

# **Conservación del agua**

**Taller práctico**

Gabriel Gaona

Juan Pesántez

9/5/2022

# Indice de contenidos

<b>Bienvenida</b>	<b>3</b>
Sílabo del curso . . . . .	3
Fechas importantes . . . . .	3
 <b>I    Introducción</b>	 <b>4</b>
 <b>1   Fundamentos de los datos espaciales</b>	 <b>5</b>
1.1   Sistemas de coordendas . . . . .	5
1.2   Modelos de datos espaciales . . . . .	5
1.2.1   Modelos geográficos: . . . . .	5
1.2.2   Modelos de representación . . . . .	8
1.3   Por qué usamos R para esta clase? . . . . .	8
1.4   Recomendación para usar R en Windows: . . . . .	10
1.5   Práctica: Explorar datos espaciales con R . . . . .	10
1.5.1   Explorando vectores . . . . .	10
1.5.2   Explorando rasters . . . . .	11
1.5.3   Extraer información de las capas espaciales . . . . .	11
 <b>References</b>	 <b>12</b>

# Bienvenida

Este taller será un guía para implementar estratégicamente decisiones basadas en criterios de conservación del agua, para determinar zonas de conservación.

Usaremos una plantilla de proyecto de [QuartoPub](#), en la cual intentaremos reproducir todos los contenidos paso a paso. Para aprender un poco más sobre este tipo de documentos, les recomiendo visitar la página web de quarto y su documentación.

Usaremos programación en R para resolver los distintos ejercicios. Para lo cual vamos a requerir algunos paquetes, que deben ser instalados de forma manual.

```
install.packages(c("quarto", "knitr", "terra", "sf", "tidyverse",  
                  "ahp", "spData", "tmap"))
```

## Sílabo del curso

Puede descargar el documento detallado del sílabo desde el siguiente enlace: [\[Sílabo - Conservación del Agua\]\(documentos/conservacion\\_del\\_agua-silabo.pdf\){target="\\_\\_blank"}](#)

## Fechas importantes

- 12 octubre: Taller análisis de trabajo
- 8 noviembre: Taller trabajo general, preguntas, revisión del curso
- 9 de noviembre: Presentación del trabajo final
- 16 noviembre: Examen

# **Parte I**

## **Introducción**

# 1 Fundamentos de los datos espaciales

Esta primera parte nos introduciremos en conceptos básicos de manejo de datos espaciales. Veremos las ventajas y desventajas de los distintos modelos de datos. Además intentaremos definir el tipo de análisis espacial que nos será útil para el resto de los talleres.

## 1.1 Sistemas de coordenadas

Los sistemas de coordenadas permiten definir un espacio de trabajo virtual, donde los modelos espaciales pueden interactuar entre sí. Lo más básico de los sistemas de referencias de coordenadas son los espacios bi-dimensionales, como por ejemplo un plano cartesiano. En geografía, los sistemas de referencia toman en cuenta una ubicación real de la tierra como punto de origen del plano. Existen dos tipos de sistemas de referencia: Geográficos y Proyectados.

## 1.2 Modelos de datos espaciales

Los modelos de datos espaciales son estructuras que nos permiten organizar la información espacial, sus atributos y propiedades en objetos específicos bajo una lógica predefinida. Existen varios modelos de datos espaciales, entre los cuales destacaremos a los vectores y los rasters.

### 1.2.1 Modelos geográficos:

#### 1.2.1.1 Campos

Entre los campos tenemos a los escalares y los vectoriales.

Los campos escalares son variaciones n-dimensionales representadas con un único valor por cada punto específico. Por ejemplo la temperatura, la elevación, la precipitación. Es decir variables cuya magnitud asignada a una ubicación depende de un solo valor (por lo general numérico) (Olaya 2020). Ejemplo: La cantidad promedio de lluvia en pulgadas para cada una de las 70 ciudades de Estados Unidos y Puerto Rico.

`precip`

Mobile	Juneau	Phoenix	Little Rock
67.0	54.7	7.0	48.5
Los Angeles	Sacramento	San Francisco	Denver
14.0	17.2	20.7	13.0
Hartford	Wilmington	Washington	Jacksonville
43.4	40.2	38.9	54.5
Miami	Atlanta	Honolulu	Boise
59.8	48.3	22.9	11.5
Chicago	Peoria	Indianapolis	Des Moines
34.4	35.1	38.7	30.8
Wichita	Louisville	New Orleans	Portland
30.6	43.1	56.8	40.8
Baltimore	Boston	Detroit	Sault Ste. Marie
41.8	42.5	31.0	31.7
Duluth	Minneapolis/St Paul	Jackson	Kansas City
30.2	25.9	49.2	37.0
St Louis	Great Falls	Omaha	Reno
35.9	15.0	30.2	7.2
Concord	Atlantic City	Albuquerque	Albany
36.2	45.5	7.8	33.4
Buffalo	New York	Charlotte	Raleigh
36.1	40.2	42.7	42.5
Bismark	Cincinnati	Cleveland	Columbus
16.2	39.0	35.0	37.0
Oklahoma City	Portland	Philadelphia	Pittsburg
31.4	37.6	39.9	36.2
Providence	Columbia	Sioux Falls	Memphis
42.8	46.4	24.7	49.1
Nashville	Dallas	El Paso	Houston
46.0	35.9	7.8	48.2
Salt Lake City	Burlington	Norfolk	Richmond
15.2	32.5	44.7	42.6
Seattle Tacoma	Spokane	Charleston	Milwaukee
38.8	17.4	40.8	29.1
Cheyenne	San Juan		
14.6	59.2		

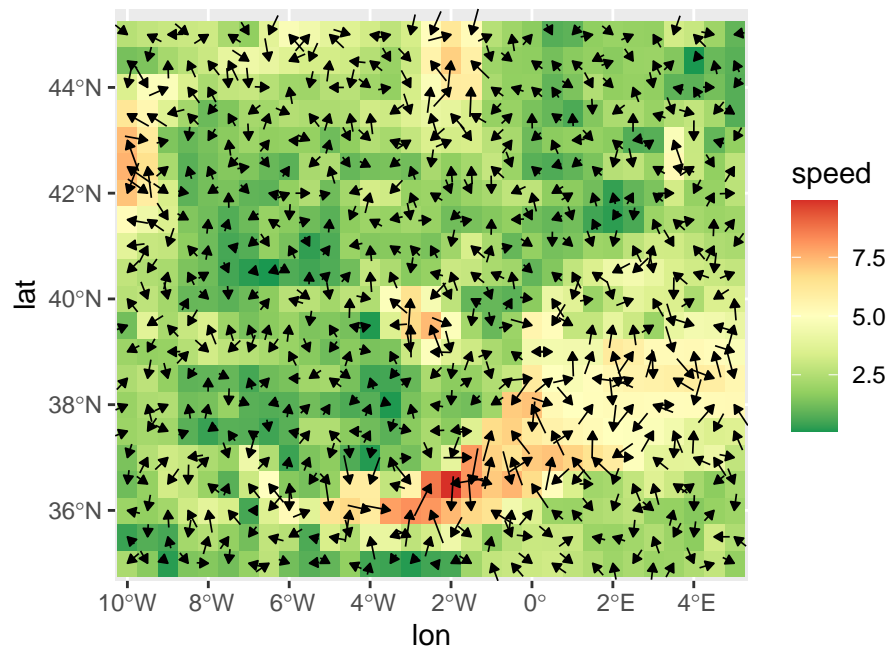
Por su par, te los campos vectoriales tienen un espacio multidimensional para ser representados. Es decir, son variables de fenómenos que requieren por lo menos dos valores para ser correctamente representados. Por ejemplo el viento depende de la dirección y su fuerza.

```

library(ggplot2)
data(wind.data, package = "rWind")

ggplot(wind.data,
       aes(x = lon ,
           y = lat,
           fill = speed,
           angle = dir,
           radius = scales::rescale(speed, c(.2, .8)))) +
  geom_raster() +
  geom_spoke(arrow = arrow(length = unit(.05, 'inches'), ends = "first",
                             type = "closed"),
             size = 0.3) +
  scale_fill_distiller(palette = "RdYlGn") +
  coord_sf(crs = 4326, expand = 0)

```



### 1.2.1.2 Entidades discretas

El modelo de entidades discretas no asocia a cada punto geográfico un valor, sino que concibe un entorno geográfico como un espacio vacío sobre el que se sitúan distintos elementos (entidades) que lo van rellenando Olaya (2020).

Las variables de tipo nominal y alfanumérico —las cuales no son continuas— tales como el tipo de suelo en un punto o la cobertura vegetal al que pertenece dicho punto, son buenos ejemplos de modelo de entidades discretas.

### 1.2.2 Modelos de representación

En SIG hay distintas maneras de representar la misma variable para su análisis. Veamos en el siguiente ejemplo 4 formas para representar la información altitudinal (Figura 1.1).

Los dos primeros modelos de representación son los más conocidos y serán los que exploraremos en este curso.

#### 1.2.2.1 Modelo vector

Se trata de una representación discreta de las entidades. La particularidad de este modelo es que usa formas definidas para abstraer el fenómeno espacial. Entre estas formas están: los **puntos**, las **líneas** y los **polígonos**. Es útil para variables que son discretas en el espacio. Por ejemplo: vías, ríos, casas, etc

#### 1.2.2.2 Modelo Raster

Este es un modelo en el cual se utiliza una discretización regular del espacio, que comúnmente se conoce como píxeles. Es más útil para abstraer fenómenos continuos en el espacio. Por ejemplo temperatura del suelo, precipitación, topografía, etc.

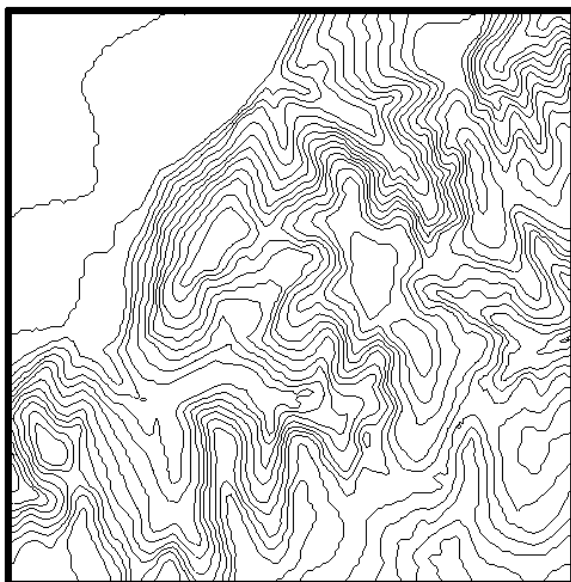
##### Comparación entre raster y vector

En ocasiones una entidad discreta también puede usarse con el modelo raster. Lo cual para fines prácticos es útil, pero para representación cartográfica quizá no lo es (por ejemplo las vías). Y en otras ocasiones, se requiere lo contrario (por ejemplo, representar la topografía con entidades discretas.). Veamos una comparación de una entidad discreta representada con ambos modelos (Figura 1.2):

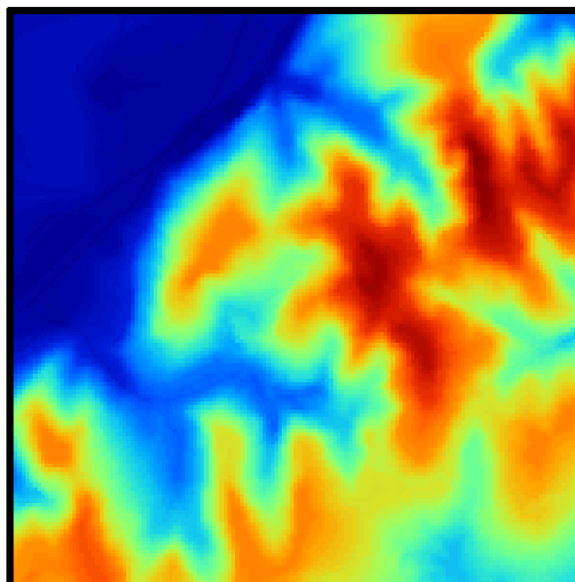
## 1.3 Por qué usamos R para esta clase?

R es un lenguaje de programación de código abierto, que nos permite implementar y resolver muchos problemas de cálculo. Pero además, nos permite desarrollar la lógica para resolver problemas de cálculo en hidrología. De manera complementaria, estaremos aprendiendo una nueva forma de hacer reportes a partir de los análisis de R. Esto último se conoce como programación

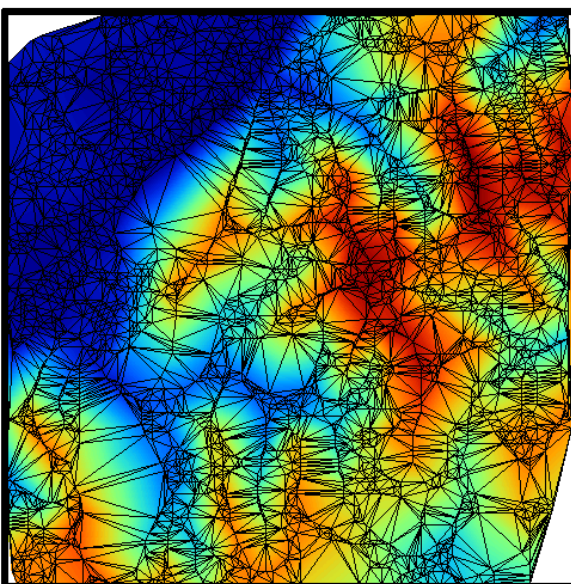




(a) Vector: Curvas de nivel



(b) Raster: Píxeles



(c) Red de triángulos



(d) Malla de puntos

Figura 1.1: Distintas formas de representar una capa con información altitudinal (Olaya 2020)



Figura 1.2: Raster vs. Vector. Comparando ambos modelos (Olaya 2020).

literal y consiste en combinar texto literal en lenguaje para humanos y código de programación en bloques. Para saber más sobre programación literal le recomiendo ver Knuth (1984).

## 1.4 Recomendación para usar R en Windows:

Se recomienda actualizar R y Rstudio a la versión más reciente. Si ya tiene pre-instalado R, puede usar el paquete “installr” para actualizar semi-automáticamente. Para usar este paquete se requiere ejecutar desde R commander

```
# install.packages("installr")  
library(installr)  
update.R()
```

## 1.5 Práctica: Explorar datos espaciales con R

Usaremos como referencia el libro de *Geocomputation with R* de Lovelace, Nowosad, y Muenchow (2019), específicamente todos los capítulos de *Foundations*. Pueden leer el libro en línea en <https://geocompr.robinlovelace.net/>.

### 1.5.1 Explorando vectores

Necesitaremos el paquete `sf` y `spData`. Si no los tiene instalados, puede instalarlos en este momento.

Exploraremos dos ficheros *shapefile* que vienen en la instalación por defecto. El primero es `world.shp` que es parte del paquete `spData`. El segundo es `seine` que también es parte de `spData`.

- ¿Qué tipo de modelo de representación es?
- ¿Cuántos atributos tiene cada capa?
- ¿Cuál es el sistema de coordenadas de referencia (CRS)?
- ¿Qué tipo de modelos geográficos contienen esas capas?
- ¿Cuál es la extensión de cada uno?

### 1.5.2 Explorando rasters

Ahora necesitaremos los paquetes `terra` y `spData`. Si no los tiene instalados, puede instalarlos en este momento.

Exploraremos dos ficheros *GeoTiff* que vienen en la instalación por defecto de `terra`. Los ficheros son `elev.tif` y `meuse.tif`.

- ¿Qué tipo de modelo de representación es?
- ¿Cuántas variables tiene cada capa?
- ¿Cuál es el sistema de coordenadas de referencia (CRS)?
- ¿Qué tipo de modelos geográficos contienen esas capas?
- ¿Cuál es la extensión de cada uno?
- ¿Qué resolución tiene cada capa?

### 1.5.3 Extraer información de las capas espaciales

- ¿Cuántas entidades tienen los ficheros `shapefile`?
- De la capa `world.shp`, extraiga todas las entidades que pertenezcan al continente "South America"?
- ¿Cuál es la población total de esa selección?
- Ahora, usando la capa `seine` calcule la longitud total de los ríos de esa capa.
- ¿Cuál es el río más largo?
- ¿En qué país está ubicado el Río Seine?
- Usando el modelo de elevaciones, calcule la pendiente del terreno.

## References

- Knuth, Donald E. 1984. «Literate Programming». *Comput. J.* 27 (2): 97-111. <https://doi.org/10.1093/comjnl/27.2.97>.
- Lovelace, Robin, Jakub Nowosad, y Jannes Muenchow. 2019. *Geocomputation with R*. CRC Press. <https://geocompr.robinlovelace.net/>.
- Olaya, Victor. 2020. *Sistemas de información geográfica*. 3ra ed. Girona: CreateSpace Independent Publishing Platform. <https://github.com/volaya/libro-sig/releases/download/v3.0/Sistemas.de.Informacion.Geografica.pdf>.