

Mi proyecto :Datos Puntuales Superficie Continua y Creación de Isolíneas en R (Mapas de Precipitación).

Trabajo :Proyecto Final de Analisis Espacial

Profesor :Jose Ramon Martinez Batlle

Adalberto Guerrero P. *Estudiante, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)*

Mi resumen

Keywords: Isoyetas, pluviómetros

1 Introducción

El presente proyecto se trata de generar una superficie continua y a través de ella crear un mapa de isoyetas, para esto utilizaremos la capa de provincias de la OFICINA NACIONAL DE ESTADISTICA (ONE) y los datos de lluvia de la OFICINA NACIONAL DE METEOROLOGIA (ONAMET) los datos de lluvia corresponden al año 1998, año en el cual fuimos golpeados por un fenómeno meteorológico muy fuerte que causó muchos daños al país, causó inundaciones en casi todo el territorio nacional así como grandes áreas de bosques y cultivos devastadas, debido a sus fuertes vientos. el nombre de este fenómeno es el Ciclón GEORGE. en el país ocurrieron muchas lluvias durante casi todo el año 1998. es por esta razón nuestro interés de realizar el análisis para este tiempo.

2 Metodología

Según la orientación del profesor Jose Ramon Martinez Batlle. para realizar este proyecto primero debemos generar una superficie continua usando los datos de lluvia y la capa de provincia y combinando las diferentes líneas de códigos aprendidas durante el desarrollo de esta materia. al final para generar el mapa de isoyetas bastará con ejecutar el paquete `contour data`. disponible para R. y realizar algunos ajustes para la presentación del mapa.

...

2.1 Paquetes

- Carga el paquete `sf`, la colección `tidyverse` y los paquetes `spdep`, `lmtree`, `tmap` y `RColorBrewer`

```
library(sf)
```

```
## Linking to GEOS 3.7.1, GDAL 2.4.2, PROJ 5.2.0
```

```
library(tidyverse)
```

```
## -- Attaching packages ----- tidyverse 1.2.1 --

## v ggplot2 3.2.1      v purrr  0.3.3
## v tibble  2.1.3      v dplyr  0.8.3
## v tidyr   1.0.0      v stringr 1.4.0
## v readr   1.3.1      v forcats 0.4.0

## -- Conflicts ----- tidyverse_conflicts() --
## x dplyr::filter() masks stats::filter()
## x dplyr::lag()    masks stats::lag()
```

```
library(spdep)
```

```
## Loading required package: sp

## Loading required package: spData

## To access larger datasets in this package, install the spDataLarge
## package with: 'install.packages('spDataLarge',
## repos='https://nowosad.github.io/drat/', type='source')'
```

```
library(lmtest)
```

```
## Loading required package: zoo

##
## Attaching package: 'zoo'

## The following objects are masked from 'package:base':
##
##      as.Date, as.Date.numeric
```

```
library(tmap)
library(RColorBrewer)
library(gstat)
```

```
## Registered S3 method overwritten by 'xts':
##   method      from
##   as.zoo.xts zoo
```

2.2 *Cargar Datos*

```
rutapre <- 'material-de-apoyo-master/data/onamet_prec_anual_sf.gpkg'
rutadiv <- 'material-de-apoyo-master/data/divisionRD.gpkg'
pre <- st_read(rutapre)
```

```
## Reading layer 'onamet_prec_anual_sf' from data source '/home/franc/unidad-0-asignacion-99-mi-
## Simple feature collection with 25 features and 37 fields
## geometry type: POINT
## dimension: XY
## bbox: xmin: -71.7 ymin: 18.067 xmax: -68.367 ymax: 19.85
## epsg (SRID): 4326
## proj4string: +proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs
```

```
prov <- st_read(rutadiv, layer = 'PROVCenso2010')
```

```
## Reading layer 'PROVCenso2010' from data source '/home/franc/unidad-0-asignacion-99-mi-proyect
## Simple feature collection with 32 features and 4 fields
## geometry type: MULTIPOLYGON
## dimension: XY
## bbox: xmin: 182215.8 ymin: 1933532 xmax: 571365.3 ymax: 2205216
## epsg (SRID): 32619
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
```

2.3 Transformar Datos.

```
st_crs(pre)
```

```
## Coordinate Reference System:
## EPSG: 4326
## proj4string: "+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs"
```

```
crsdestino <- 32619
preutm <- pre %>% st_transform(crs = crsdestino)
preutm
```

```
## Simple feature collection with 25 features and 37 fields
## geometry type: POINT
## dimension: XY
## bbox: xmin: 215264.1 ymin: 1999092 xmax: 566794.7 ymax: 2197035
## epsg (SRID): 32619
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
## Estación a1979 a1980 a1981 a1982 a1983 a1984 a1985
## 1 Barahona 1740.0 1053.6 1435.3 815.3 1183.0 584.1 997.8
## 2 Bayaguana 2794.3 1761.5 2412.4 1758.6 1857.1 1645.6 1928.3
## 3 Cabrera 2035.0 1276.8 NA 2136.9 1703.8 1888.7 1557.1
```

## 4	Constanza	1652.1	1166.9	1343.3	921.2	828.4	NA	892.8		
## 5	Gaspar Hernández	NA	1443.8	2174.9	1844.1	1688.8	2208.8	1895.5		
## 6	Hondo Valle	1823.6	1778.2	2203.7	1709.9	1841.3	1796.6	1309.5		
## 7	Jimaní	1060.7	639.1	960.2	507.5	610.7	641.5	689.6		
## 8	La Unión	1781.5	1630.6	2304.4	1413.1	1288.4	1499.4	1157.1		
## 9	La Vega	1833.5	1304.3	1993.7	1483.2	1353.9	1550.1	1084.9		
## 10	Las Américas	1958.4	958.7	1513.4	787.4	975.5	954.9	1398.2		
##	a1986	a1987	a1988	a1989	a1990	a1991	a1992	a1993	a1994	a1995
## 1	1080.0	1423.9	704.7	1011.6	1075.20	983.1	1112.5	968.5	1622.4	956.00
## 2	2182.2	2273.5	1813.2	1730.6	1823.40	1850.3	1765.7	1606.2	1892.8	1360.10
## 3	1597.0	2059.7	NA	1176.9	1183.40	957.6	NA	NA	NA	NA
## 4	715.8	786.9	837.7	671.5	875.35	NA	858.6	858.6	900.7	839.40
## 5	2874.7	2360.8	1426.3	1214.2	1530.70	NA	1257.5	1345.3	1824.9	1665.45
## 6	1589.7	1778.8	1766.5	1722.8	1596.10	1088.4	1731.0	1887.0	1772.0	1288.30
## 7	802.4	648.9	521.0	680.7	880.00	311.6	809.2	472.9	840.2	909.00
## 8	1313.1	1786.5	1888.8	1222.8	1808.00	1250.4	1555.2	1484.8	1035.9	877.70
## 9	1767.1	1663.2	1934.9	1192.4	1664.40	1146.4	1565.6	1855.4	1455.7	1175.40
## 10	1419.0	1866.4	1620.5	1151.7	NA	997.0	NA	NA	NA	1017.50
##	a1996	a1997	a1998	a1999	a2000	a2001	a2002	a2003	a2004	
## 1	965.65	662.60	684.6	662.7	600.0	600.0	997.6	942.60	972.6	
## 2	1867.70	1618.60	2156.6	1712.5	1868.5	1796.1	1658.0	2117.30	1554.2	
## 3	NA	NA	NA	NA	1538.6	1852.9	946.9	1810.95	2053.3	
## 4	1167.30	525.10	1492.7	1077.8	951.3	787.1	959.2	1084.10	985.9	
## 5	2656.80	984.80	2147.9	1791.9	1716.9	2178.8	1093.4	2058.50	1906.8	
## 6	1447.90	912.65	1813.9	1762.2	2285.9	1604.3	1477.4	1628.10	1617.7	
## 7	816.20	358.20	824.1	1037.0	833.9	488.4	510.1	656.70	866.9	
## 8	1980.50	554.20	1744.1	1314.3	1148.5	1360.5	972.1	1802.00	2550.1	
## 9	1772.50	1018.80	1549.6	1817.9	1368.6	1522.0	1200.7	2290.60	1825.7	
## 10	1019.60	651.20	1218.6	1125.9	809.7	747.6	933.4	1083.60	1338.9	
##	a2005	a2006	a2007	a2008	a2009	a2010	a2011	a2012	a2013	
## 1	1274.60	1118.40	1531.30	1136.80	583.3	1036.3	1280.2	1726.3	576.2	
## 2	2102.80	2097.10	2137.60	1831.20	1607.9	1881.6	1849.9	2350.8	2108.0	
## 3	1451.10	1957.90	NA	NA	NA	2411.4	1920.1	2821.3	NA	
## 4	1245.20	1162.20	1661.40	1072.90	902.8	1024.5	1008.2	1188.1	1016.3	
## 5	2001.85	1992.00	3282.65	1866.30	2386.1	2639.2	1727.2	2524.0	1448.2	
## 6	1554.65	1487.15	1487.15	1399.15	1461.9	2005.6	1309.0	1736.8	1390.2	
## 7	929.30	963.90	1084.00	751.10	694.9	807.1	879.5	1037.3	292.9	
## 8	2034.30	2106.60	2764.80	1536.30	1605.8	2255.6	1719.2	2484.3	1299.2	
## 9	1245.20	1162.20	1661.40	1072.90	2867.4	1486.4	1434.1	2204.7	1227.0	
## 10	1744.60	1141.70	1457.50	1718.40	1369.1	2422.4	1885.5	1658.7	1039.6	
##	a2014	geom								
## 1	845.9	POINT (277900.2 2013585)								
## 2	1505.6	POINT (433242.1 2073284)								
## 3	1975.6	POINT (405636 2171119)								
## 4	764.1	POINT (320947.7 2090623)								
## 5	1928.7	POINT (363678.2 2169619)								
## 6	908.9	POINT (215264.1 2071669)								
## 7	502.0	POINT (221953.7 2045651)								

```
## 8 1741.5 POINT (337592.1 2184559)
## 9 1812.5 POINT (338847.1 2125548)
## 10 909.4 POINT (429562.7 2038222)
```

2.4 EDA básico

ahora vamos a construir los datos para el año 1998:

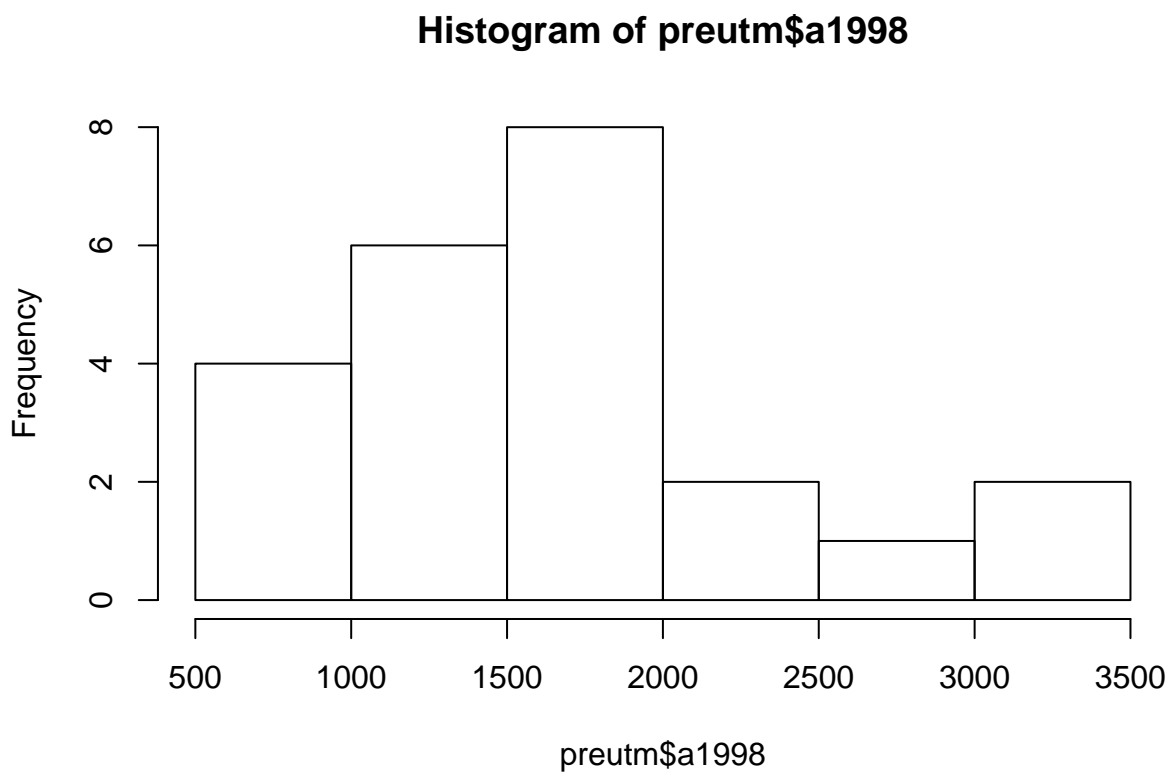
```
nrow(preutm)
```

```
## [1] 25
```

```
summary(preutm$a1998)
```

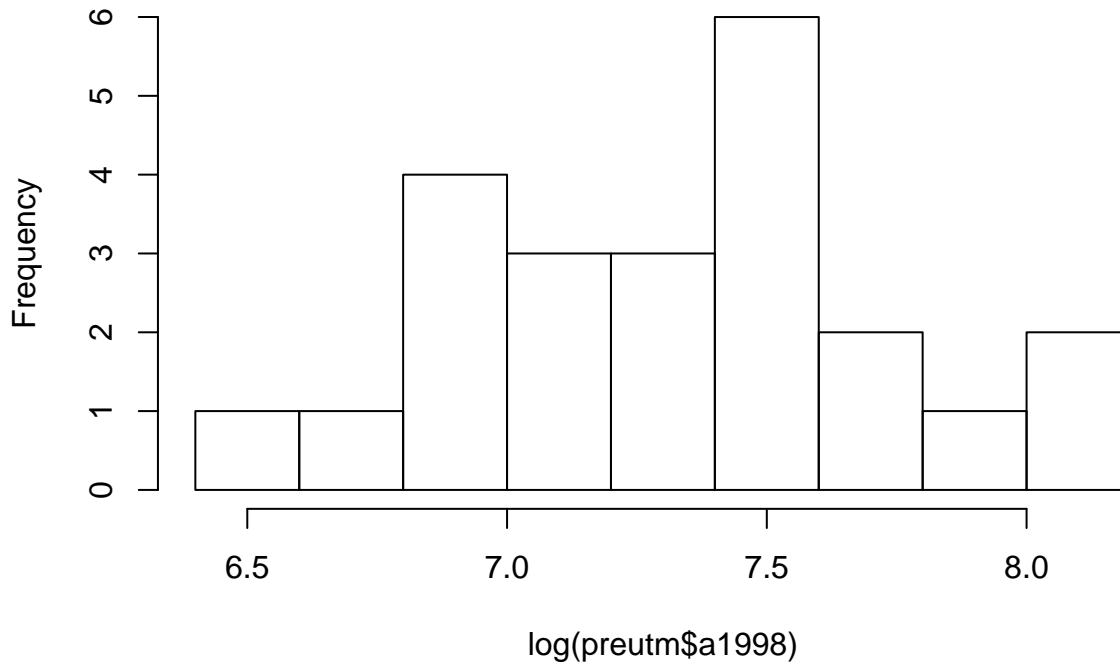
```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.     NA's
##      684.6 1151.7 1580.5 1644.0 1987.7 3011.3         2
```

```
hist(preutm$a1998)
```



```
hist(log(preutm$a1998))
```

Histogram of log(preutm\$a1998)



```
shapiro.test(preutm$a1998)
```

```
##  
## Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data:  preutm$a1998  
## W = 0.94806, p-value = 0.2666
```

```
shapiro.test(log(pre$a1998))
```

```
##  
## Shapiro-Wilk normality test  
##  
## data:  log(pre$a1998)  
## W = 0.97788, p-value = 0.8671
```

Segun el histograma los datos siguen distribución normal para la variable modificada, Igualmente, de los 25 pluviómetros que teníamos en el país para el año 1998 hay dos con datos perdidos (NA). Eliminemos dichos datos, y crearemos solo los objetos de 1998 que tengan datos:

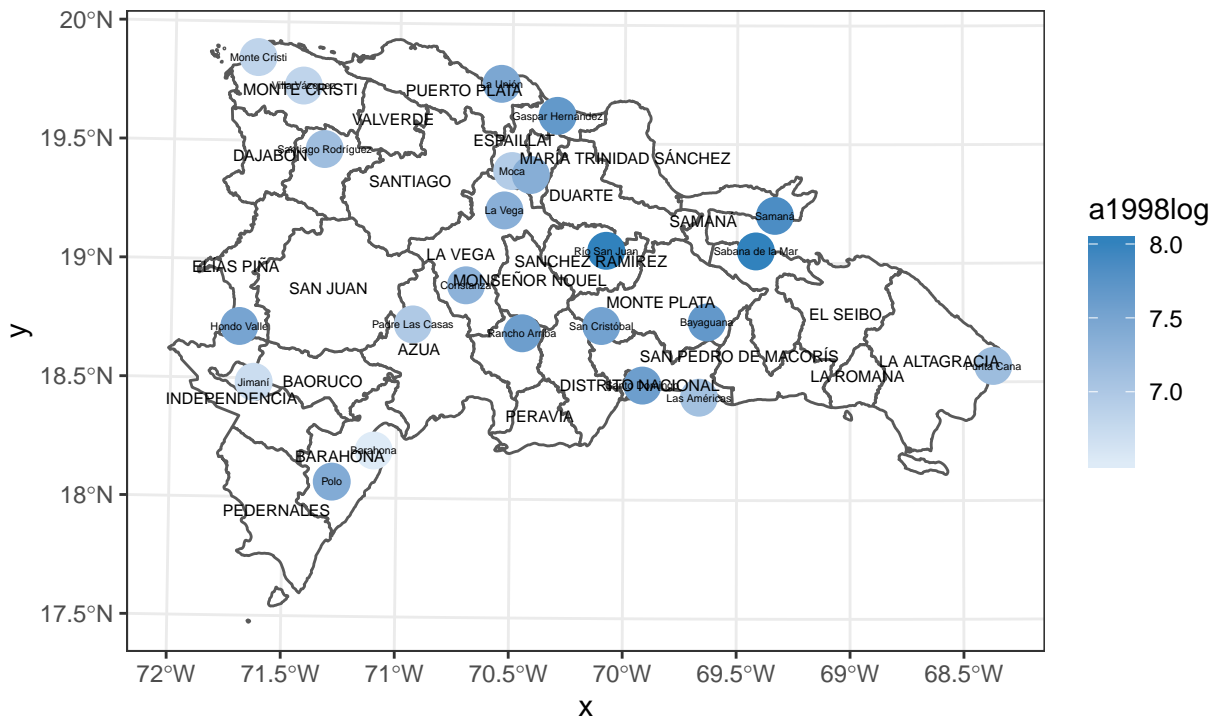
```
pre1998 <- na.omit(preutm[,c('Estación', 'a1998')])  
pre1998$a1998log <- log(pre1998$a1998)  
pre1998
```

```
## Simple feature collection with 23 features and 3 fields
```

```
## geometry type: POINT
## dimension: XY
## bbox: xmin: 215264.1 ymin: 1999092 xmax: 566794.7 ymax: 2197035
## epsg (SRID): 32619
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
##      Estación  a1998      geom a1998log
## 1 Barahona  684.6 POINT (277900.2 2013585) 6.528835
## 2 Bayaguana 2156.6 POINT (433242.1 2073284) 7.676288
## 4 Constanza 1492.7 POINT (320947.7 2090623) 7.308342
## 5 Gaspar Hernández 2147.9 POINT (363678.2 2169619) 7.672246
## 6 Hondo Valle 1813.9 POINT (215264.1 2071669) 7.503235
## 7 Jimaní 824.1 POINT (221953.7 2045651) 6.714292
## 8 La Unión 1744.1 POINT (337592.1 2184559) 7.463994
## 9 La Vega 1549.6 POINT (338847.1 2125548) 7.345752
## 10 Las Américas 1218.6 POINT (429562.7 2038222) 7.105458
## 11 Moca 1036.4 POINT (342475.8 2143891) 6.943508
```

3 Visualizamos los observatorios, ya depurados según la precipitación del año 1998:

```
library(ggplot2)
ggplot() +
  geom_sf(data = prov, fill = 'white') +
  geom_sf(data = pre1998, aes(col = a1998log), size = 6) +
  scale_colour_gradient(low="#deebf7", high="#3182bd") +
  geom_sf_text(data = prov, aes(label=TOPONIMIA), check_overlap = T, size = 2) +
  geom_sf_text(data = pre1998, aes(label=Estación), check_overlap = T, size = 1.5) +
  theme_bw()
```



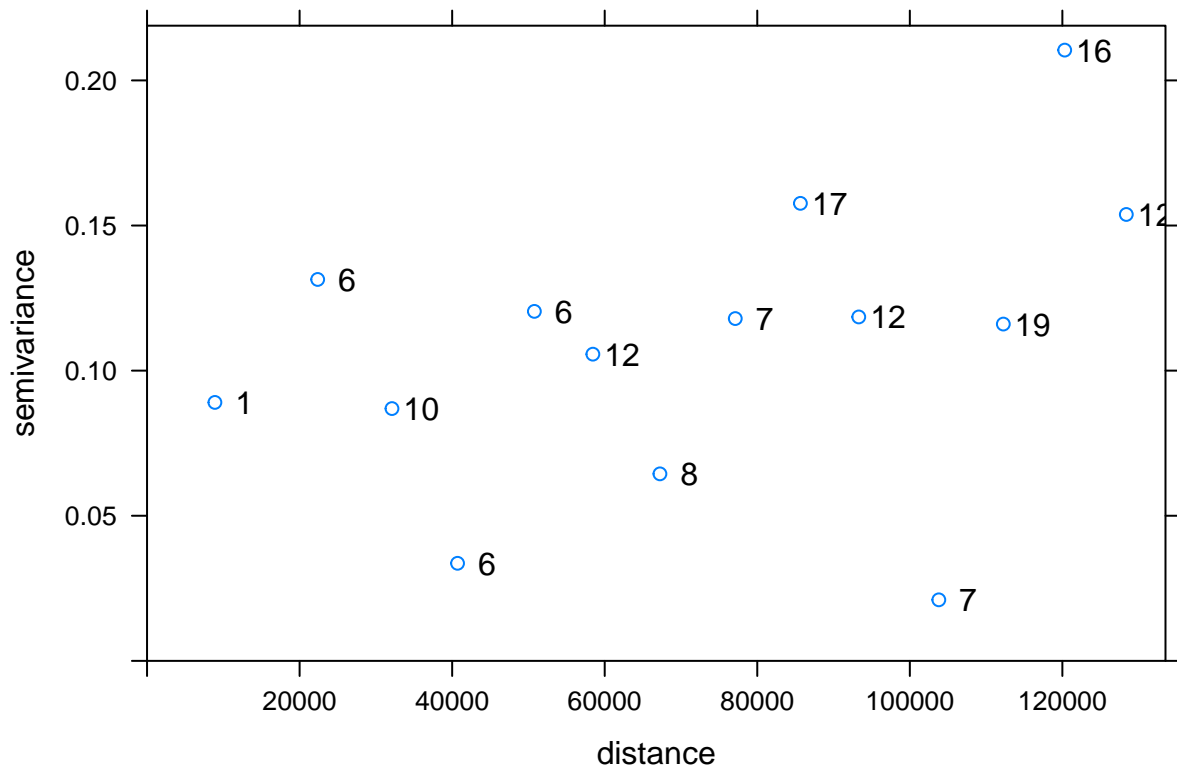
3.1 Variograma muestral

Crearemos el variograma muestral para la variable modificada de la precipitación o sea la parte logaritmica.

```
f98 <- variogram(a1998log~1, pre1998)
f98
```

##	np	dist	gamma	dir.hor	dir.ver	id
## 1	1	8896.559	0.08905032	0	0	var1
## 2	6	22368.506	0.13141962	0	0	var1
## 3	10	32110.478	0.08693293	0	0	var1
## 4	6	40706.420	0.03361319	0	0	var1
## 5	6	50780.415	0.12041650	0	0	var1
## 6	12	58446.995	0.10567299	0	0	var1
## 7	8	67239.009	0.06443833	0	0	var1
## 8	7	77115.401	0.11793609	0	0	var1
## 9	17	85657.115	0.15764350	0	0	var1
## 10	12	93304.363	0.11849679	0	0	var1
## 11	7	103800.452	0.02103140	0	0	var1
## 12	19	112257.676	0.11604918	0	0	var1
## 13	16	120305.537	0.21044124	0	0	var1
## 14	12	128383.382	0.15380975	0	0	var1

```
plot(f98, plot.numbers = T)
```

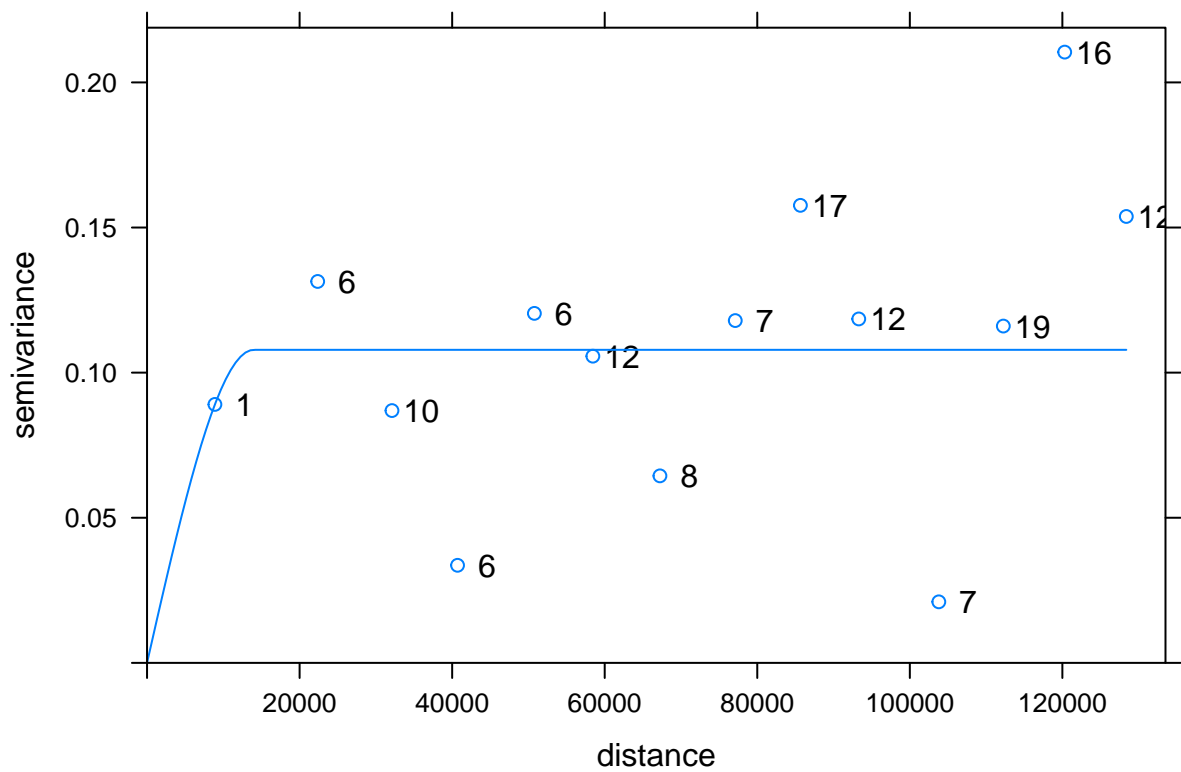
3.2 Variograma modelo.

Después de construir el variograma muestral, vamos a construir un variograma modelo para esto utilizaremos la función Krigé para interpolar los datos.

```
f98_m <- fit.variogram(f98, vgm(model = "Sph", range = 50000))
f98_m
```

```
## model    psill    range
## 1     Sph 0.1078617 13982.71
```

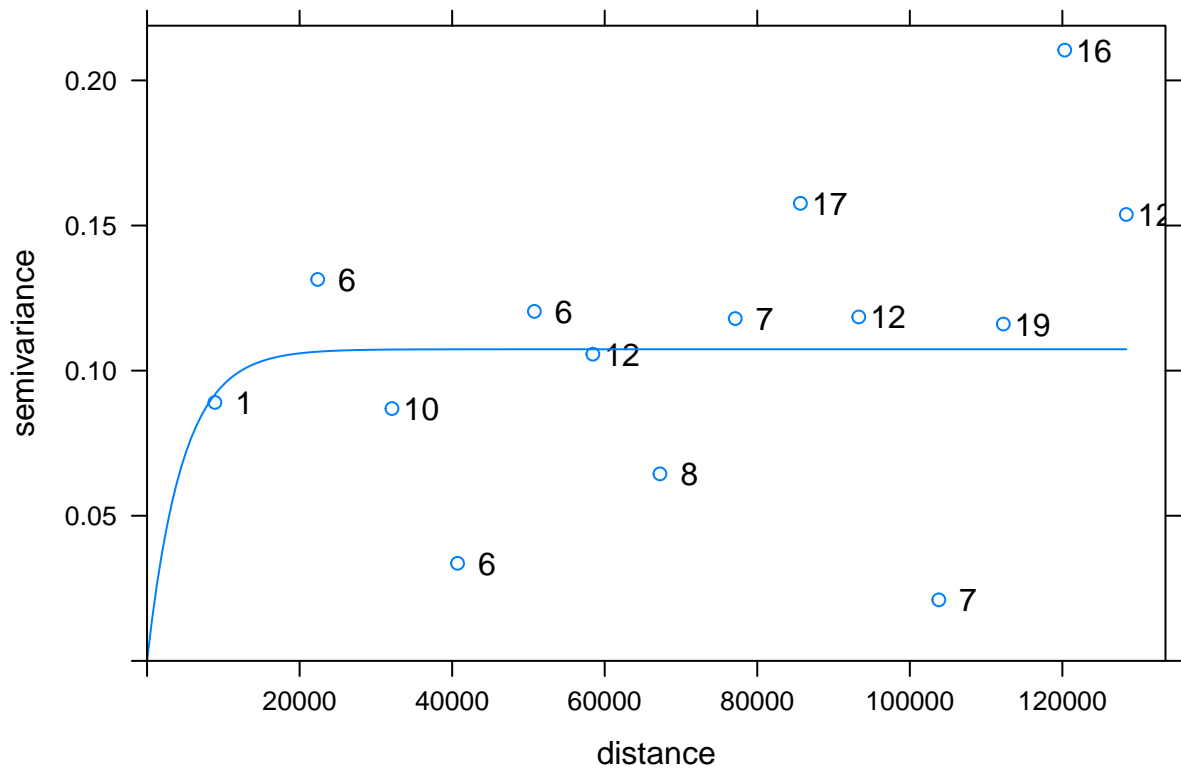
```
plot(f98, f98_m, plot.numbers = T)
```



```
f98_m2 <- fit.variogram(f98, vgm(model = "Exp", range = 50000))
f98_m2
```

```
## model    psill    range
## 1      Exp 0.1073634 4605.641
```

```
plot(f98, f98_m2, plot.numbers = T)
```



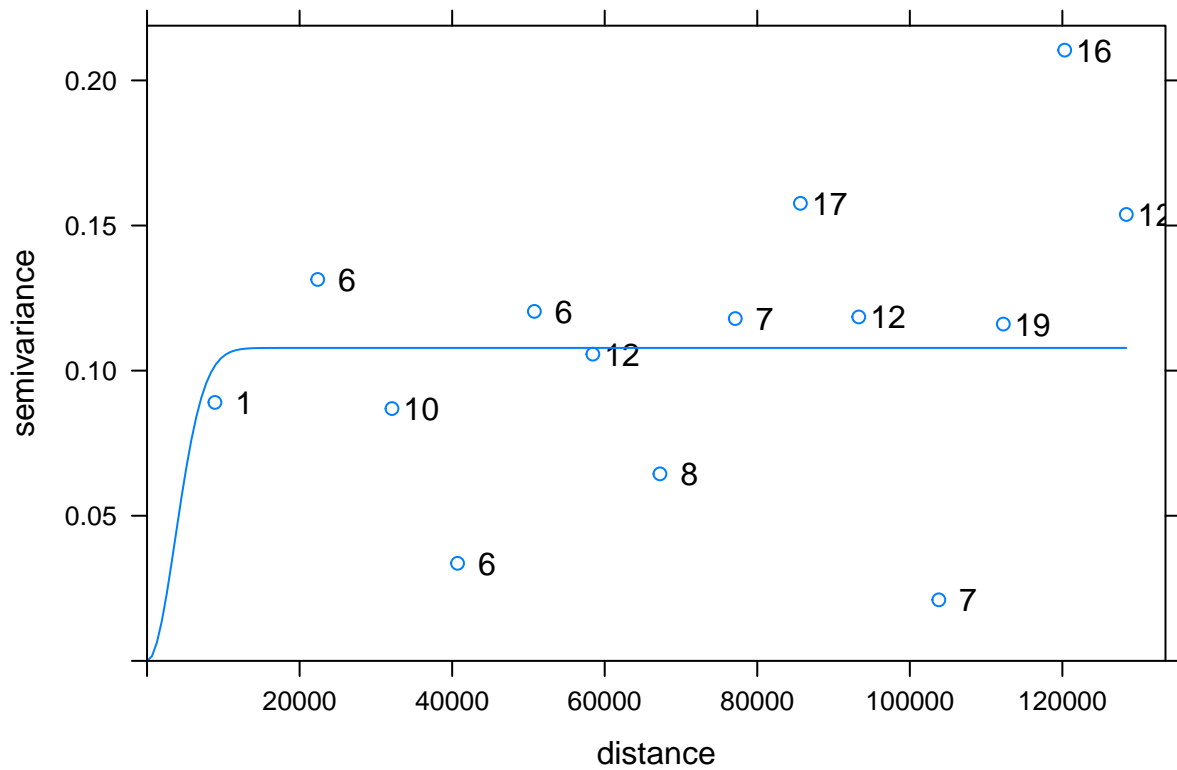
```
f98_m3 <- fit.variogram(f98, vgm(model = "Gau", range = 50000))
```

```
## Warning in fit.variogram(f98, vgm(model = "Gau", range = 50000)): No
## convergence after 200 iterations: try different initial values?
```

```
f98_m3
```

```
##   model    psill  range
## 1   Gau 0.1078316 5250.27
```

```
plot(f98, f98_m3, plot.numbers = T)
```



```
attr(f98_m, 'SSErr')
```

```
## [1] 5.877132e-11
```

```
attr(f98_m2, 'SSErr')
```

```
## [1] 5.93196e-11
```

```
attr(f98_m3, 'SSErr')
```

```
## [1] 6.080129e-11
```

3.3 Interpolación por kriging ordinario

Para esta interpolación crearemos una cuadrícula con las precipitaciones. una cuadrícula apropiada para RD, sería una de baja resolución, por ejemplo 1x1km:

```
library(stars)
```

```
## Loading required package: abind
```

```
grd <- st_bbox(prov) %>%
  st_as_stars(dx = 1000) %>%
  st_set_crs(crsdestino) %>%
  st_crop(prov)
grd
```

```
## stars object with 2 dimensions and 1 attribute
## attribute(s):
##   values
##   Min.   :0
##   1st Qu.:0
##   Median :0
##   Mean   :0
##   3rd Qu.:0
##   Max.   :0
##   NA's   :58017
## dimension(s):
##   from to offset delta          refsys point values
## x    1 390 182216 1000 +proj=utm +zone=19 +datum...  NA  NULL [x]
## y    1 272 2205216 -1000 +proj=utm +zone=19 +datum...  NA  NULL [y]
```

```
plot(grd)
```



Sobre esta superficie continua la cual es parte de nuestro objetivo principal para lo que queremos lograr mas adelante , ejecutamos la interpolación por kriging ordinario.

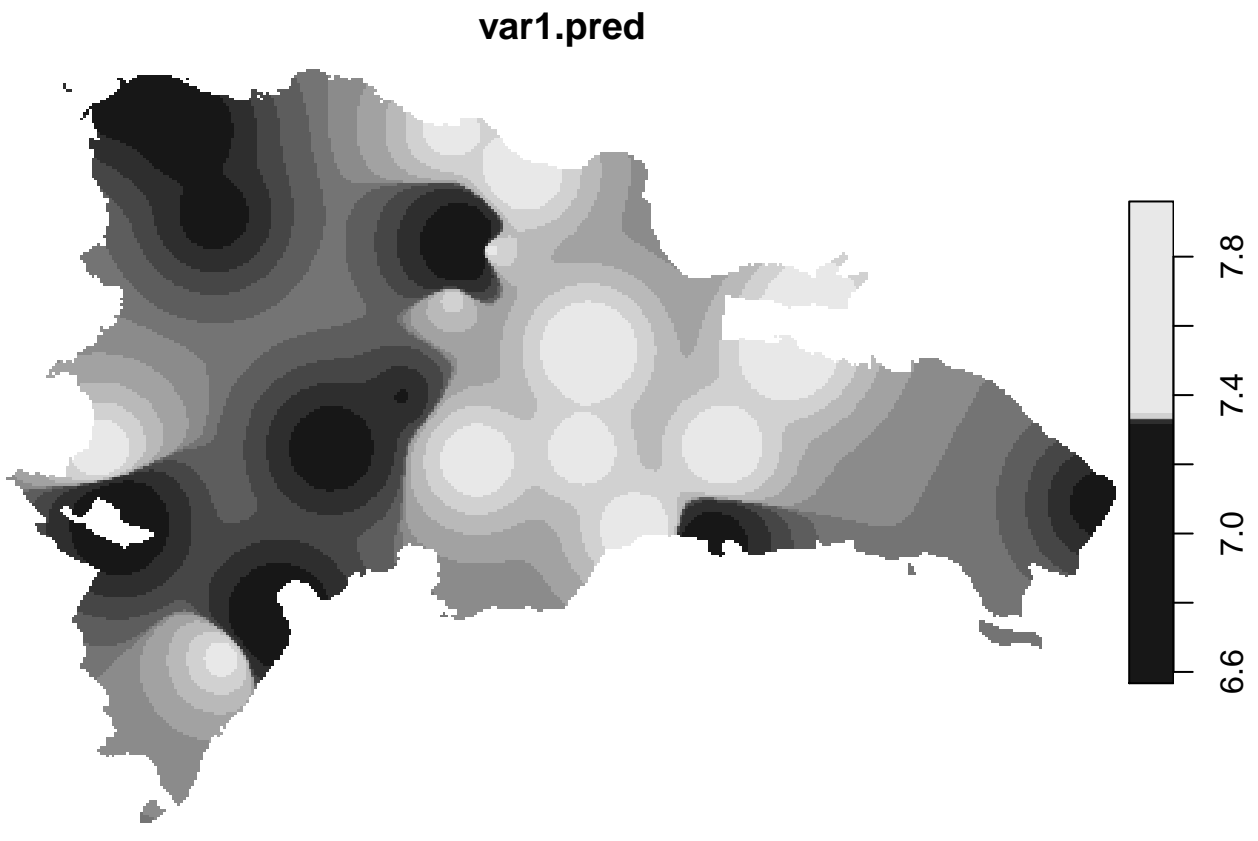
```
k <- krige(formula = a1998log~1, locations = pre1998, newdata = grd, model = f98_m2)
```

```
## [using ordinary kriging]
```

```
k
```

```
## stars object with 2 dimensions and 2 attributes
## attribute(s):
##   var1.pred      var1.var
##   Min.   :6.57    Min.    :0.00
##   1st Qu.:7.33    1st Qu.:0.11
##   Median :7.33    Median :0.11
##   Mean   :7.33    Mean   :0.11
##   3rd Qu.:7.33    3rd Qu.:0.11
##   Max.   :7.96    Max.    :0.11
##   NA's   :58017   NA's    :58017
## dimension(s):
##   from to offset delta      refsys point values
## x    1 390 182216 1000 +proj=utm +zone=19 +datum...  NA  NULL [x]
## y    1 272 2205216 -1000 +proj=utm +zone=19 +datum...  NA  NULL [y]
```

```
plot(k)
```

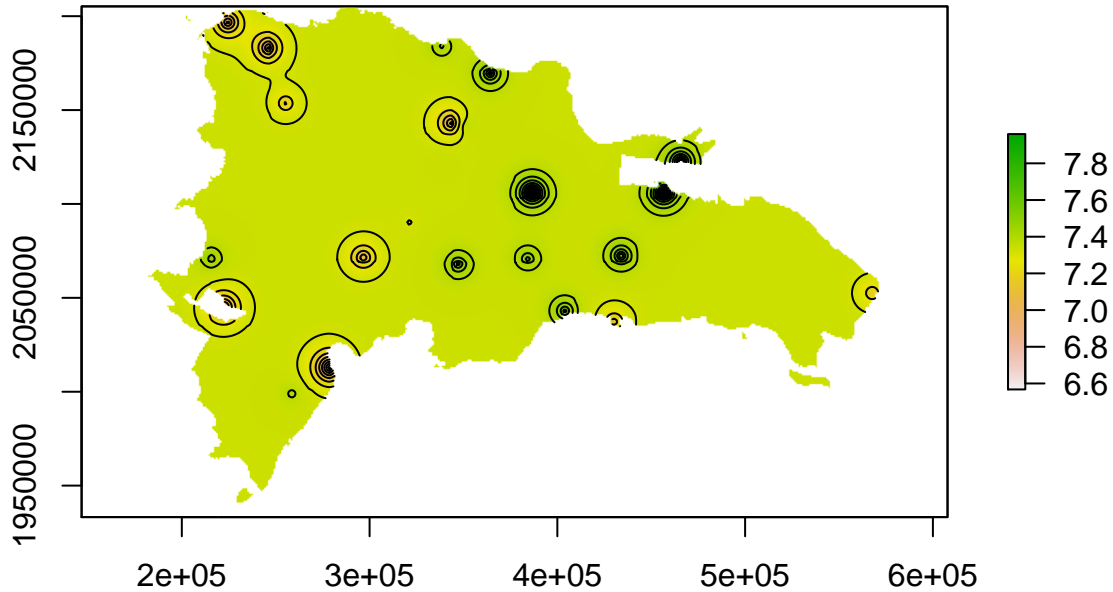


```
summary(exp(as.vector(k$var1.pred)))
```

```
##   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.   NA's
##  711.5 1525.8  1527.5  1530.1 1530.7  2862.7  58017
```

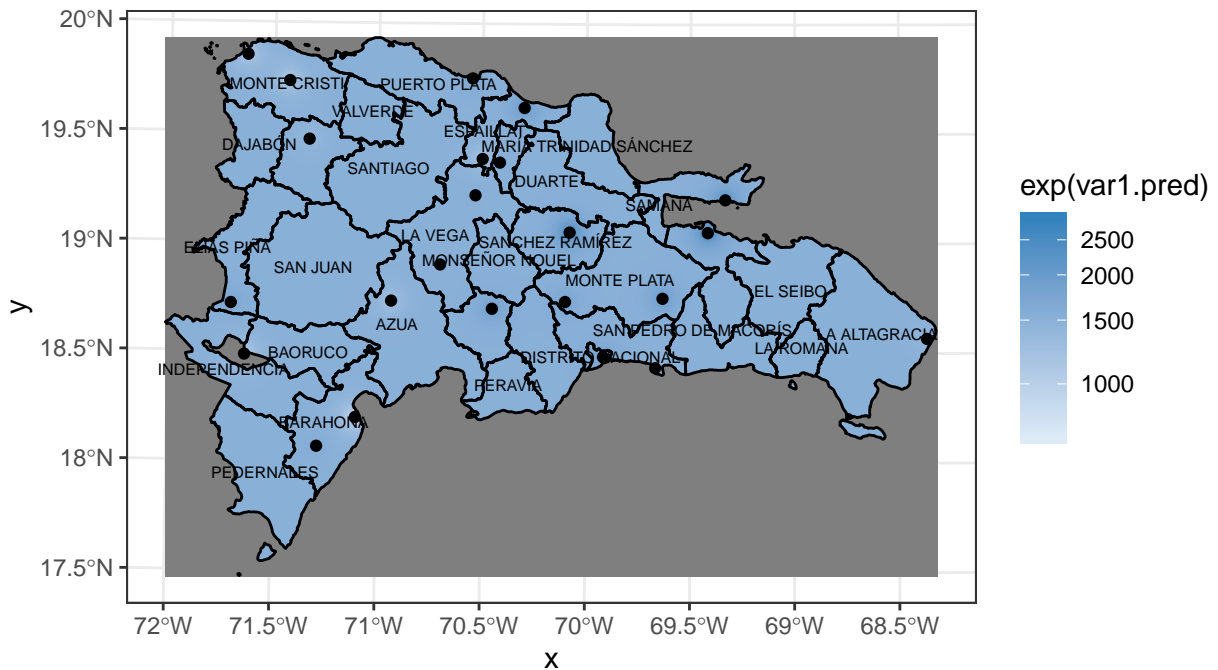
3.4 Isoyetas

```
plot(raster::raster('kriging.tif'))  
plot(raster::rasterToContour(exp(raster::raster('kriging.tif')), levels =seq(600,3000,100)), add
```



4 Representacion del objeto.

```
ggplot() +  
  geom_stars(data = k, aes(fill = exp(var1.pred), x = x, y = y)) +  
  scale_fill_gradient(low="#deebf7", high="#3182bd", trans='log1p') +  
  geom_sf(data = st_cast(prov, "MULTILINESTRING")) +  
  geom_sf(data = pre1998) +  
  geom_sf_text(data = prov, aes(label=TOPONIMIA), check_overlap = T, size = 2) +  
  theme_bw()
```



4.1 *Discusión o Conclusiones*

Mediante el procedimiento utilizado para hacer los analisis de datos puntuales y geoestadística, aprendimos a modelisar variogramas muestrales visualizando el comportamiento de homogeneidad de los datos de precipitación para el año 1998. generamos el kriging ordinario para luego obtener una superficie continua. la cual nos da la posibilidad de crear un mapa de curvas de lluvias o mejor dicho mapa de isoyetas. al final de este proyecto pudimos

...

5 **Información de soporte**

Codigos, procedimientos de la clase de superficie continua del profesor Jose Ramon Martinez Batlle.

...

6 **Script reproducible**

...

7 **Referencias**

Material de apoyo, suministrado por el profesor Jose Ramon Martinez Batlle. Capa de division de Provincia de La ONE. (Oficina Nacional de Estadísticas) Datos de lluvia ONAMET.(Oficina Nacional de Meteorología)