Esquema de Clasificación
 - Metodología de interpretación
 - Cálculo de error de clasificación
 - Procesamiento
 - Resultados

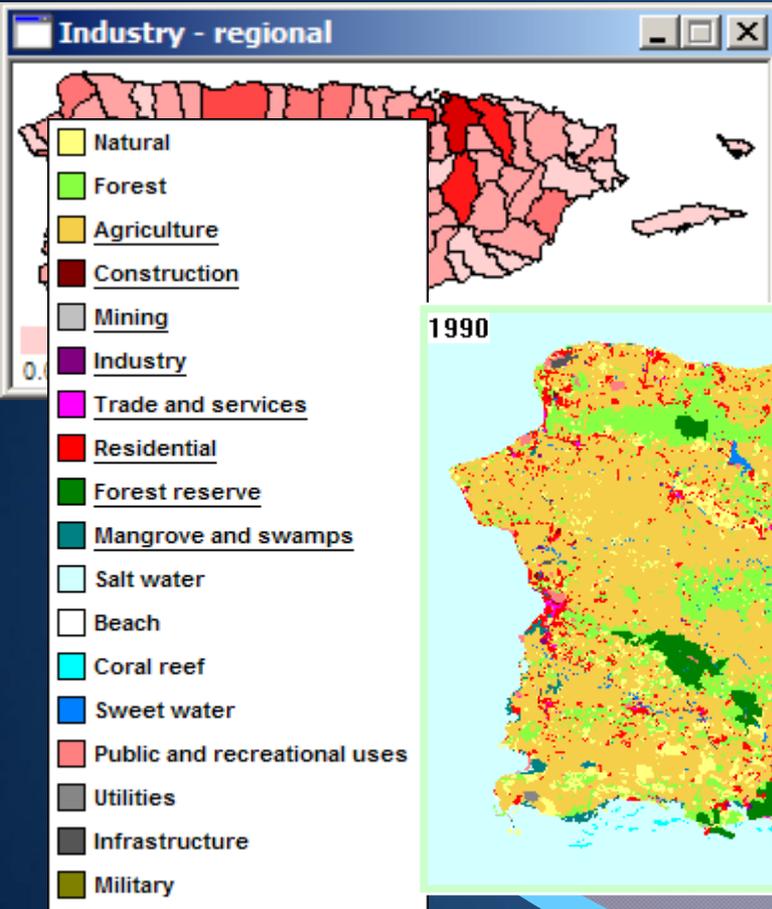
¿Qué es Xplorah?

- Sistema de apoyo a la toma de decisiones sobre el uso del territorio.
- Explorar diversos escenarios de políticas de uso de la tierra
- Modelar cambios en el uso de la tierra en función de variables sociales, económicas y ambientales.
- Modelos estrechamente interrelacionados a cuatro niveles de agregación:
 - Demográfico
 - Macroeconómico
 - Uso de Suelo
 - Transporte

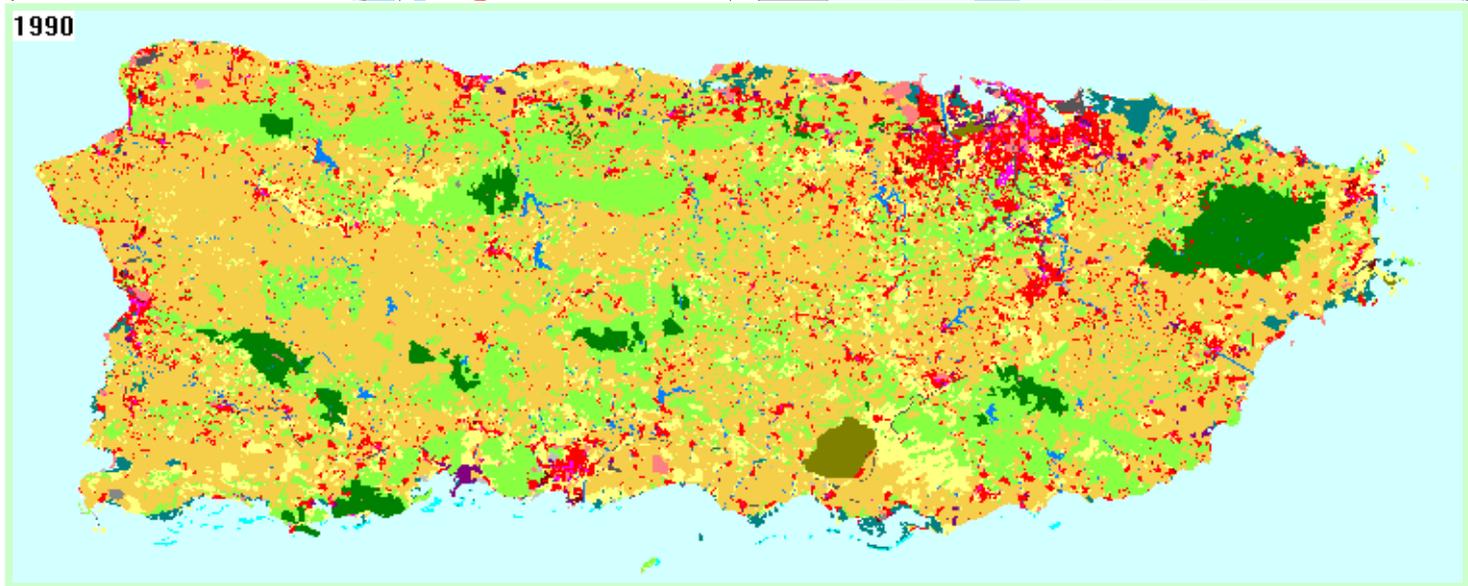
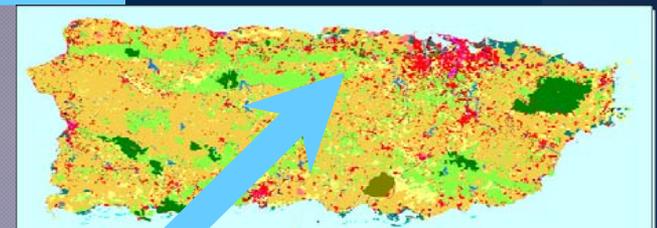
Capturando las dinámicas del uso del suelo

Uso en tiempo
T+1

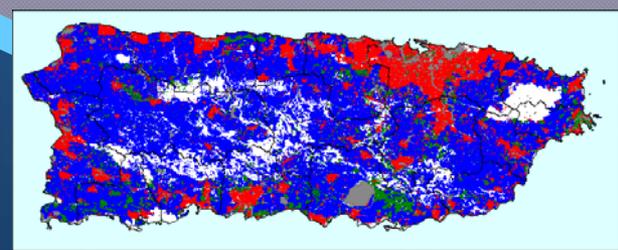
Modelos
probabilísticos



$$v = 1 + (-\ln[\text{rand}])^\alpha$$



&

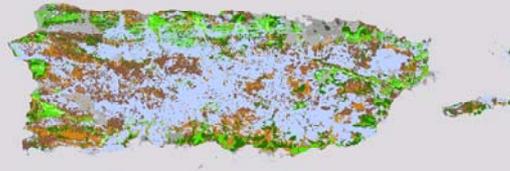


Requisitos del Modelo Xplorah

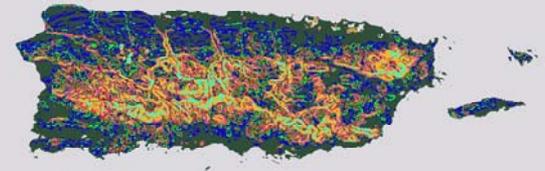
LANDUSE Map 1977_87



Agriculture Capacity Map



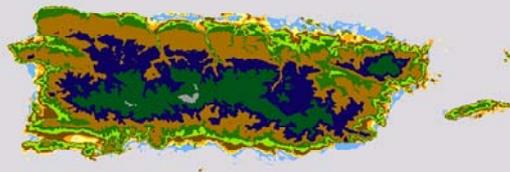
Slopes Map



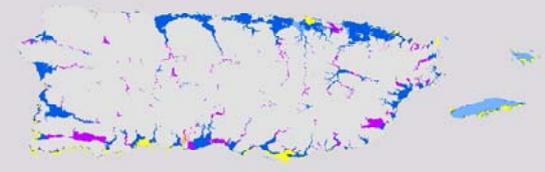
Elevation Map



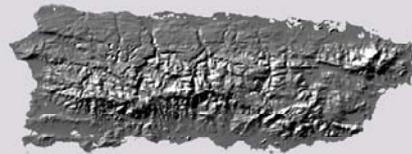
Elevation Map



Flood Zones Map



Hillshade Map



Lowlands Map



Requisitos del Modelo Xplorah

- Fundamental en el modelo son dos mapas de uso de suelo de alta calidad.
- Calibración del modelo
- Esquema de clasificación debe considerar clases relacionadas al modelo macro-económico.
- Mapa de uso al año 2003 se creó combinando técnicas de percepción remota y análisis espacial.
- Segundo mapa de uso al año 2009 está previsto para el 2010.

Esquema de Clasificación

- Total de 21 clases
- Desarrollado en conjunto
 - Escuela Graduada de Planificación de la UPR-Río Piedras
 - Departamento de Geografía de la UPR-Río Piedras
 - GMT, Corp.
- Basado en el sistema de clasificación del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de PR, a su vez basado en Anderson del Servicio Geológico de los EUA



	NATURAL
	FOREST
	AGRICULTURE
	CONSTRUCTION
	MINING
	INDUSTRIAL
	HIGH-DENSITY TRADE AND SERVICES
	HIGH-DENSITY RESIDENTIAL
	FOREST RESERVES
	MANGROVES AND SWAMPS
	SEA
	BEACH
	CORAL REEFS
	WATER RESOURCES
	PUBLIC AND RECREATION
	UTILITIES
	INFRASTRUCTURE
	ROCKY CLIFFS AND SHELVES
	RANGELANDS
	LOW-DENSITY TRADE AND SERVICES
	LOW-DENSITY RESIDENTIAL

Reglas de Precedencia

- Se asignó mayor prioridad a los usos menos predominantes sobre el territorio.
- Prioridades asignadas en función de su importancia relativa en el modelo socio-económico de Xplorah.
- Método estructurado, objetivo y cuantitativo. En zonas de transición las reglas de transición asignan sistemáticamente el USO.

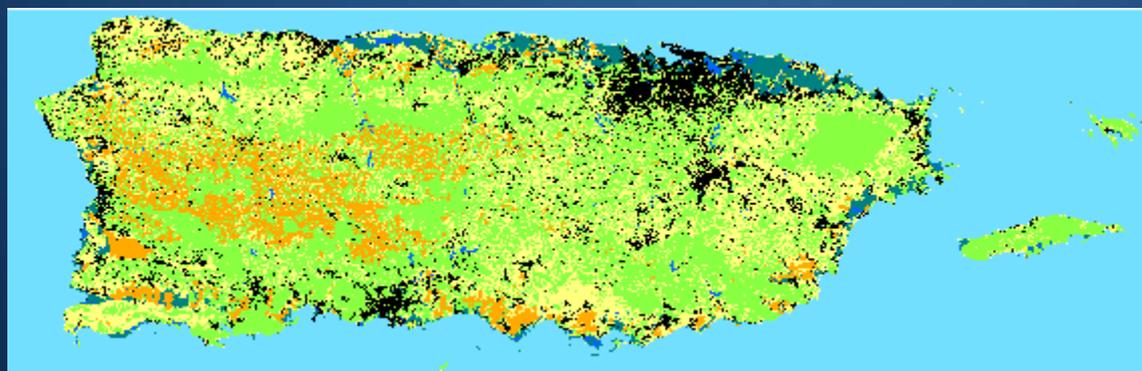
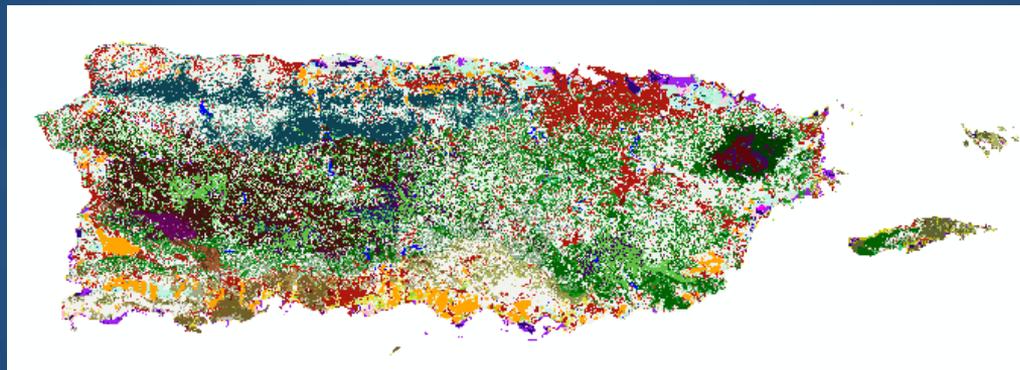
Priority	Class
1	Utilities
2	Public and Recreation
3	Construction
4	Mining
5	Industry
6	Infrastructure
7	Trade and Services
8	Residential

Preprocesamiento y Diseño BdDs

- Reclasificación mapa de cobertura de suelo del USDA IITF
- Extracción de áreas de interpretación
- Construcción cuadrícula de interpretación
- Diseño BdDs y asignación de dominios y subtipos

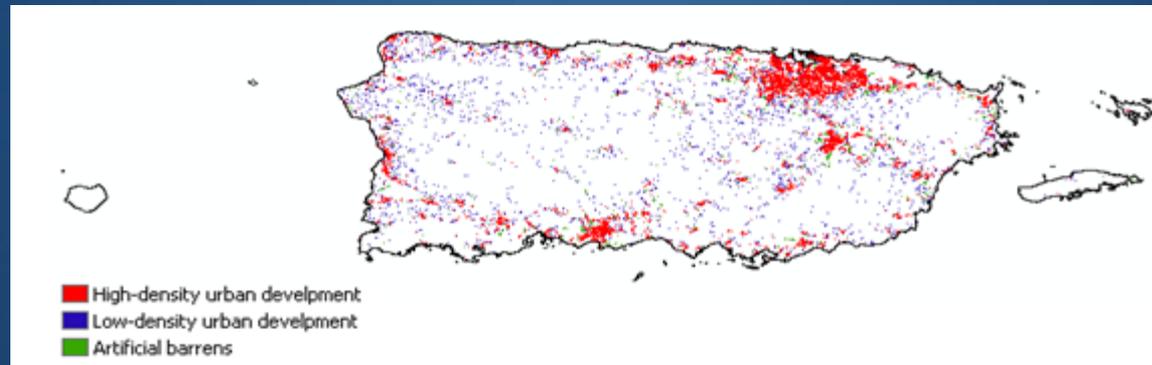
Reclasificación mapa IITF

- Reducir 70 clases de cobertura de suelos (diferentes tipos de vegetación) al esquema de clasificación de Xplorah.
- Mapa creado utilizando técnicas de clasificación de percepción remota (clasificación supervisada)



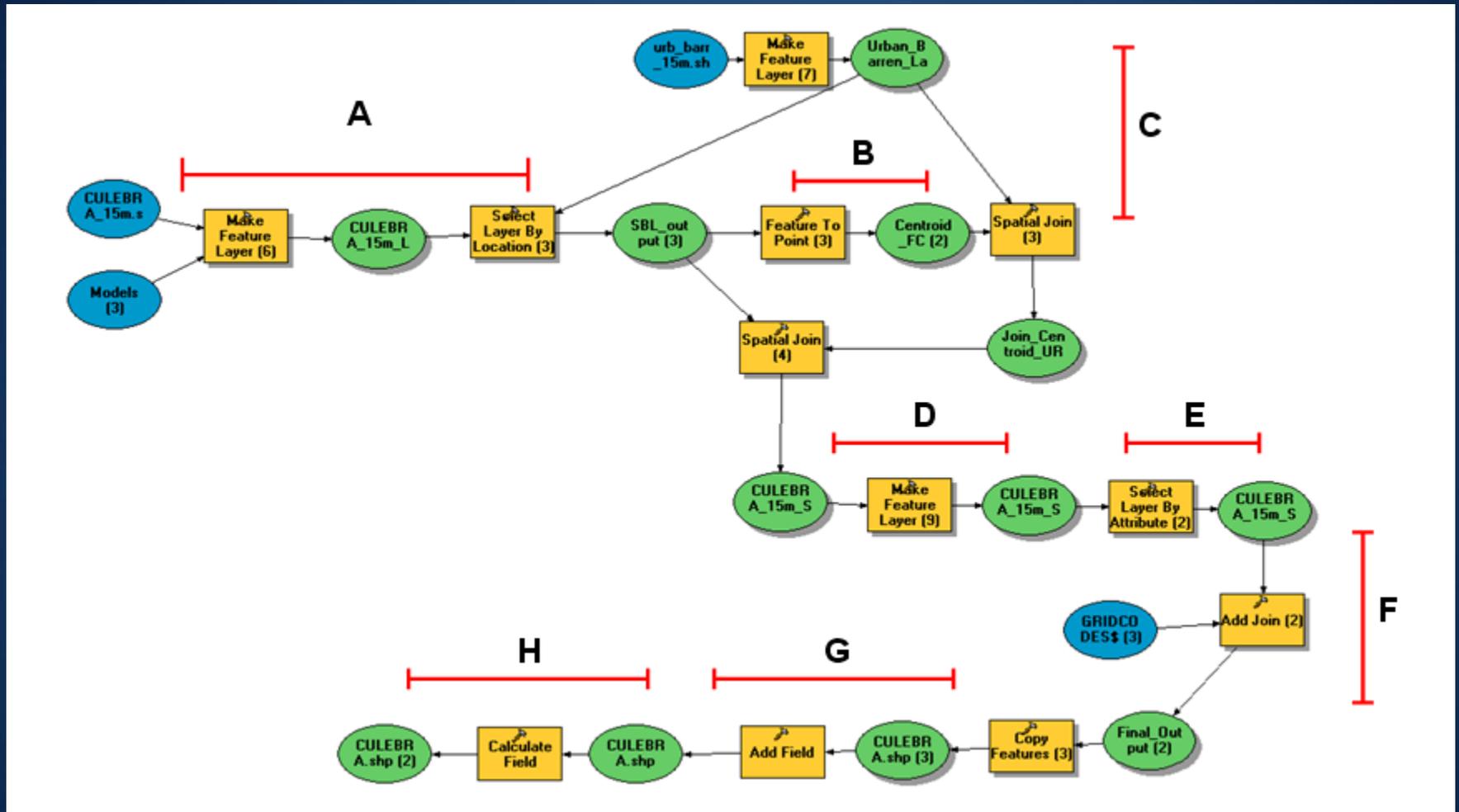
Extracción de áreas de interpretación

- Se extrajeron para interpretación áreas clasificadas como:
 - Urbano Alta y Baja Densidad
 - Suelos Descubiertos
- 11% del territorio para interpretación



PRGAP CLASS	AREA (sq km)	PERCENT
Artificial barrens	87	1
High-density urban development	523	5.9
Low-density urban development	372	4.2

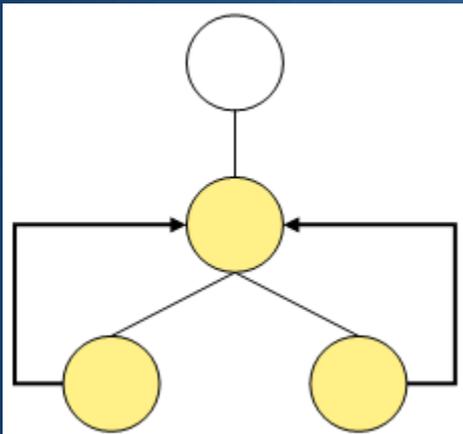
Construcción cuadrícula de interpretación



Total de 4.4 millones de celdas de 15m x 15m

Diseño BdDs

- Asignación de Subtipos y Dominios
- Arquitectura Versionada



Components of the geodatabase

Data produced for the Xplorah geodatabase

- Polygon feature class: XPLORAH.GISADMIN.Clasiificacion_Mapa_2003** - 15x15 grid that classifies all urban areas of the map
- Polygon feature class: XPLORAH.GISADMIN.PRGAP_Urbano_Vector** - Vector format representation of the Base Map
- Polygon feature class: XPLORAH.GISADMIN.Regiones** - Regions used for work distribution

Xplorah geodatabase data details

Components descriptions that compose the geodatabase

Simple feature class: XPLORAH.GISADMIN.Clasiificacion_Mapa_2003

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID				5		
CLASIFICACION	Short integer	Yes	7				50
SUBCLASE	String	Yes			38	8	50
DESCRIPCION_PRGAP	String	Yes					50
REGION	String	Yes					50
SUBREGION	String	Yes					50
GlobalID	GlobalID	No			0	0	38
EditionName	String	Yes					50
VersionName	String	Yes					50
LastUpdate	Date	Yes			0	0	38
QC_VALIDACION	Short integer	Yes		QC_OA	5		
Shape	Geometry	Yes					
Shape.area	Double	No			0	0	
Shape.len	Double	No			0	0	

17 classification subtypes available for selection by the editor. Subclasses filtered by their classes and defined by domains. Original Base Map classification codes. Regions to which each municipality belongs to. Attribute used for the work distribution. Unique ID required for data replication process. Identifies the version used to classify the grid. Date in which the classification was set. Identifies the grid cells used in the QC process.

Subtypes of XPLORAH.GISADMIN.Clasiificacion_Mapa_2003

Subtype Code	Subtype Description	Field name	Default value	Domain
5	INDUSTRY	SUBCLASE	PARQUE INDUSTRIAL	INDUSTRY
16	INFRASTRUCTURE	SUBCLASE	CARRETERA	INFRASTRUCTURE
14	PUBLIC AND RECREATION	SUBCLASE	PARQUE	PUBLIC
7	RESIDENTIAL	SUBCLASE	N/A	
6	TRADE AND SERVICE	SUBCLASE	FRANJA COMERCIAL	TRADE AND SERVICES
15	UTILITIES	SUBCLASE	ELECTRICIDAD	UTILITIES
3	CONSTRUCTION	SUBCLASE	N/A	
4	MINING	SUBCLASE	CANTERA	MINING
0	NATURAL	SUBCLASE	N/A	
1	FOREST	SUBCLASE	N/A	
2	AGRICULTURE	SUBCLASE	N/A	
8	FOREST RESERVES	SUBCLASE	N/A	
9	MANGROVES AND SWAMPS	SUBCLASE	N/A	
10	SEA	SUBCLASE	N/A	
11	BEACH	SUBCLASE	N/A	
12	CORAL REEF	SUBCLASE	N/A	
13	WATER RESOURCE	SUBCLASE	FRESH WATER	WATER RESOURCES
17	ROCKY CLIFFS AND SHELVES	SUBCLASE	N/A	

Simple feature class: XPLORAH.GISADMIN.PRGAP_Urbano_Vector

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID				10	0	
ID	Double	Yes					10
GRIDCODE	Double	Yes					10
Shape	Geometry	Yes					
Shape.area	Double	No			0	0	
Shape.len	Double	No			0	0	

Simple feature class: XPLORAH.GISADMIN.Regiones

Field name	Data type	Allow nulls	Default value	Domain	Precision	Scale	Length
OBJECTID	Object ID						9
POLO	String	Yes					
Shape	Geometry	Yes					

Coded value domains

- INDUSTRY**: Description: INDUSTRY; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: PARQUE INDUSTRIAL, PARQUE INDUSTRIAL.
- INFRASTRUCTURE**: Description: INFRASTRUCTURE; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: CARRETERA, CARRETERA; AEROPUERTO, AEROPUERTO; TREN, TREN.
- PUBLIC**: Description: PUBLIC AND RECREATION; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: INSTALACION DEPORTIVA, INSTALACION DEPORTIVA; PARQUE, PARQUE; CAMPO DE GOLF, CAMPO DE GOLF.
- TRADE AND SERVICES**: Description: TRADE AND SERVICES; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: COMERCIAL CENTRO URBANO, COMERCIAL CENTRO URBANO; COMERCIO DE CHATARRA, COMERCIO CHATARRA; COLIBRO, COLIBRO; HOSPEDERIA, HOSPEDERIA; CENTRO COMERCIAL, CENTRO COMERCIAL; FRANJA COMERCIAL, FRANJA COMERCIAL; DOTACION, DOTACION.
- UTILITIES**: Description: UTILITIES; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: AGUA, AGUA; COMUNICACIONES, COMUNICACIONES; ELECTRICIDAD, ELECTRICIDAD; VEREDERO, VEREDERO; FARO, FARO.
- MINING**: Description: MINING; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: GRAVA Y ARENA, GRAVA Y ARENA; ARENA DE PLAYA, ARENA DE PLAYA; CANTERA, CANTERA; SALINA, SALINA; TOSQUERO, TOSQUERO.
- WATER RESOURCES**: Description: WATER RESOURCES; Field type: String; Split policy: Duplicate; Merge policy: Duplicate. Codes: FRESH WATER, FRESH WATER; SALT WATER, SALT WATER.

Metodología de Interpretación



- Regiones de interpretación

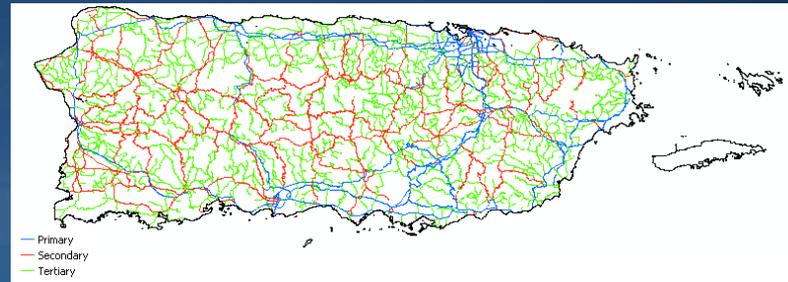
- Imágenes IKONOS 2001-2003
 - 1 metro resolución



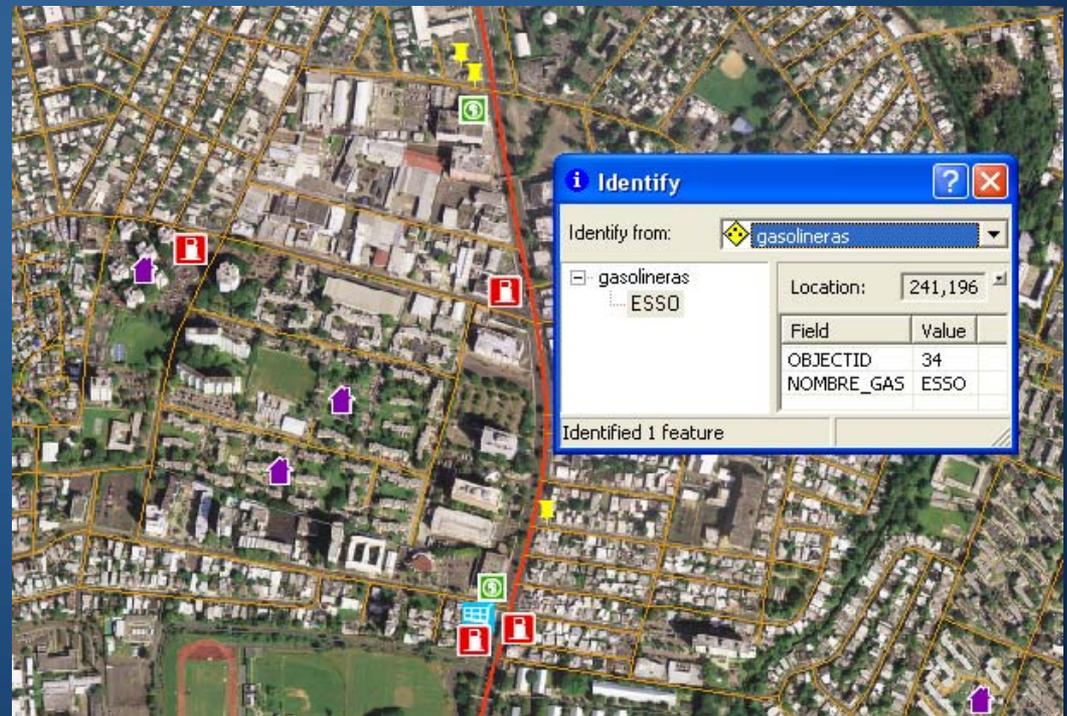
Metodología de Interpretación

- Datos de referencia

<input checked="" type="checkbox"/> residenciales	<input type="checkbox"/> defensa_civil
	
<input checked="" type="checkbox"/> policia_estatal	<input type="checkbox"/> escuelas
	
<input type="checkbox"/> aeropuertos	<input type="checkbox"/> hospitales
	
<input type="checkbox"/> bancos	<input type="checkbox"/> policia_municipal
	
<input type="checkbox"/> tiendas	<input type="checkbox"/> puertos
	
<input type="checkbox"/> Farmacias	<input checked="" type="checkbox"/> ATHS
	
<input type="checkbox"/> bomberos	<input checked="" type="checkbox"/> gasolineras
	
<input type="checkbox"/> centro_manejo_emerg	<input checked="" type="checkbox"/> fast_foods
	
<input type="checkbox"/> centro_salud	<input checked="" type="checkbox"/> supermercados
	
<input type="checkbox"/> cuarteles_guardia_nac	
	
<input type="checkbox"/> cuerpos_emerg_med	
	

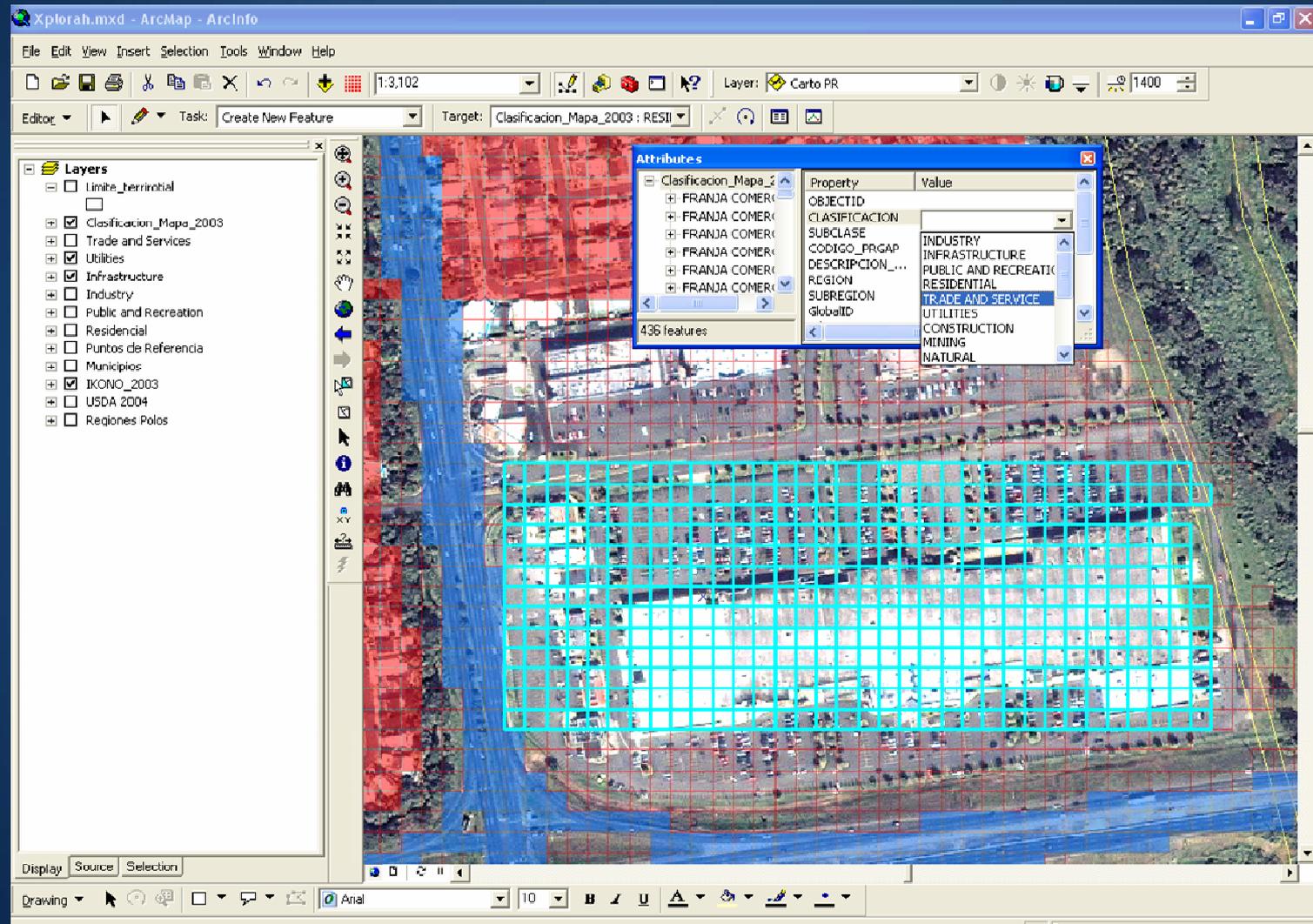


CartoPR



Metodología de Interpretación

- Interpretación Visual



Cálculo de error de clasificación

- Fase de QC/QA
- Muestreo del 1% del total de celdas por clase

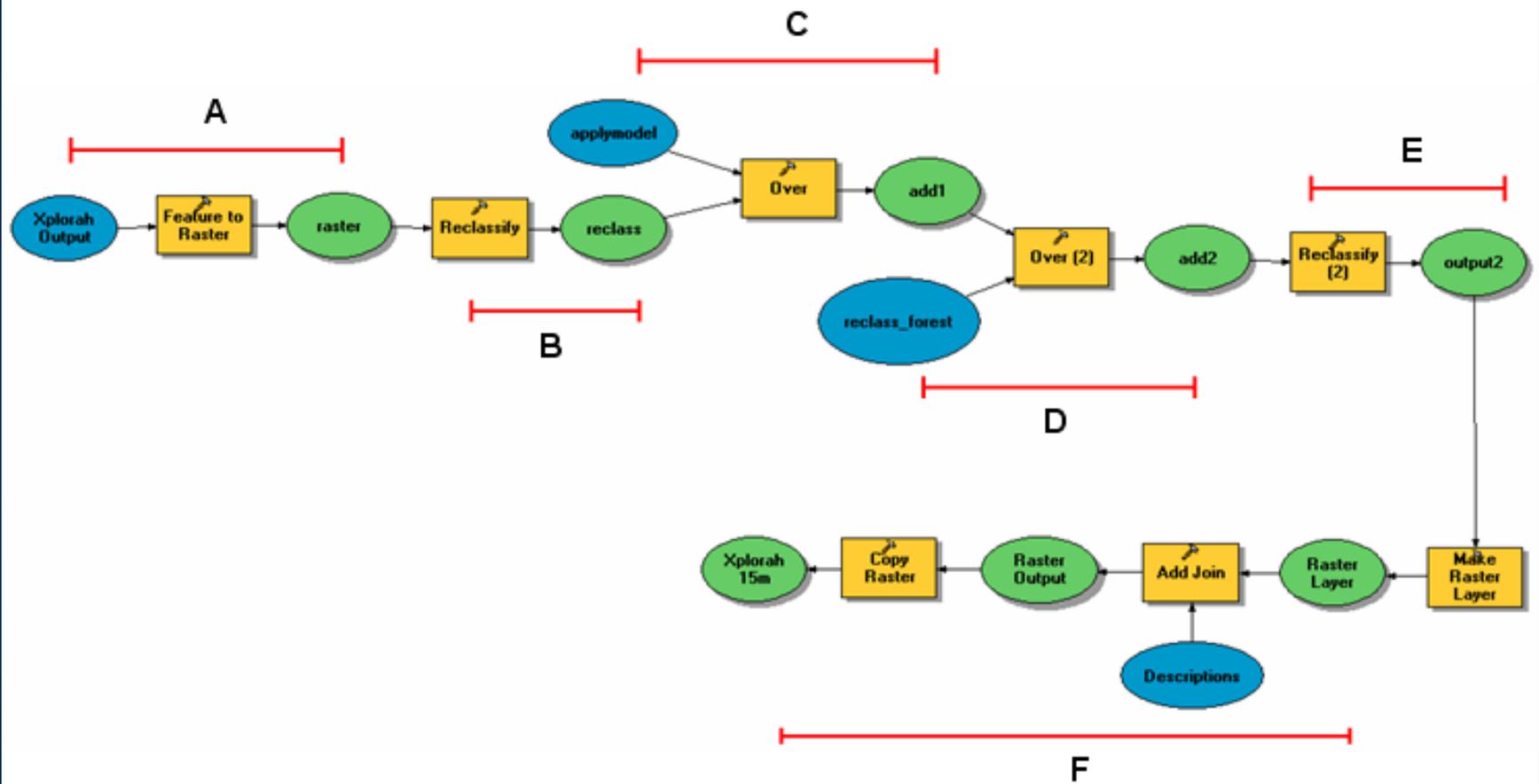
<i>Classification Data</i>		<i>Control Data</i>																	
Class Description	Code	0	1	2	3	4	5	6 & 61	7 & 71	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Row Total
Natural	0	3600	28	5	47	62	13	2	23	0	0	0	0	1	5	24	16	0	3826
Forest	1	125	661	2	7	0	1	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	808
Agriculture	2	31	0	280	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315
Construction	3	42	0	1	1655	59	0	4	16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1779
Mining	4	21	0	0	2	461	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	489
Industrial	5	3	0	8	0	3	1828	22	1	0	0	0	0	0	0	5	19	0	1889
Trade and Services	6 & 61	2	0	18	21	0	25	4301	26	0	0	0	0	0	7	2	21	0	4423
Residential	7 & 71	49	1	3	22	1	0	76	24373	0	0	1	0	14	12	1	41	0	24594
Mangroves and Swamps	9	3	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Sea	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	15
Beach	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	1	0	0	0	0	26
Coral Reefs	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Water Resources	13	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	38
Public and Recreation	14	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	684	0	0	0	691
Utilities	15	1	2	0	0	23	4	2	1	0	0	0	0	2	0	474	2	0	511
Infrastructure	16	22	1	1	10	1	2	10	28	0	0	0	0	0	0	0	4186	0	4261
Rocky Cliffs and Shelves	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Column Total		3917	693	318	1764	610	1873	4430	24483	7	15	19	2	44	708	506	4288	1	43678

Cálculo de error de clasificación

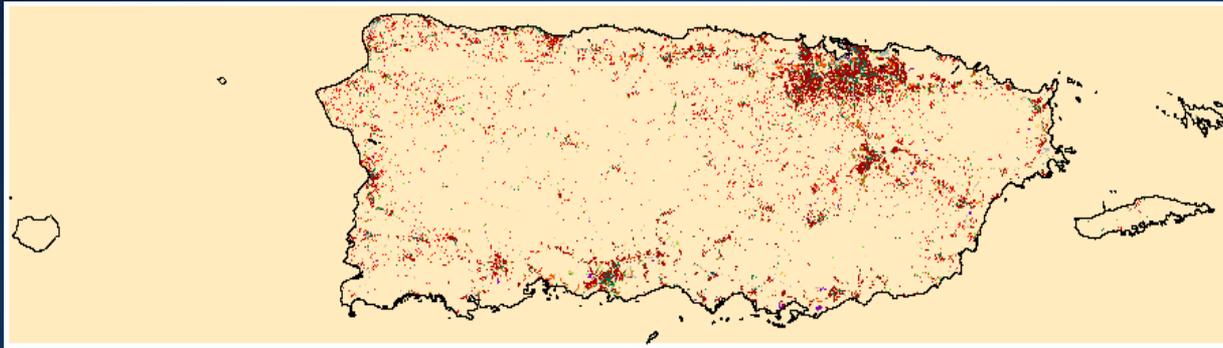
- 97.47% exactitud

Class Description	Code	Producer's Accuracy	User's Accuracy	Kappa
Natural	0	91.91	94.09	0.9351
Forest	1	95.38	81.81	0.8151
Agriculture	2	88.05	88.89	0.8881
Construction	3	93.82	93.03	0.9274
Mining	4	75.57	94.27	0.9419
Industrial	5	97.60	96.77	0.9663
Trade and Services	6 & 61	97.09	97.24	0.9693
Residential	7 & 71	99.55	99.10	0.9796
Mangroves and Swamps	9	100	70.00	0.7000
Sea	10	100	100	1
Beach	11	94.74	69.23	0.6922
Coral Reefs	12	100	100	1
Water Resources	13	59.09	68.42	0.6839
Public and Recreation	14	96.61	98.99	0.9897
Utilities	15	93.68	92.76	0.9267
Infrastructure	16	97.62	98.24	0.9805
Rocky Cliffs and Shelves	17	100	100	1
Overall Accuracy:		97.47		
Kappa:		0.9613		

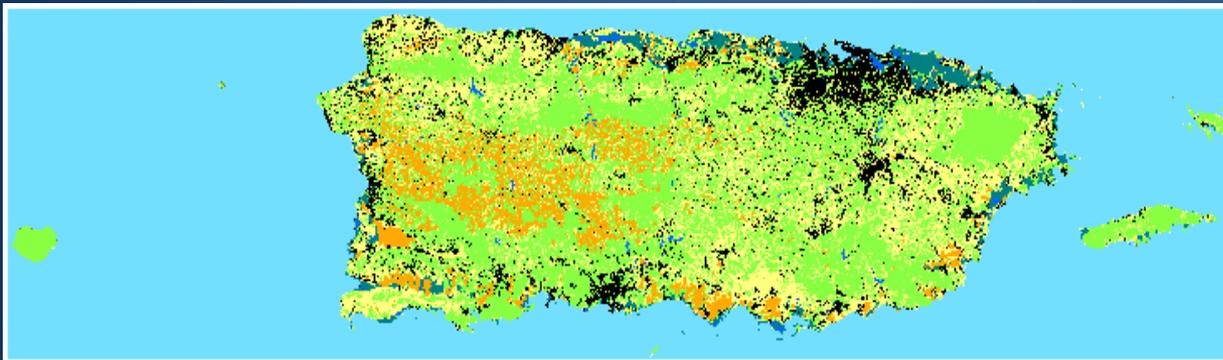
Procesamiento



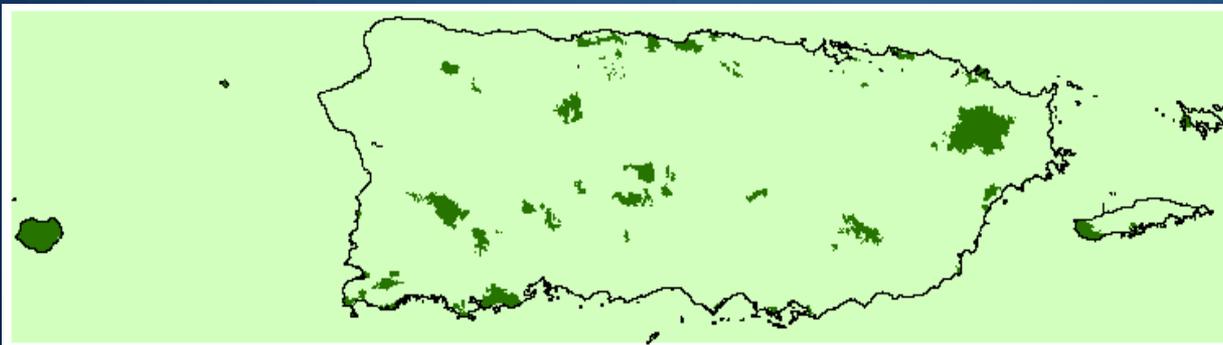
Procesamiento



Interpretación



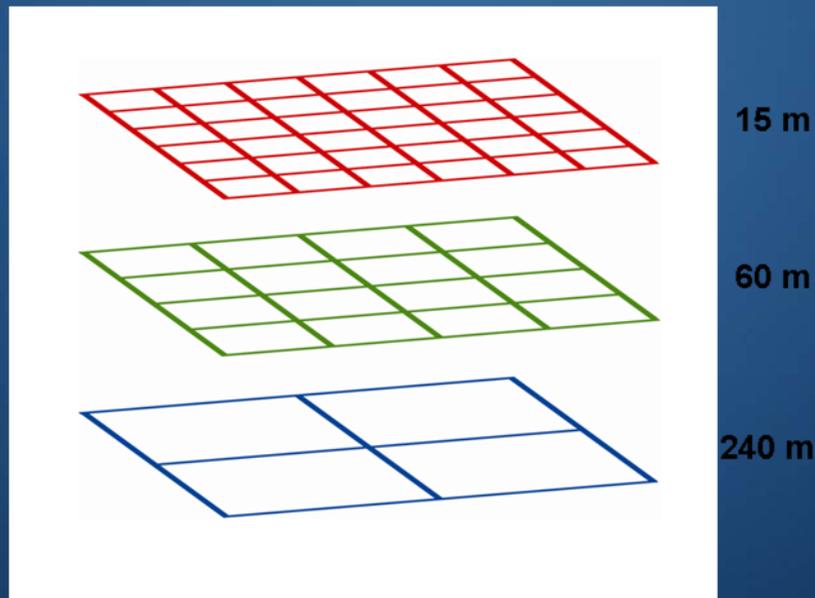
Mapa cobertura de
suelo del IITF



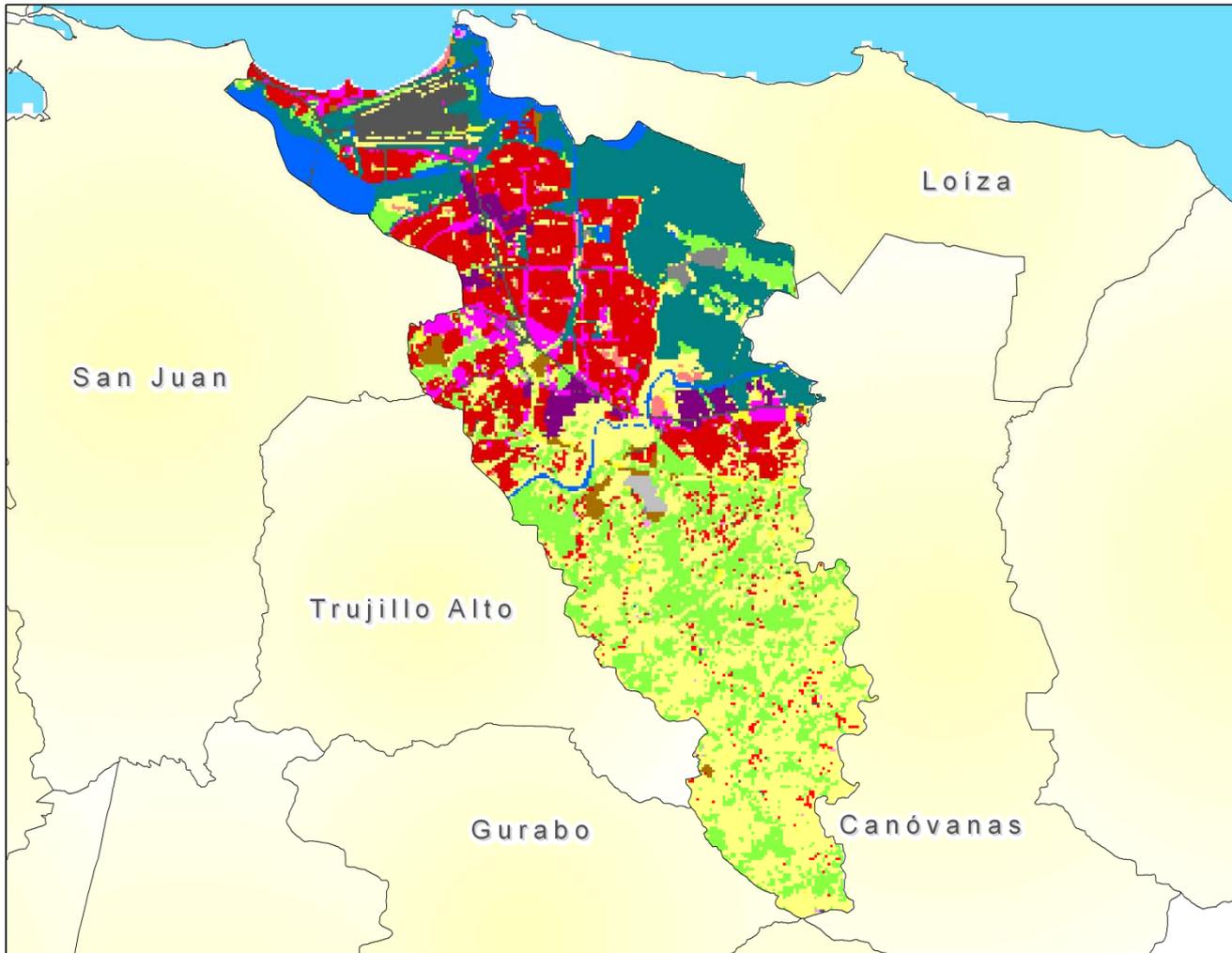
Bosques y
Reservas

Resampling

- SpatAggr (RIKS)
- Preservación de clases poco representadas en el territorio.
- La proporción de cada clase se mantiene antes y después del resampling

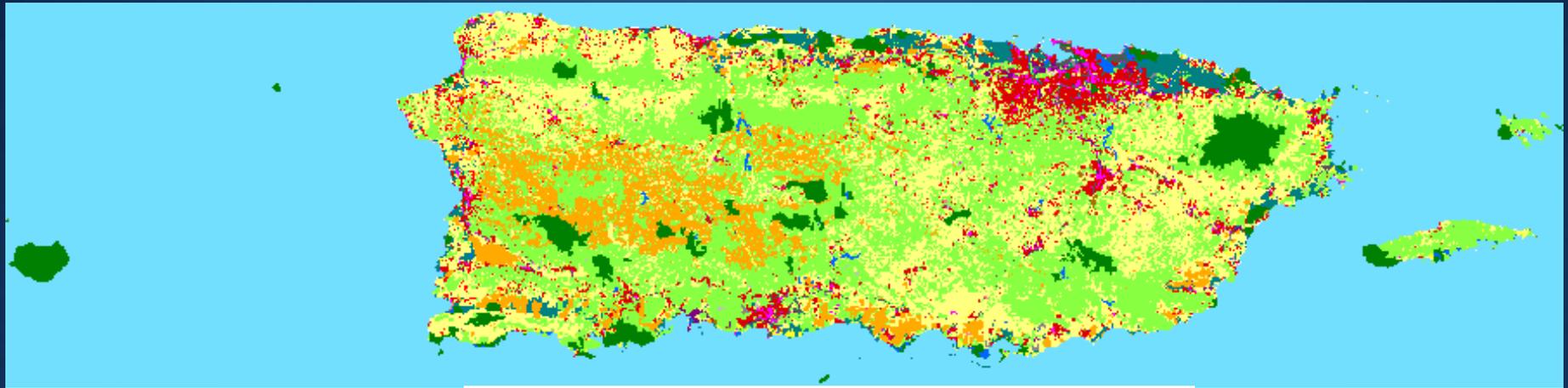


Xplorah Municipio (60 m)

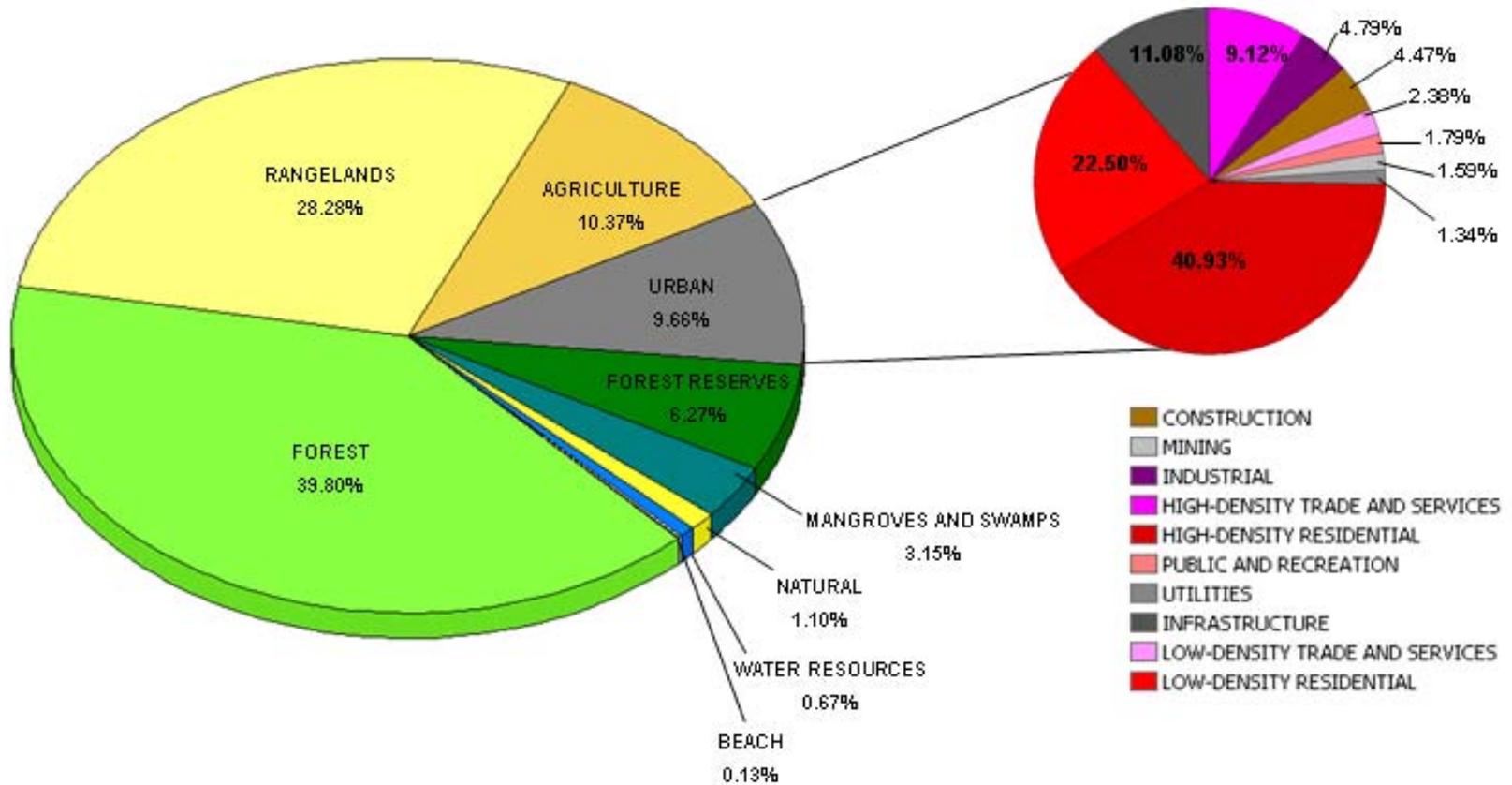


- NATURAL
- FOREST
- AGRICULTURE
- CONSTRUCTION
- MINING
- INDUSTRIAL
- HIGH-DENSITY TRADE AND SERVICES
- HIGH-DENSITY RESIDENTIAL
- FOREST RESERVES
- MANGROVES AND SWAMPS
- SEA
- BEACH
- CORAL REEFS
- WATER RESOURCES
- PUBLIC AND RECREATION
- UTILITIES
- INFRASTRUCTURE
- ROCKY CLIFFS AND SHELVES
- RANGELANDS
- LOW-DENSITY TRADE AND SERVICES
- LOW-DENSITY RESIDENTIAL

Xplorah Isla (240 m)



Distribución del Uso de la Tierra al Año 2003



¿Preguntas?
casttito@gmtgis.com