



# Introducción a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)

José Luis Texcalac Sangrador  
Procesos básicos de medición ambiental



# Contenido de la sesión

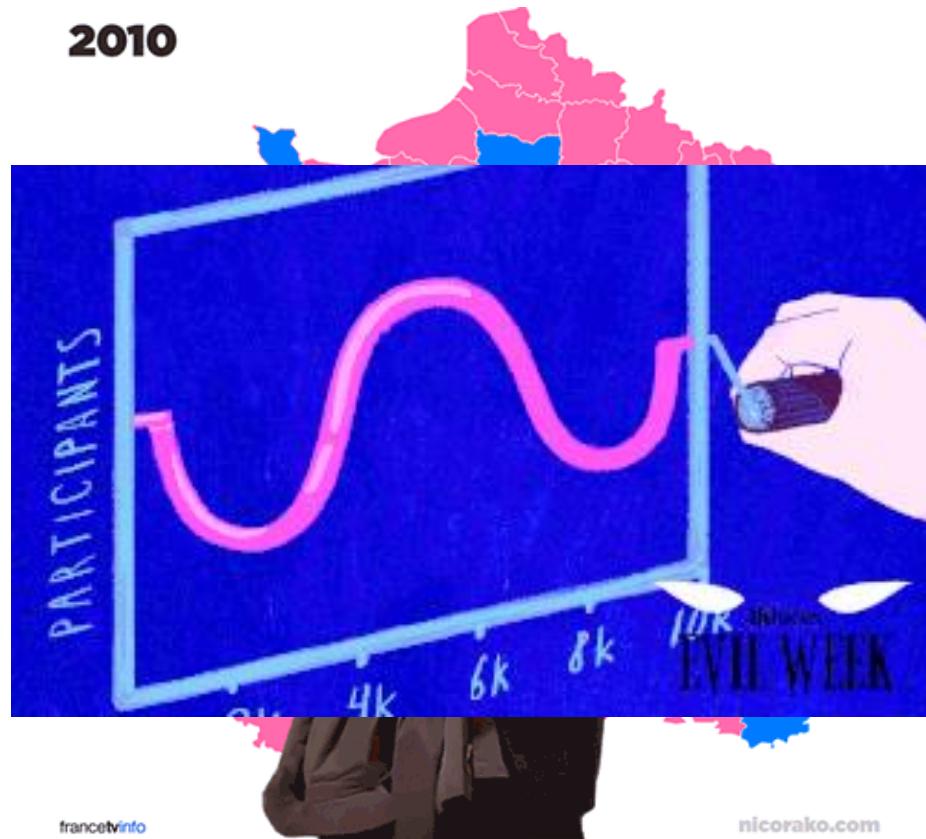
- Introducción
- ¿Qué es un SIG?
- Tipos de datos en un SIG
- Ejemplos de aplicación



# Para empezar

- La Epidemiología ha sido tradicionalmente definida como el estudio de la **distribución** y los determinantes de los estados de salud o los eventos de salud en poblaciones específicas y la aplicación de este estudio al control de los problemas de salud.

M. Szklo. Epidemiología Intermedia, 2005.



francetvinfo

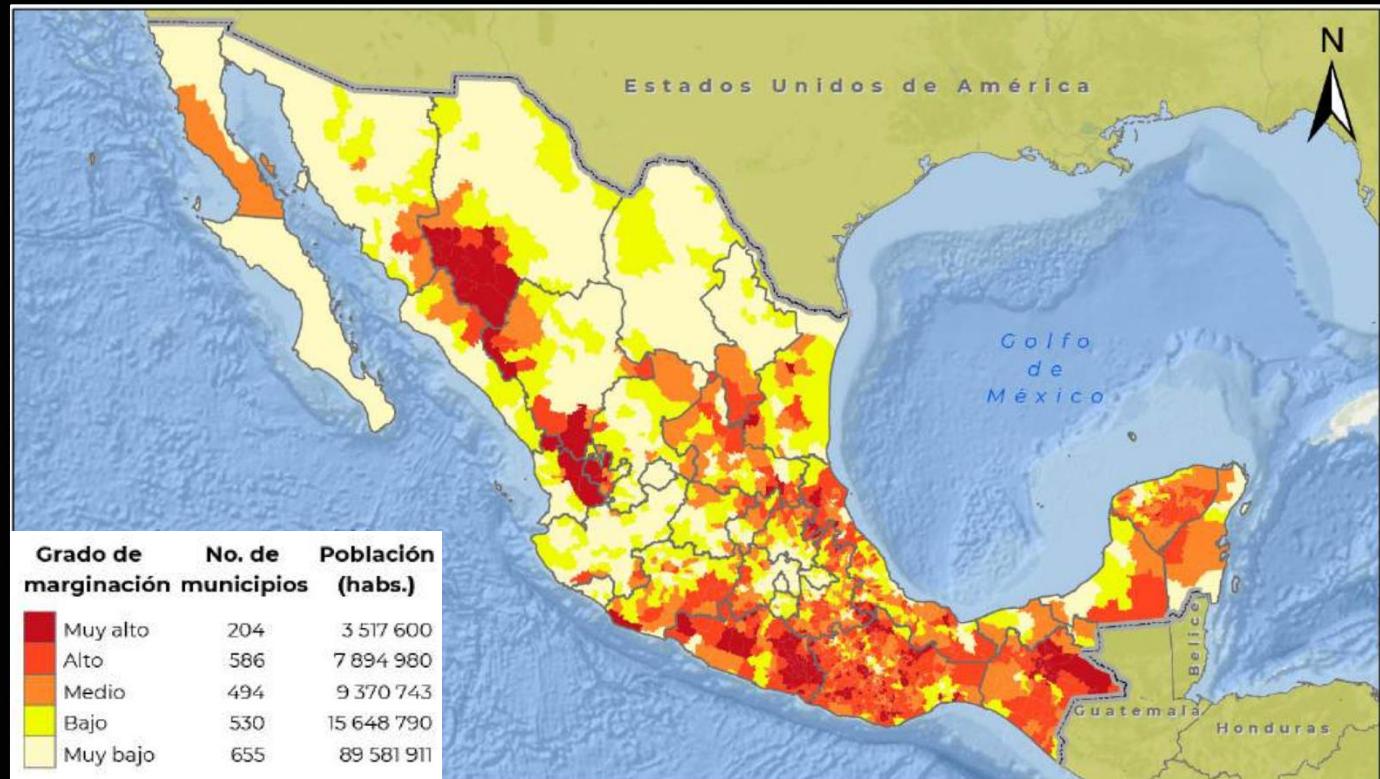
nicorako.com

Clave y Entidad Federativa	Grado de marginación	Índice de marginación	Lugar que ocupa en el contexto nacional	Población total	% Población analfabeta de 15 años o más										% Población en localidades con menos de 5 000 habitantes	% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos
					% Población analfabeta completa de 15 años o más	% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo	% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	% Ocupantes en viviendas sin agua entubada	% Viviendas con algún nivel de hacinamiento	% Ocupantes en viviendas con piso de tierra						
Nacional				97,483,412	9.46	28.46	9.90	4.79	11.23	45.94	14.79	30.97	50.99			
07 Chiapas	Muy alto	2.25073	1	3,920,892	22.94	50.31	19.33	12.01	24.99	65.03	40.90	61.21	75.89			
12 Guerrero	Muy alto	2.11781	2	3,079,649	21.57	41.92	35.29	11.04	29.54	59.67	39.97	53.44	66.16			
20 Oaxaca	Muy alto	2.07869	3	3,438,765	21.49	45.53	18.07	12.54	26.95	59.45	41.60	64.01	71.93			
30 Veracruz- Llave	Muy alto	1.27756	4	6,908,975	14.87	39.17	10.21	11.11	29.47	51.50	29.29	48.50	68.64			
13 Hidalgo	Muy alto	0.87701	5	2,235,591	14.92	34.09	17.19	7.66	15.25	49.69	19.02	58.52	65.27			
24 San Luis Potosí	Alto	0.72114	6	2,299,360	11.29	34.10	11.43	11.54	20.92	43.85	23.70	44.64	58.82			
21 Puebla	Alto	0.72048	7	5,076,686	14.61	35.20	11.89	4.75	16.26	54.73	24.09	41.49	63.90			
04 Campeche	Alto	0.70170	8	690,689	11.81	34.22	17.27	8.79	14.61	56.63	14.92	34.51	64.12			
27 Tabasco	Alto	0.65540	9	1,891,829	9.73	32.27	8.58	5.85	26.49	54.52	13.47	56.10	62.29			
16 Michoacán de Ocampo	Alto	0.44913	10	3,985,667	13.90	40.19	11.40	4.41	10.87	46.04	19.90	43.09	57.29			
31 Yucatán	Alto	0.38133	11	1,658,210	12.30	36.94	24.01	4.12	5.69	52.52	5.62	28.82	67.57			
32 Zacatecas	Alto	0.29837	12	1,353,610	7.97	37.50	19.68	4.03	11.05	42.68	9.12	55.13	58.91			
11 Guanajuato	Alto	0.07966	13	4,663,032	11.99	35.75	16.10	3.19	6.86	47.10	10.93	37.39	47.29			
18 Nayarit	Alto	0.05813	14	920,185	9.05	31.97	9.52	4.75	9.53	44.14	13.25	43.68	56.25			
25 Sinaloa	Medio	-0.09957	15	2,536,844	7.96	30.06	10.62	3.35	7.22	47.52	14.53	39.17	48.63			
22 Querétaro de Arteaga	Medio	-0.10726	16	1,404,306	9.80	26.14	16.37	5.76	6.58	43.74	10.06	42.14	41.72			
10 Durango	Medio	-0.11390	17	1,448,661	5.41	28.75	13.67	6.57	7.00	40.30	13.73	42.12	50.12			
29 Tlaxcala	Medio	-0.18493	18	962,646	7.80	23.42	8.43	2.05	2.48	54.61	8.98	36.88	63.38			
17 Morelos	Medio	-0.35571	19	1,555,296	9.25	25.76	7.17	1.40	7.30	44.26	14.80	23.93	54.28			
23 Quintana Roo	Medio	-0.35917	20	874,963	7.52	25.18	9.23	4.36	5.34	53.01	11.37	21.19	40.37			
15 México	Bajo	-0.60460	21	13,096,686	6.40	20.84	8.14	1.80	6.23	47.65	7.19	19.38	49.41			
06 Colima	Bajo	-0.68709	22	542,627	7.16	27.20	2.56	1.96	2.18	40.90	12.53	18.20	48.00			
28 Tamaulipas	Bajo	-0.69053	23	2,753,222	5.13	23.35	2.65	4.97	5.01	42.36	8.95	16.89	46.72			
26 Sonora	Bajo	-0.75590	24	2,218,969	4.40	22.40	4.19	3.23	3.47	42.18	13.18	21.25	40.95			
14 Jalisco	Bajo	-0.76076	25	6,322,002	6.45	26.71	4.93	2.14	6.78	38.46	7.36	19.40	40.93			
08 Chihuahua	Bajo	-0.78007	26	3,052,907	4.79	23.30	5.30	6.27	5.88	36.53	6.96	19.64	37.67			
03 Baja California Sur	Bajo	-0.80173	27	424,041	4.21	20.98	3.71	4.62	6.32	38.80	10.42	25.41	35.82			
01 Aguascalientes	Bajo	-0.97340	28	944,285	4.84	23.03	3.38	1.78	1.30	37.82	3.57	24.54	42.23			
05 Coahuila de Zaragoza	Muy bajo	-1.20202	29	2,298,070	3.87	18.79	3.42	1.42	2.18	37.74	4.55	13.37	34.68			
02 Baja California	Muy bajo	-1.26849	30	2,487,367	3.53	19.59	1.95	2.33	6.83	36.58	4.59	11.62	22.22			
19 Nuevo León	Muy bajo	-1.39258	31	3,834,141	3.32	16.49	1.59	1.04	3.62	36.97	3.30	7.57	28.93			
09 Distrito Federal	Muy bajo	-1.52944	32	8,605,239	2.91	12.16	0.44	0.17	1.47	34.82	1.34	0.32	42.43			

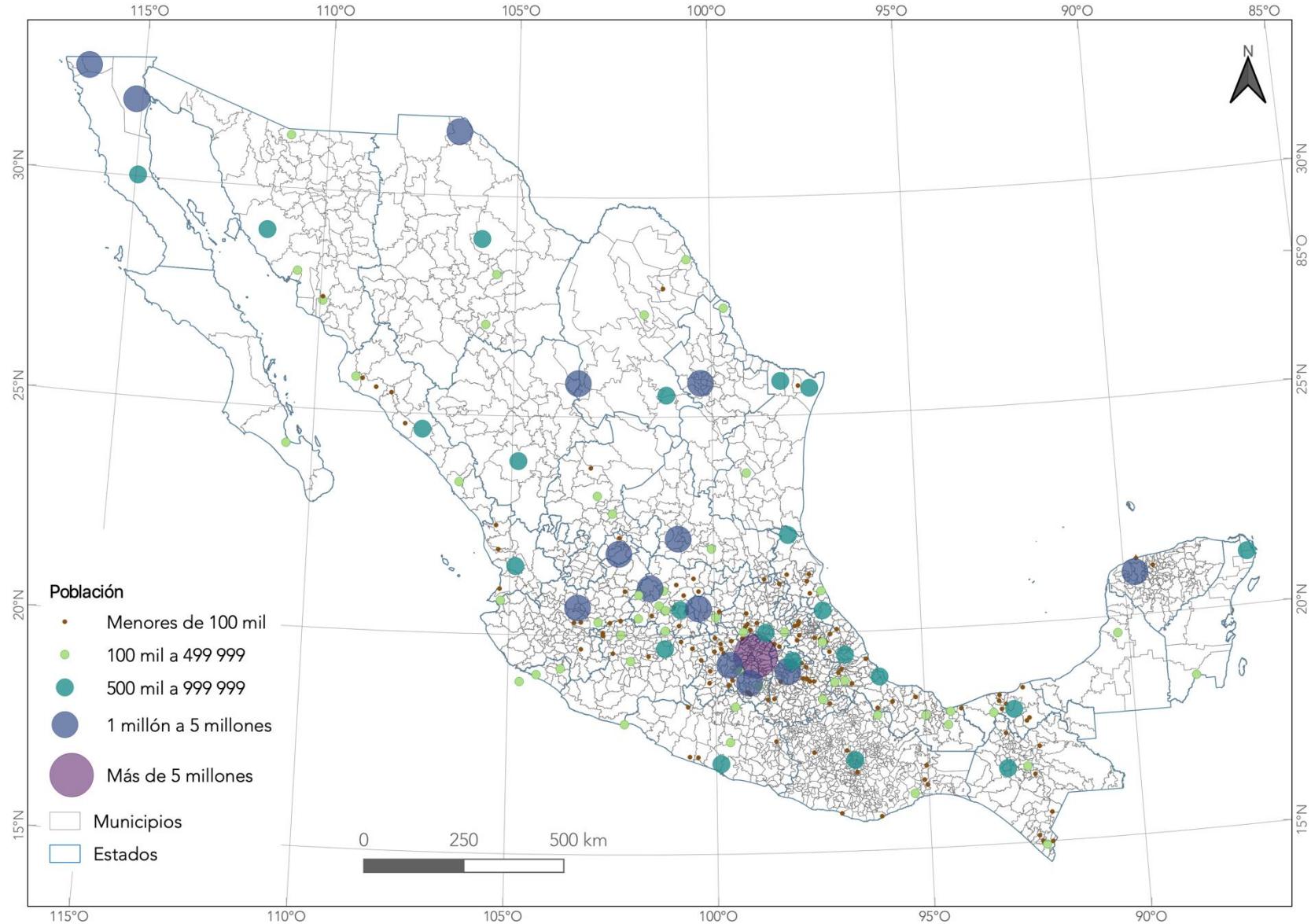
Fuente: Estimaciones de CONAPO con base en INEGI, XII Censo General de Población y Vivienda 2000.

Datos en un  
sistema típico de  
información





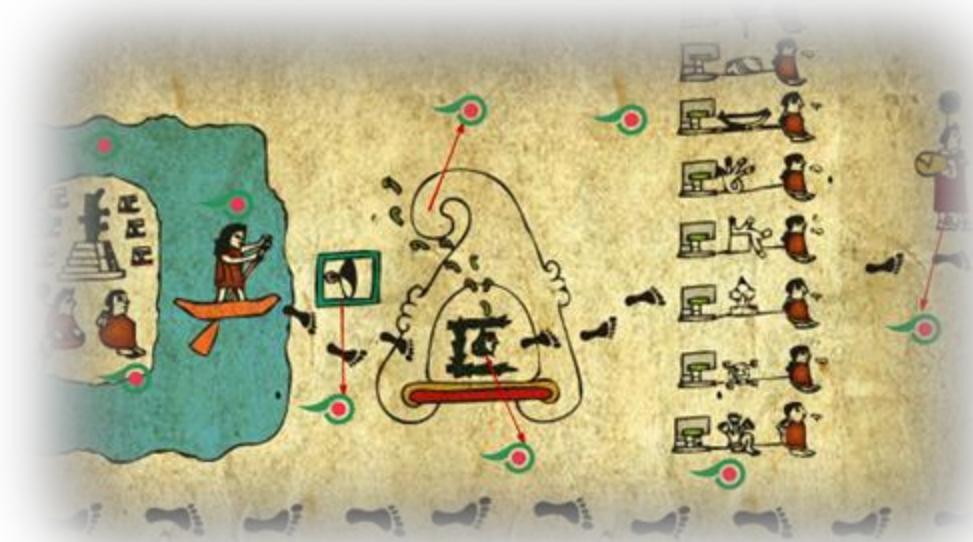
Visualización de información estadística y temática en un contexto espacial





# Y todo comenzó...

- Hablar de la historia de los SIG es hablar del desarrollo de civilizaciones, tecnologías, herramientas y disciplinas que sin ellas no tendríamos los sistemas que conocemos hoy en día
- Tres disciplinas han sido fundamentales para originar los SIG a como los conocemos hoy en día.
  - **Geodesia:** Se encarga de la forma y dimensiones terrestres
  - **Cartografía:** Se ocupa de la representación terrestre y su transformación a un plano
  - **Geografía:** Estudia la distribución espacial de las actividades humanas y su relación con el mundo físico





# El inicio de la geografía médica...



John Snow (1813-1858)

- Una figura legendaria en la historia de la salud pública, la geografía médica, la epidemiología y la anestesiología
- Analizó y resolvió el problema de la epidemia de cólera en Londres durante 1854



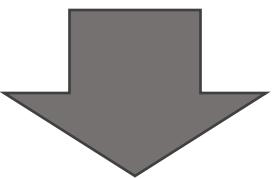
# ¿Qué hizo el Dr. Snow?

- Observó 89 muertes en la semana del 28 de agosto al 2 de septiembre de 1854
- Mapea las muertes casa por casa
- Sólo 5 en el edificio de asistencia social “Work House” donde vivían más de 500 personas
- El resto en las tres calles que la rodeaban donde habitaban 412 personas
- Busca un denominador común en el área de afectación
- Piensa que debe existir una relación espacial entre la causa y el efecto.





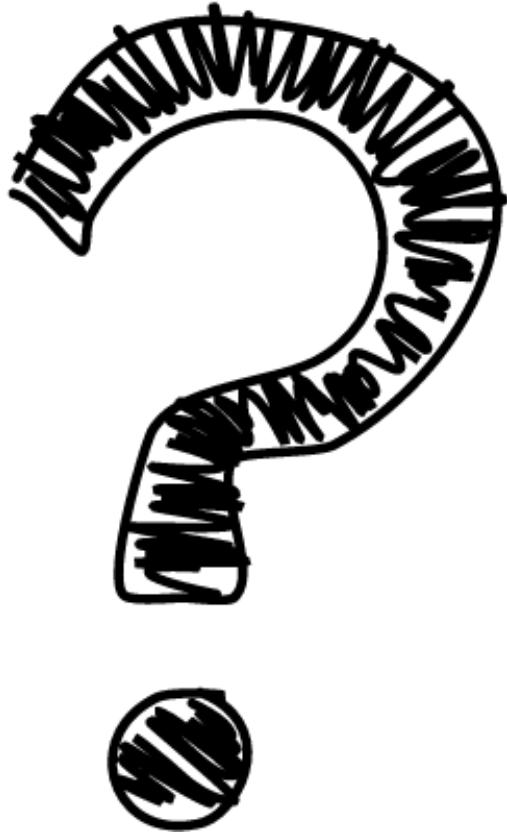
Todas las muertes ocurren en un radio de 250 yardas de una toma de agua



La toma de agua es cerrada y en tres días se detiene la epidemia



# S I G



El concepto de Sistema de Información Geográfico (SIG) ha cambiado considerablemente a lo largo de su historia.

**Burrough y McDonell (1997)**

"Un conjunto de herramientas para reunir, introducir, almacenar, recuperar, transformar, y cartografiar datos espaciales sobre el mundo real para un conjunto particular de objetos".

**ESRI:**

"Un sistema que crea, administra, analiza y representa cartográficamente todo tipo de datos. Ayuda a los usuarios a comprender los patrones, las relaciones y el contexto geográfico.".

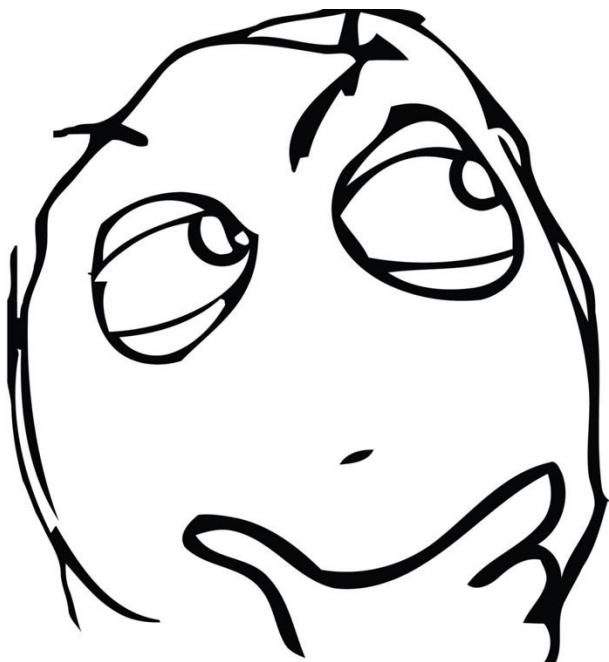
Un SIG es una herramienta de análisis espacial que coadyuva a resolver problemas a través de modelos, permite identificar patrones y a entender eventos y las causas de los fenómenos que estudiamos.

De manera informal podemos decir que es el arte de expresar, entender y explicar de la forma más abstracta posible la realidad.

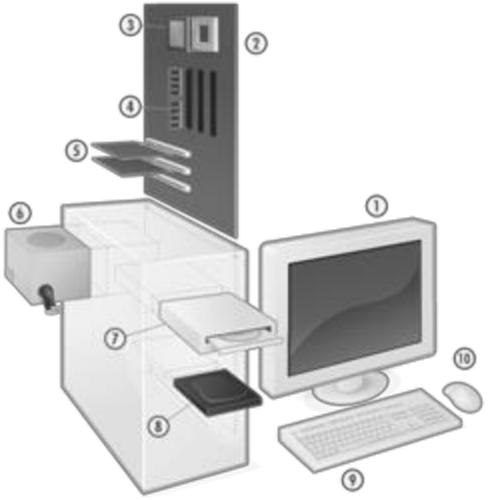




# ¿A qué nos llevan las definiciones?

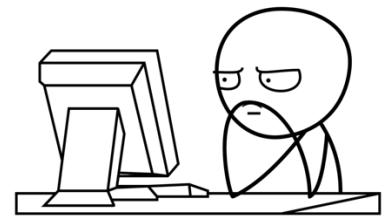


- Busca responder preguntas, por ejemplo:
- ¿Cuál es la distribución espacial de un evento?
- ¿Por qué un evento se da en cierto espacio y no en otro?
- ¿Cuáles son los factores que desencadenan un evento y cuál es su distribución?
- ¿Existe un patrón espacial o es un fenómeno azaroso?
- ¿Es posible modelar los eventos de interés?



Hardware

Personal  
especializado  
(métodos)

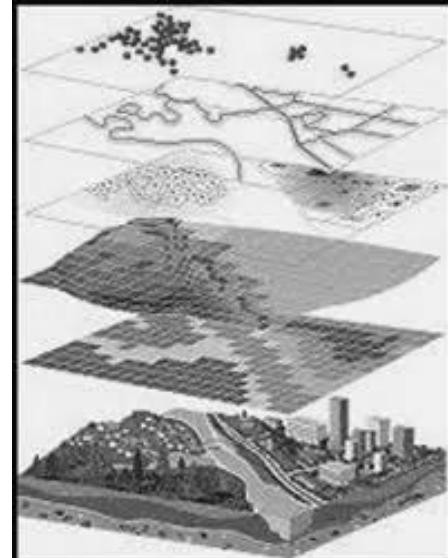


## Componentes esenciales de un SIG

Software



Información  
estadística y  
espacial





Muy importante el  
identificar qué...  
Un SIG no es

- ✗ Comprar un software
- ✗ Google Earth o Google Maps
- ✗ Tomar coordenadas con GPS y adquirir mapas
- ✗ Un programa para hacer mapas

La función de un SIG y un especialista en la materia...

No es hacer mapas

# Tipos de información y visualización en un SIG

- **Proceso de abstracción** para pasar de la complejidad del “mundo real” a capas temáticas de información geográfica.
- Los modelos de datos predominantes son:
  - **Vectoriales**: La complejidad de la realidad se reduce a puntos, líneas o polígonos.
  - **Raster**: Matriz de celdas (píxeles) organizadas en filas y columnas (cuadrícula), cada celda contiene un valor que representa información.



Vectorial

Polígonos

Líneas

Puntos





# Retomemos...

## ¿Qué hizo John Snow?

Mapeo de “polígonos” y “puntos”

Distribución espacial de casos

Ubicación de fuentes

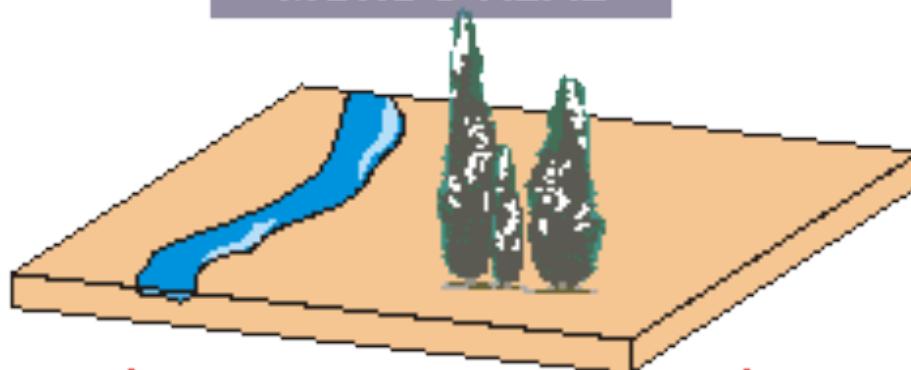
¡ Modelando el “Mundo REAL” !

¡ Análisis espacial !

Este tipo de análisis es conocido hoy en día  
como “*point pattern analysis*” y es  
ampliamente utilizado en epidemiología



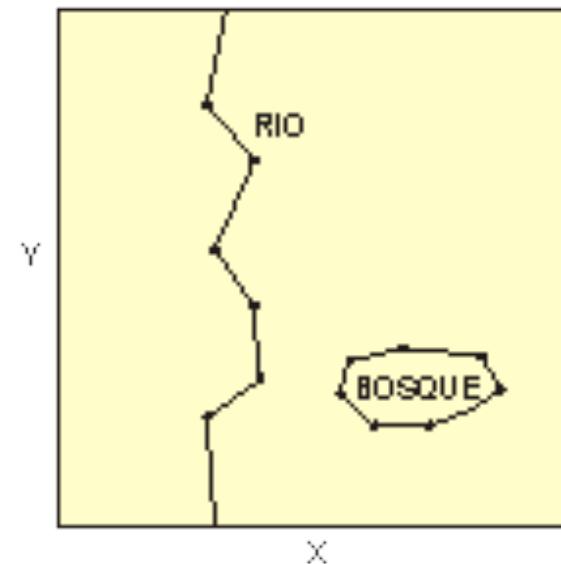
## MUNDO REAL



**Modelo de datos  
RASTER**

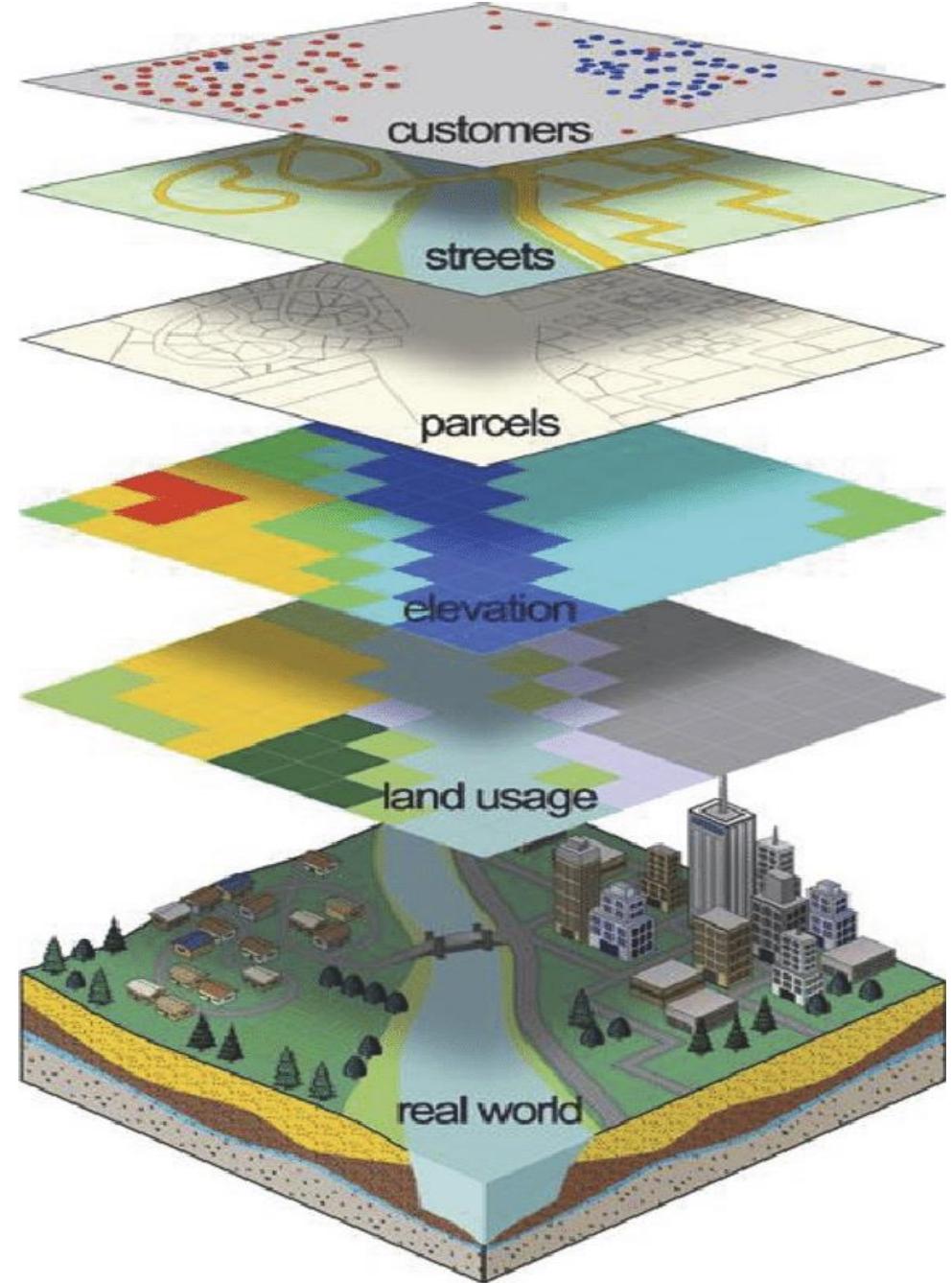
1				
1				
	1			
	1			
	1			
	1			
	1			
	1			
	1	2		
	1	2	2	2
	1	2	2	2
	1			

**Modelo de datos  
VECTORIAL**



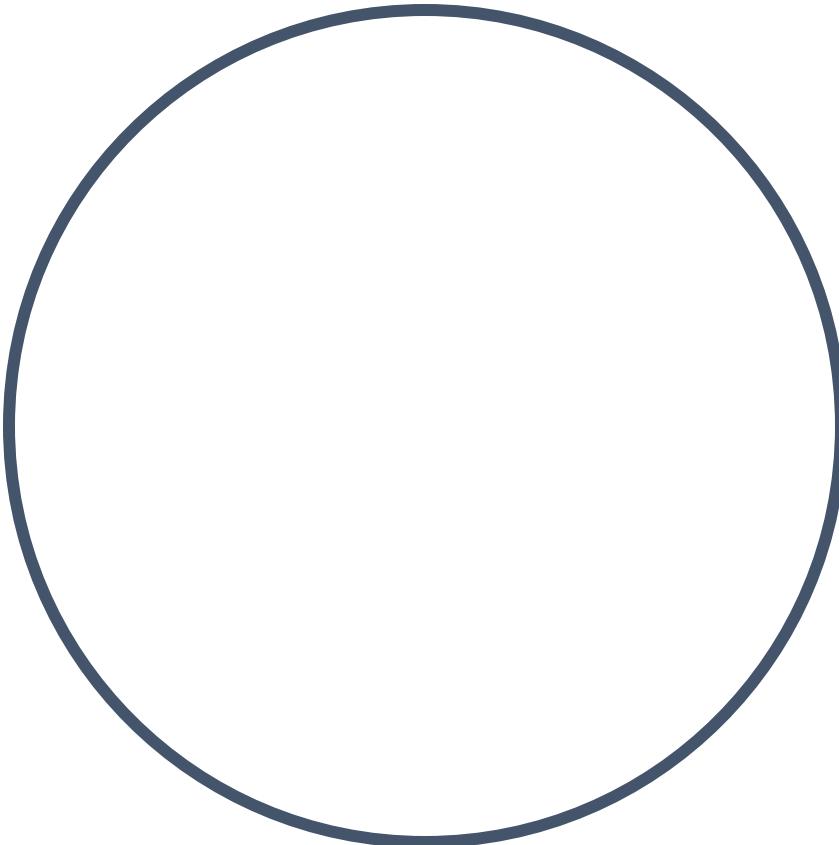


# Información organizada en capas





Puntos



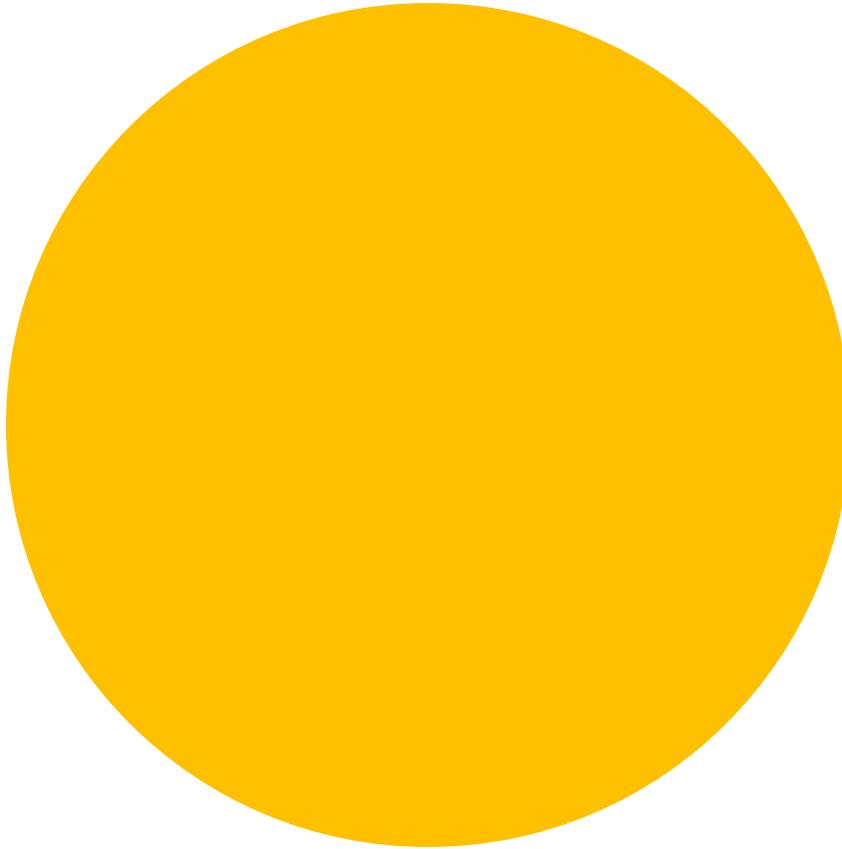
Sobreponer  
Polígono de capas



Líneas



Puntos



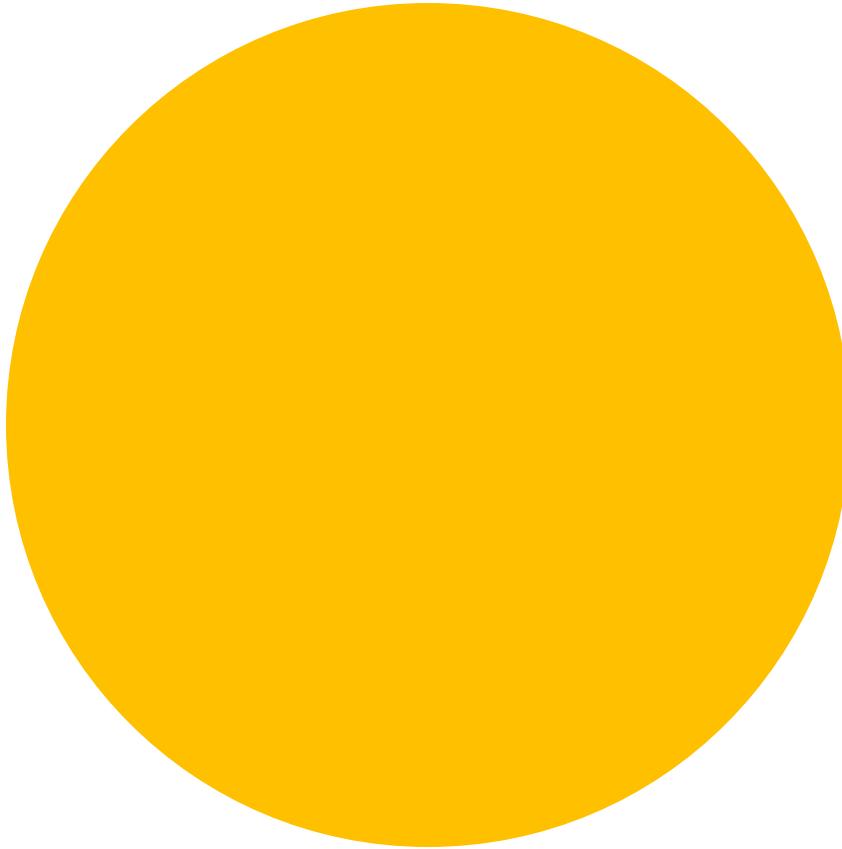
Sobreponer  
Polígono de capas



Líneas



Puntos



Sobreponer  
Polígono de capas



Líneas



- ▼  Municipios
  -  02mun.cpg
  -  02mun.dbf
  -  02mun.prj
  -  02mun.shp
  -  02mun.shx

# Shapefile

Un shapefile se compone de varios Archivos.

**Los mínimo son tres:**

- El .shp** Almacena las entidades geométricas.
- El .shx** Almacena el índice de las entidades geométricas.
- El .dbf** Es la base de datos, en formato dBASE

También pueden tener un .prj, .sbn, .sbx, .fbn, .fbx .ain, .aih, .shp.xml.



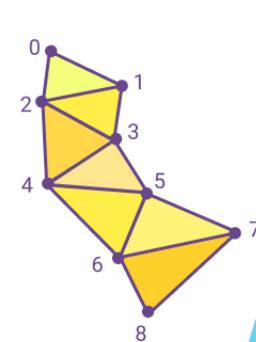
## TIPO DE DATOS QUE ALMACENA.

Punto  


Línea  


Polígono  


MultiPach



MultiPunto



Es el formato más extendido y popular entre la comunidad GIS.

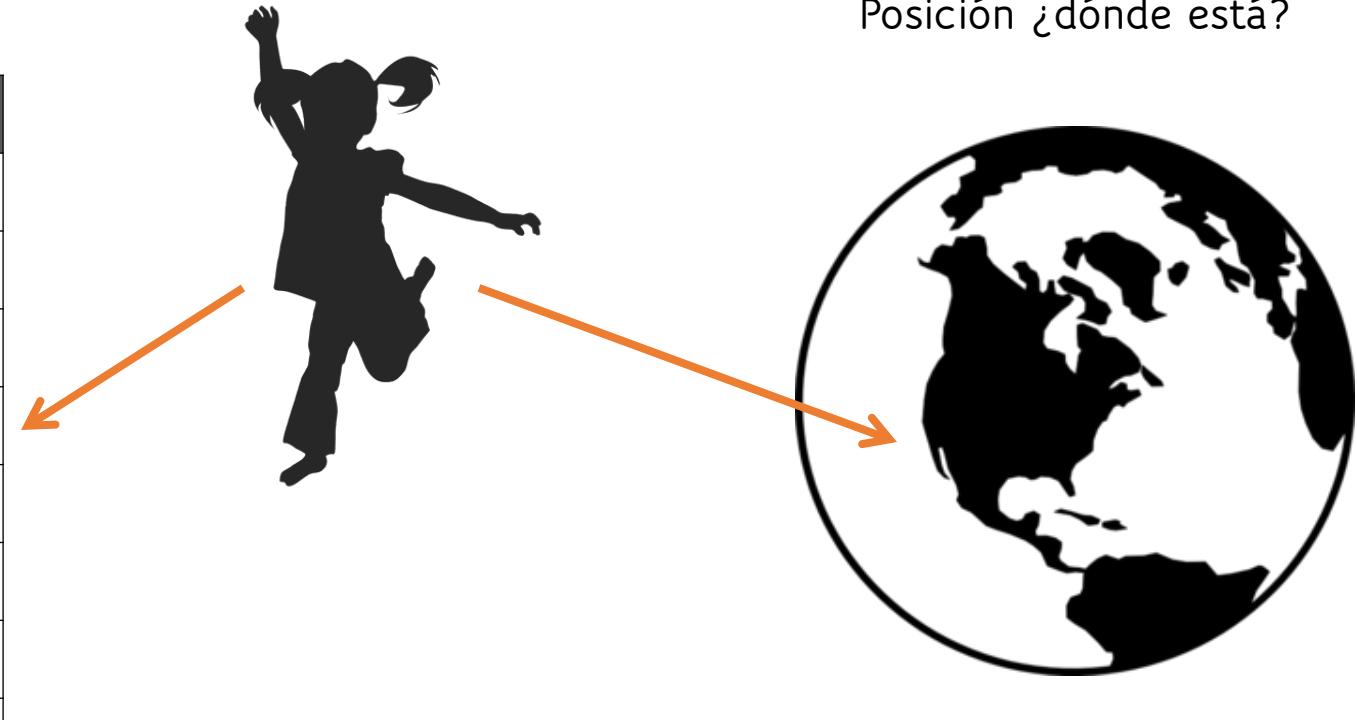


# ¿Diferencia entre un SIG y otros sistemas de información?

Atributos ¿qué es?

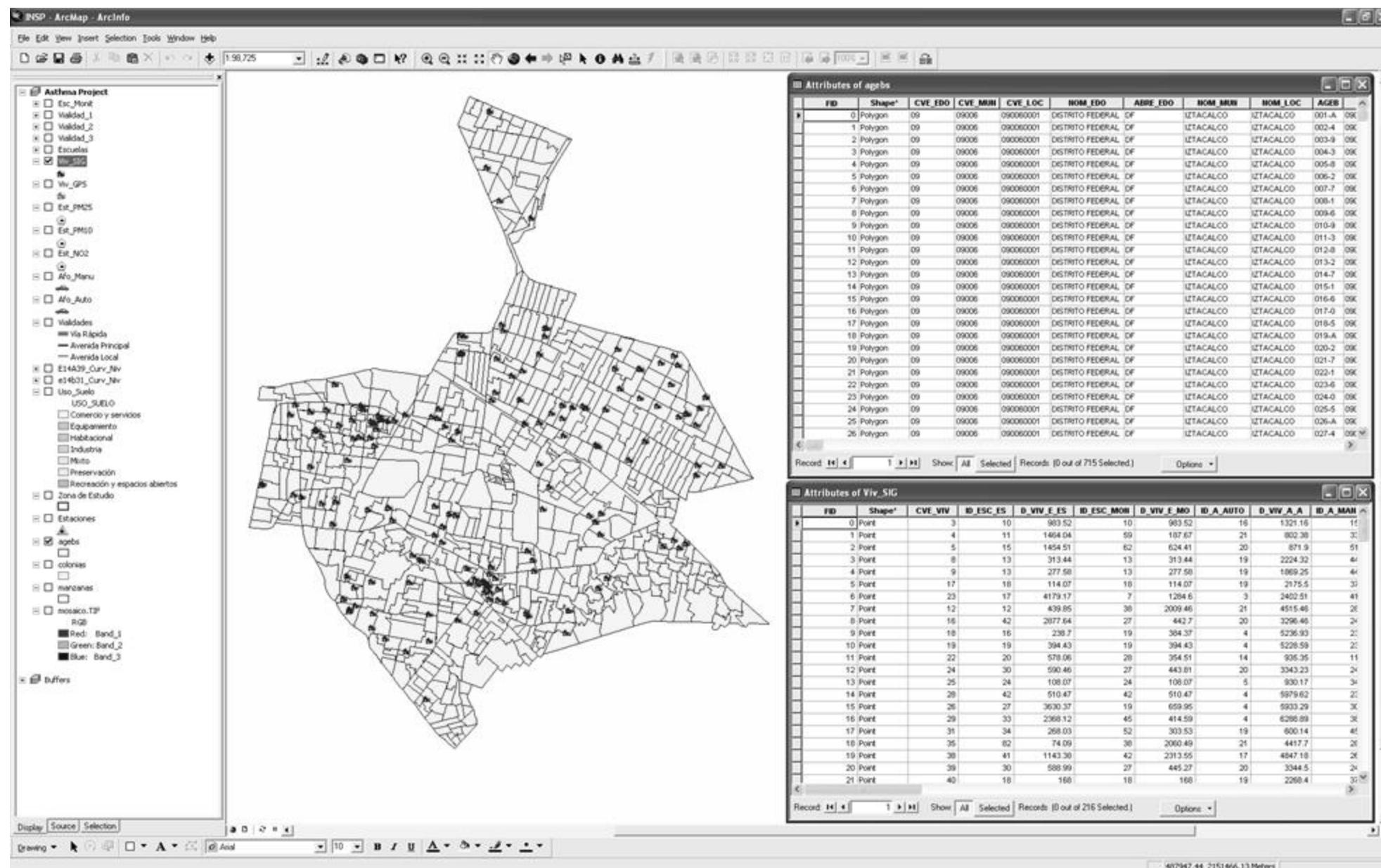
folio	edo	mun	nom_mun	sexo	edad
090003	02	001	Ensenada	Mujer	17
090004	02	002	Mexicali	Mujer	15
090011	02	004	Tijuana	Hombre	12
090014	02	001	Ensenada	Mujer	11
090017	02	002	Mexicali	Mujer	12
090018	02	004	Tijuana	Mujer	14
090020	02	001	Ensenada	Hombre	15
090023	02	002	Mexicali	Mujer	16
090025	02	004	Tijuana	Hombre	16

Posición ¿dónde está?



51°N, 112°W

## Datos en un SIG: Localización y atributos





# Básico e importante a considerar

## Resolución

Razón media de las distancias representadas en un mapa a su dimensión sobre la superficie de la tierra

## Escala

Capacidad para distinguir objetos individuales en un mapa.

## Proyección

Métodos para representar características de la superficie de la tierra sobre un plano



# Resolución

320 m



320 m

Imagery of Harbor Town in Hilton Head, SC, at Various Nominal Spatial Resolutions



a.  $0.5 \times 0.5$  m.



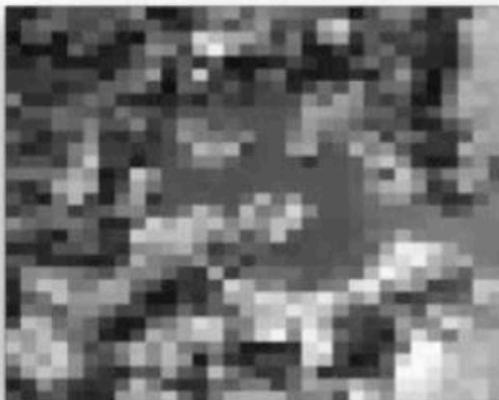
b.  $1 \times 1$  m.



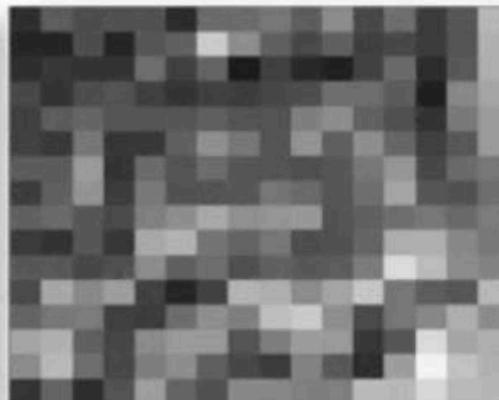
c.  $2.5 \times 2.5$  m.



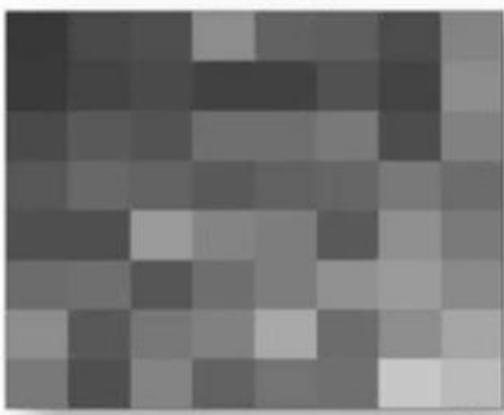
d.  $5 \times 5$  m.



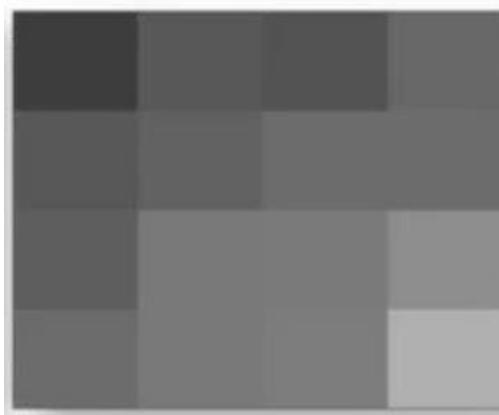
e.  $10 \times 10$  m.



f.  $20 \times 20$  m.

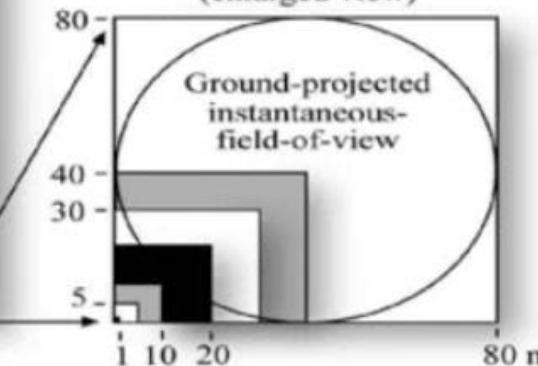


g.  $40 \times 40$  m.



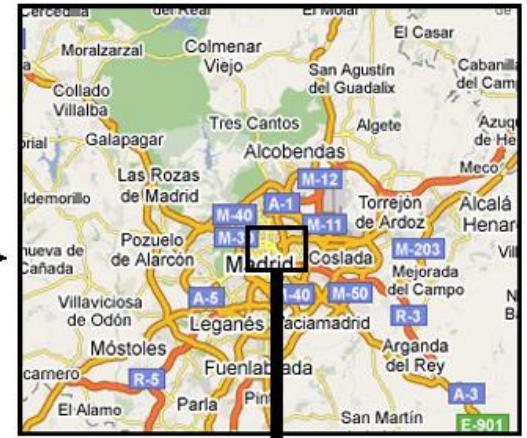
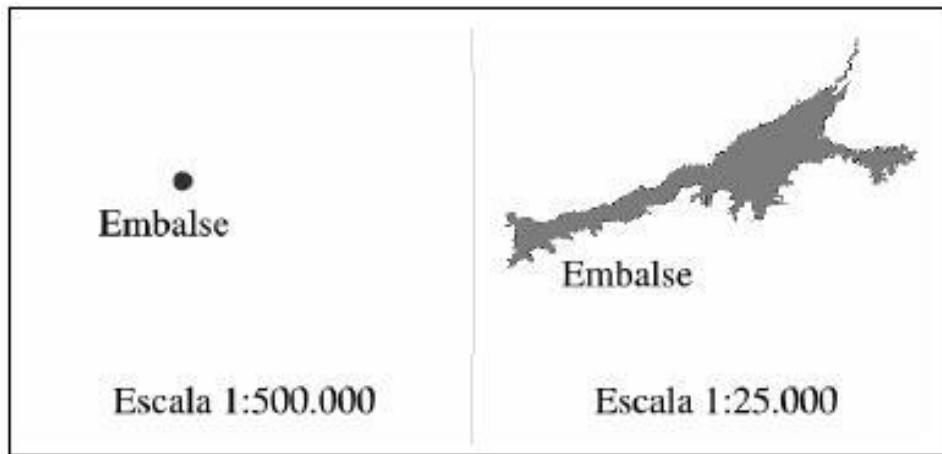
h.  $80 \times 80$  m.

Nominal Spatial Resolution  
(enlarged view)





# Escala

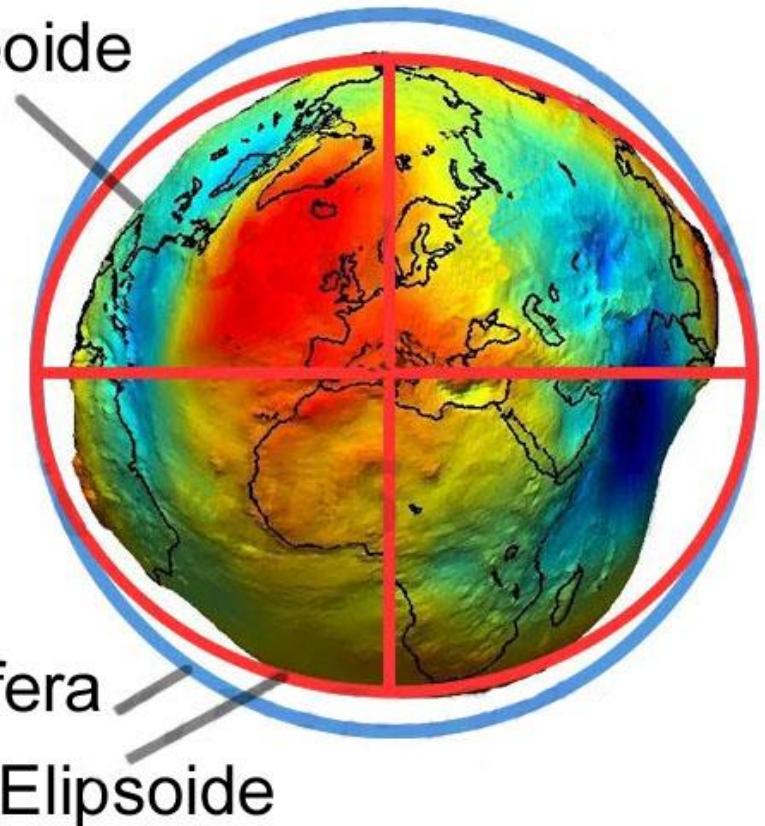




# Proyección



Geoide



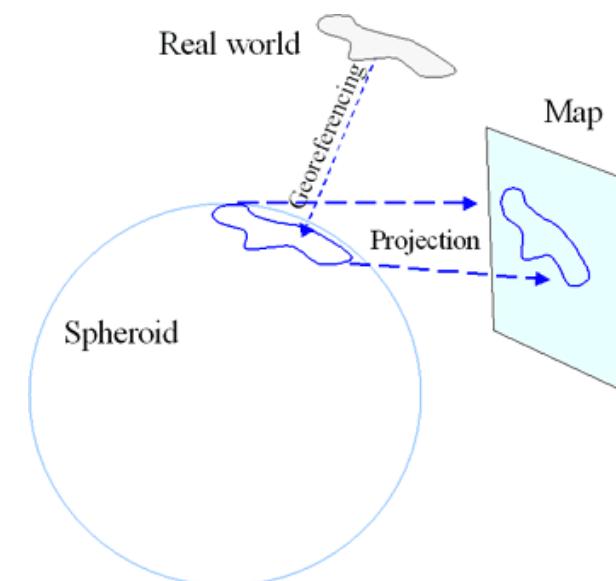
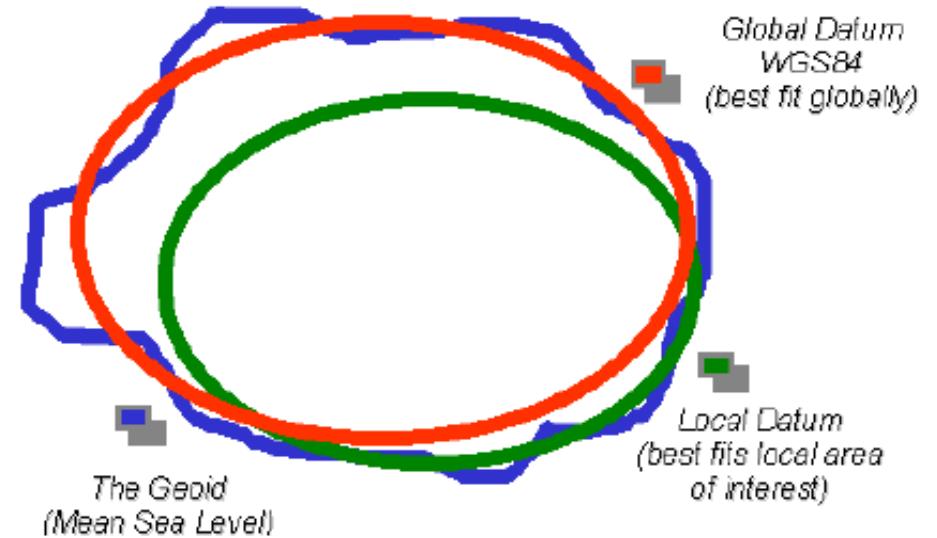
Esfera

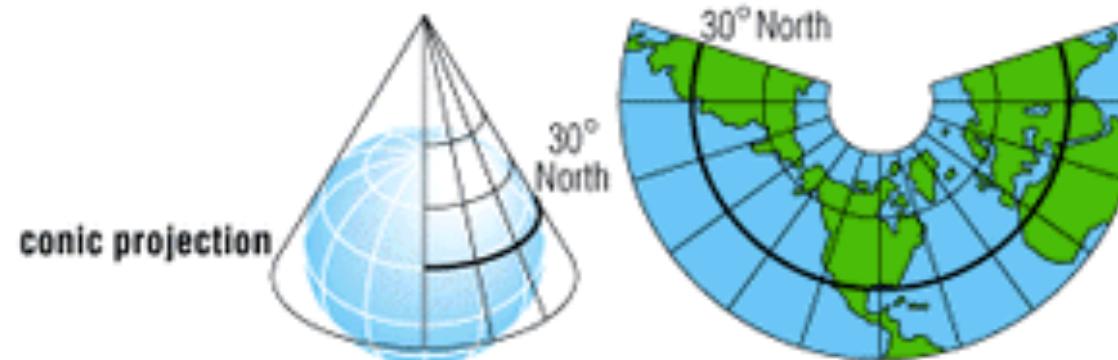
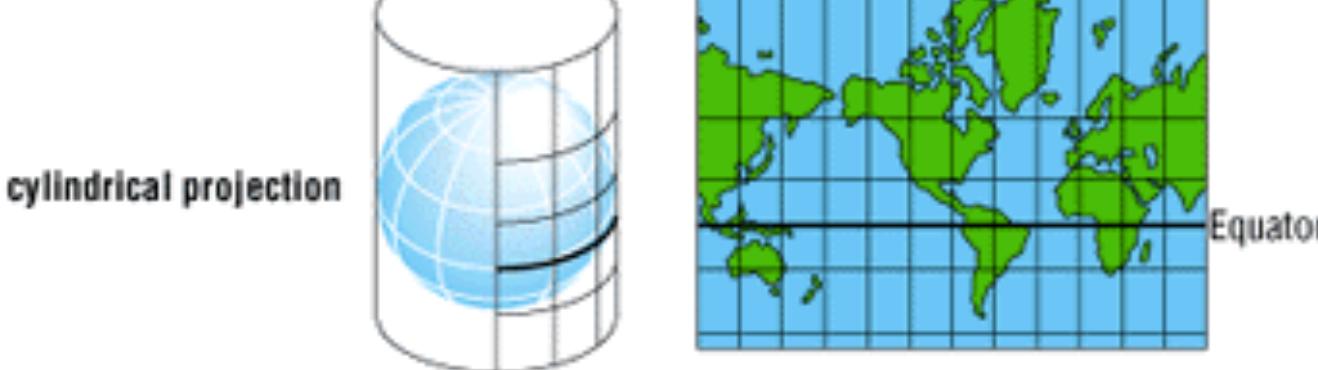
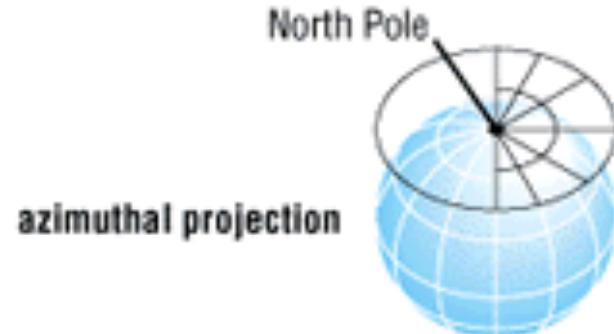
Elipsoide



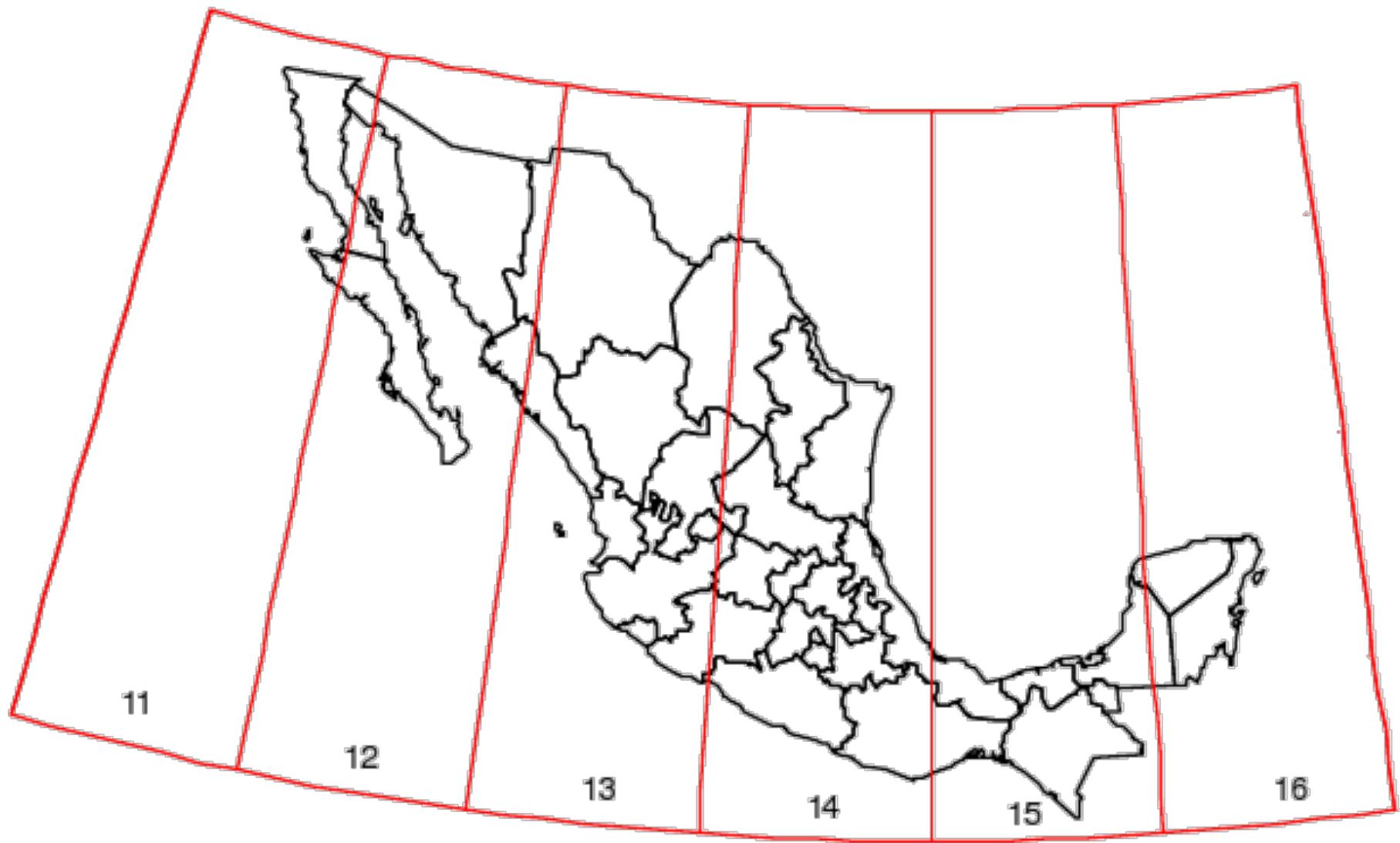
# Proyecciones

- Los mapas no son un dibujo
- La única forma de representar la superficie terrestre sin distorsiones es un globo terráqueo
- Los mapas son representaciones planas y del proceso de transformación de coordenadas esféricas tridimensionales a un plano bidimensional se denomina proyección geográfica.





Toda la información en un  
proyecto debe ser consistente en  
la proyección

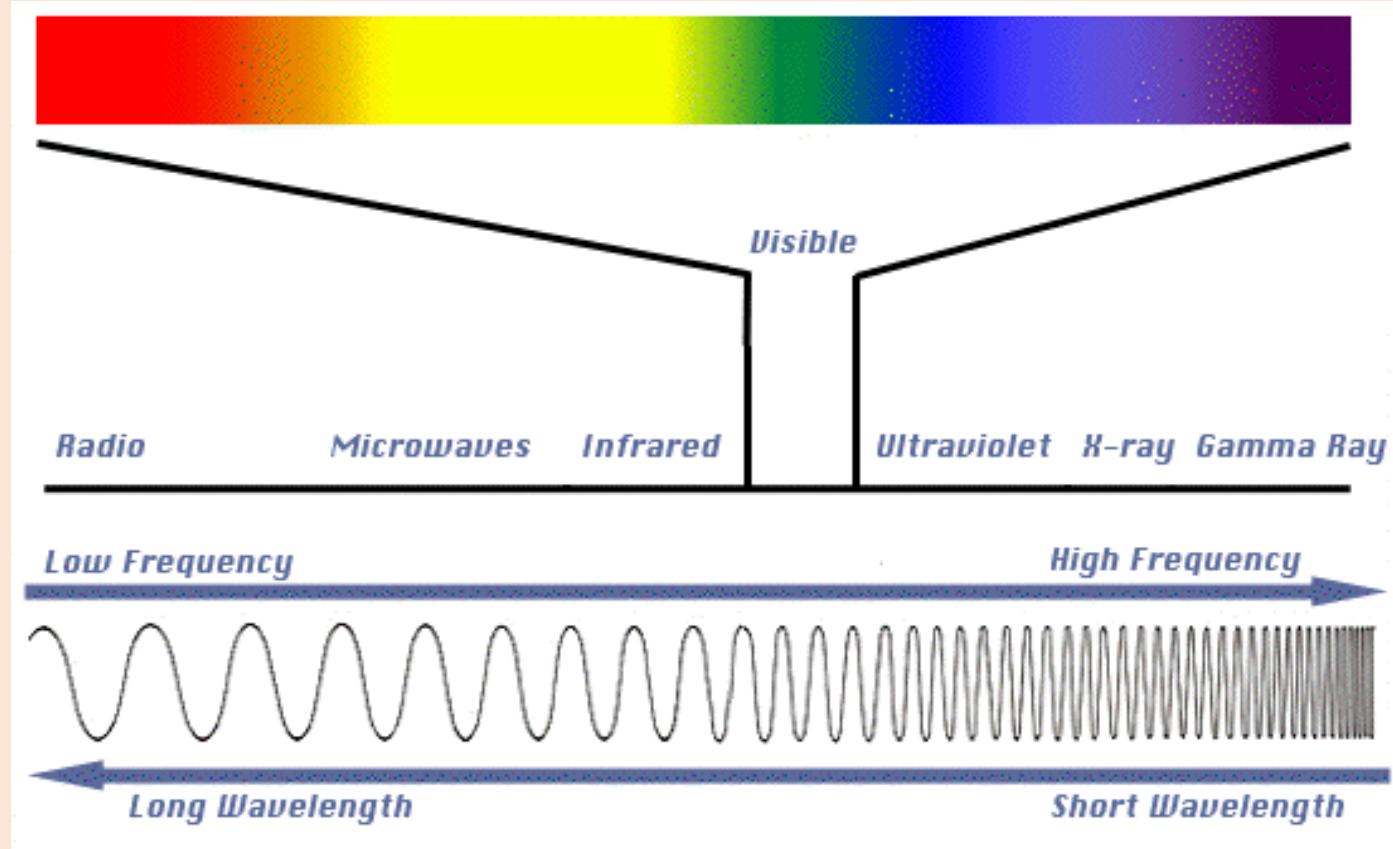




# Raster

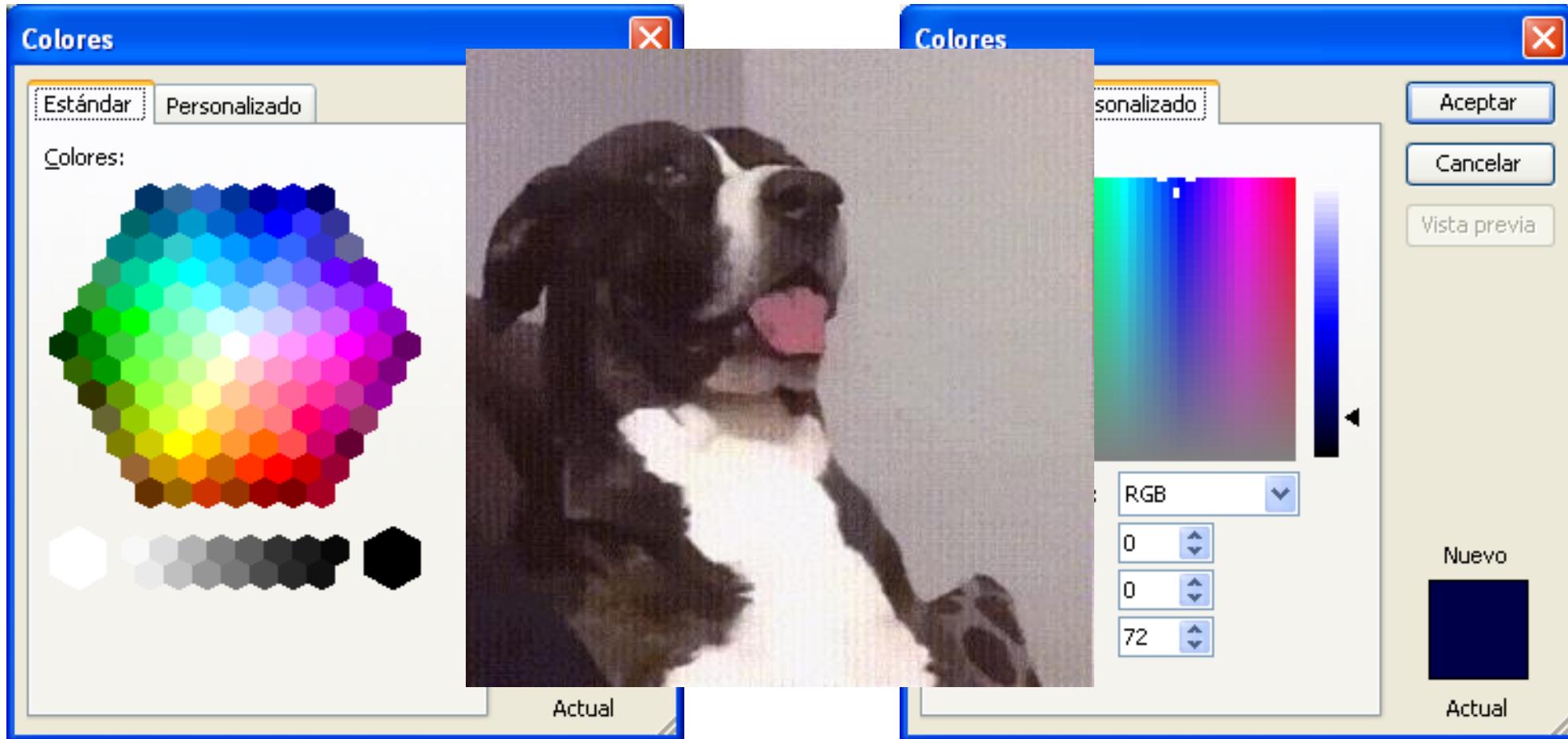
# ¡No vemos el 99.9% de la energía proveniente del universo!

- Regiones espectrales
- Rayos X
- Ultravioleta
- Visible
- Infrarrojo
  - Cercano
  - Medio
  - Térmico
- Microondas





# ¿colores normalizados?



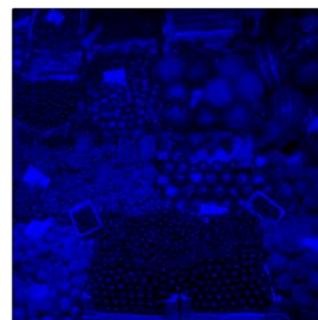


# Imagen RGB

RGB



R  
G  
B



Red



Green



Blue





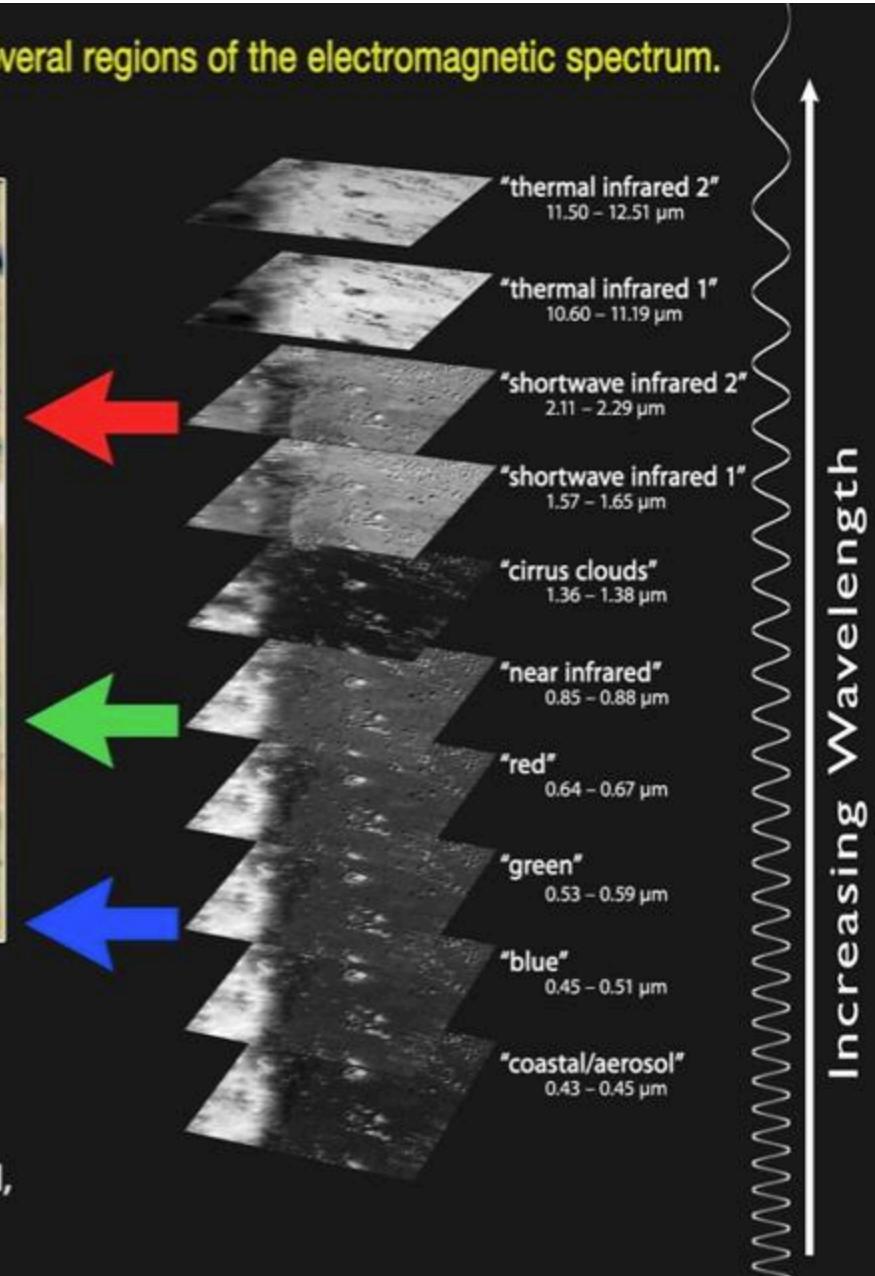


The Landsat Data Continuity Mission collects data from several regions of the electromagnetic spectrum. This is the first data from the mission.



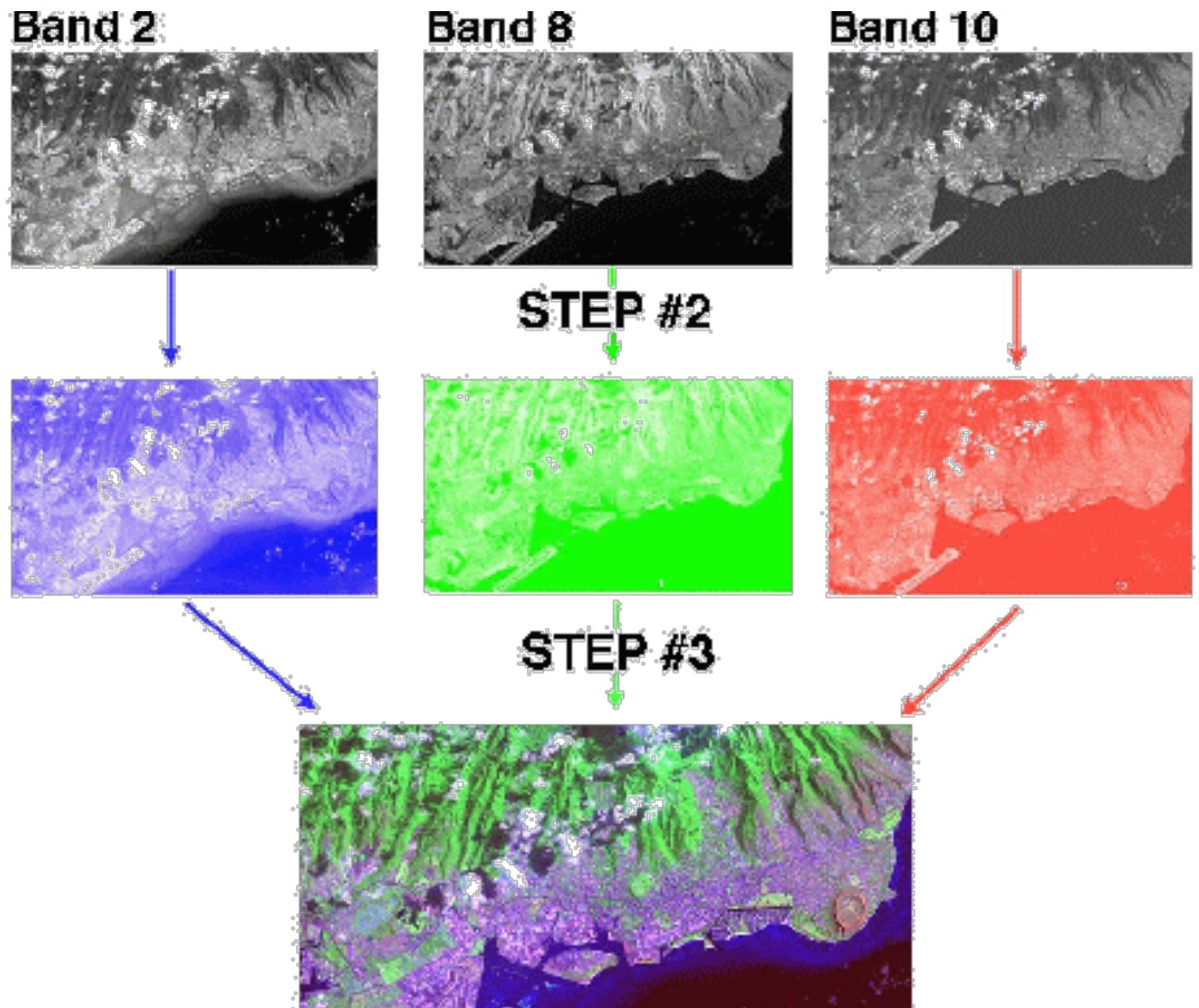
Three wavelengths are colored red, green, and blue, and then combined to make a single image.

Different features of the landscape can be highlighted by combining different wavelengths. The burned area after a wildfire reflects strongly in the shortwave infrared, therefore the fire scar in the image is a strong red color.



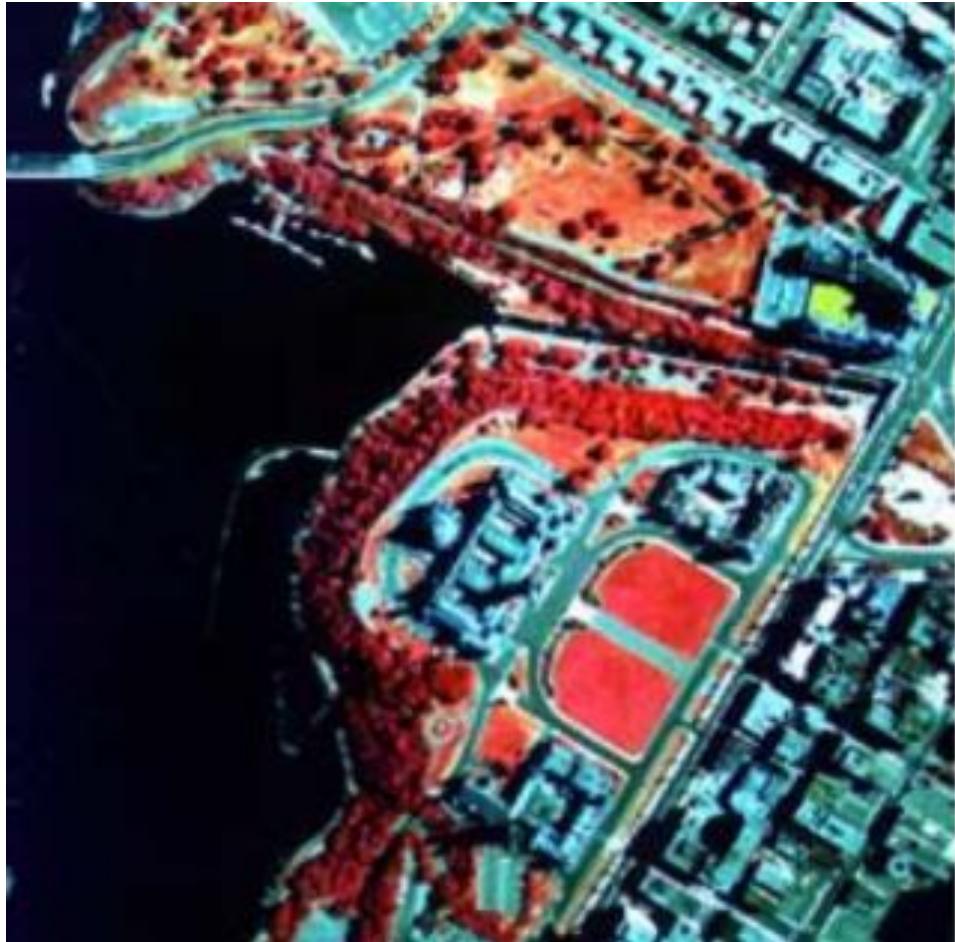


# Bandas espectrales





# IR vs Color “natural”



Fuente: UNAM, Laboratorio de Percepción Remota y Fotointerpretación.



# IR vs Térmico



Fuente: UNAM, Laboratorio de Percepción Remota y Fotointerpretación.



# IR vs Térmico

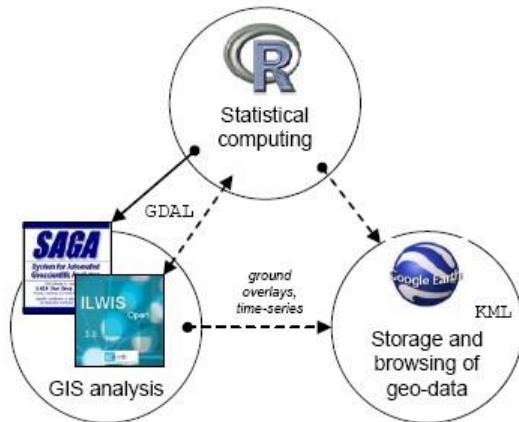


Fuente: UNAM, Laboratorio de Percepción Remota y Fotointerpretación.



# Software

**idrisi**



**MapInfo**

**QGIS**

**R Studio®**

Powered by  
**Google™  
Maps**



**Arc  
ESRI  
GIS**



**Pixelmator Pro**

