

COMPARATIVA Y ANÁLISIS DE
VARIABILIDAD ESPACIAL
ENTRE LAS MEDIDAS DE RADIACIÓN
SOLAR TERRESTRES (SIAR)
Y SATELITALES (CMSAF)

Fernando Antoñanzas Torres
Federico Cañizares Jover
Manuel Ojeda Fernández
Rafael Morales Cabrera
Oscar Perpiñán Lamigueiro

17-18 Noviembre 2011

ITINERARIO

- 1 Obtener datos de irradiación en el plano horizontal de SIAR y CM-SAF.
- 2 Interpolación espacial de irradiación en el plano horizontal entre estaciones SIAR.
- 3 Transformar de plano horizontal a plano inclinado para diferentes tipos de seguimiento.
- 4 Interpolación espacial de irradiación en el plano inclinado entre estaciones SIAR.

ÍNDICE

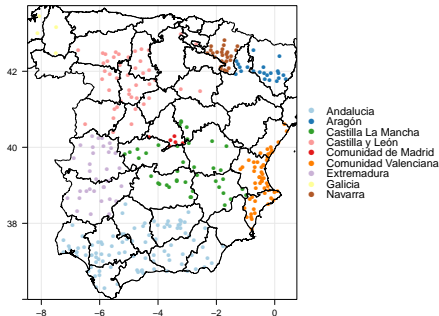
- 1 OBTENCIÓN DE DATOS DE IRRADIACIÓN
- 2 INTERPOLACIÓN ESPACIAL
- 3 TRANSFORMAR A PLANO INCLINADO
- 4 INTERPOLACIÓN ESPACIAL EN PLANO INCLINADO

SIAR

- Presencia en 12 CCAAs desde 2004
- Estaciones estándar Campbell CR10x
- Gestión nacional por TRAGSA
- Recogida de datos por CCAAs
- Piranómetros: SKYE SP1110 y KIPP&ZONEN CMP6 (error 5 %)
- Medición con muestreo 10s agrupados en promedios semihorarios
- Datos accesibles de forma gratuita en <http://www.marm.es/siar>.

SIAR: UBICACIÓN DE ESTACIONES

```
> library(sp)
> library(mapproj)
> SIAR <- read.csv("http://solar.r-forge.r-project.org/data/SIAR.csv")
> proj <- CRS("+proj=longlat +ellps=WGS84")
> spSIAR <- SpatialPointsDataFrame(SIAR[, c(6, 7)],
  SIAR[, -c(6, 7)], proj4str = proj)
```



CM-SAF

- Desarrollado por el Servicio de Meteorología Alemán (colaboraciones de Dinamarca, Bélgica, Holanda, Suecia y Suiza)
- Comienzo fase inicial 2004 y fase operación 2007
- Resolución 15x15 km
- Gran facilidad de descarga y manejo de datos.
- Política de libre uso y distribución de datos.



<http://www.cmsaf.eu>

DESCARGA DE DATOS SIAR

```
> library(solar)
> spainMeteo <- apply(SIAR[, c(7, 3, 1)], 1,
                     function(x){
                       try(readSIAR(prov=x[2], est=x[3],
                                     start='01/01/2008', end='31/12/2010',
                                     lat=x[1]))
                     }
                     )
> idxMeteo <- sapply(spainMeteo, function(x)class(x)=='Meteo')
> spainMeteoOK <- spainMeteo[idxMeteo]
```

DESCARGA DE DATOS CM-SAF

<http://www.box.net/shared/rl51y1t9sldxk54ogd44>

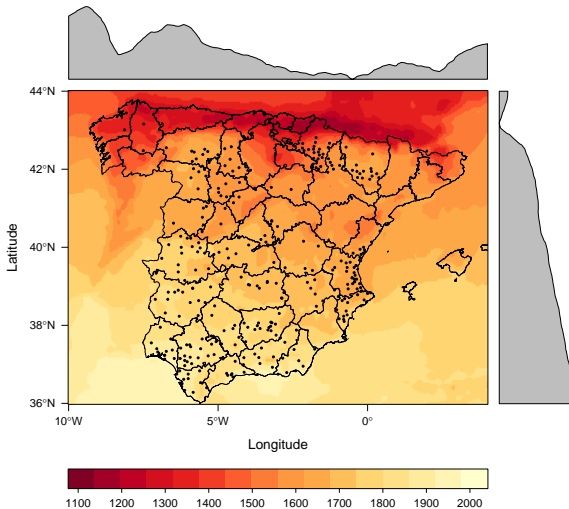
```
> library(raster)
> old <- setwd('CMSAF')
> listFich <- dir(pattern='2008')
> stackSIS <- stack(listFich)
> stackSIS <- stackSIS*24
> setwd(old)

> ##Para calcular el valor anual de cada celda debo multiplicar
> ##cada capa por el número de días de cada mes
> ##y sumar todas las capas, nuevamente dividiendo entre mil

> DiasMes <- c(31, 28, 31, 30, 31, 30, 31, 31, 30, 31, 30, 31)
> GOyCMSAF <- calc(stackSIS*DiasMes, sum)/1000
```

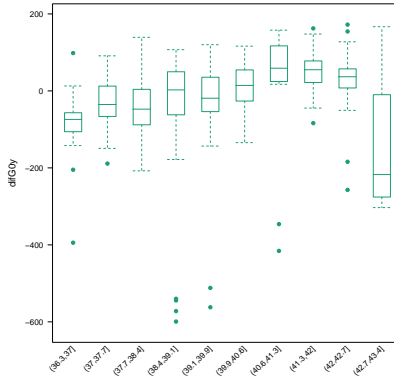

DESCARGA DE DATOS CM-SAF

```
> library(rasterVis)  
> levelplot(G0yCMSAF)
```



COMPARACIÓN ENTRE SIAR Y CM-SAF

```
> ###Análisis de valores (sin considerar caracter espacial)  
> datGef <- as.data.frame(spSIAR)  
> bwplot(difG0y ~ cut(lat, 10), data = datGef)
```



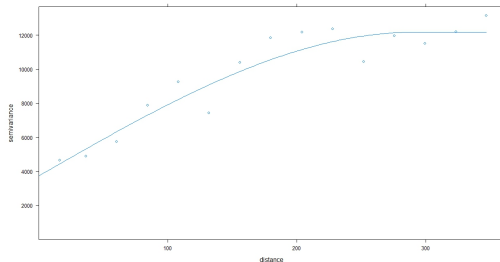
ÍNDICE

- 1 OBTENCIÓN DE DATOS DE IRRADIACIÓN
- 2 INTERPOLACIÓN ESPACIAL
- 3 TRANSFORMAR A PLANO INCLINADO
- 4 INTERPOLACIÓN ESPACIAL EN PLANO INCLINADO

VARIOGRAMA

```
> vgmG0y <- variogram(G0ySIAR~1, data=spSIAR)
> plot(vgmG0y)

> ##por inspección parece que el modelo esférico ajusta bien
> modelG0y <- vgm(psill=17000, model='Sph', range=200, nugget=5000)
> fitvgmG0y <- fit.variogram(vgmG0y, modelG0y)
> plot(vgmG0y, fitvgmG0y)
```



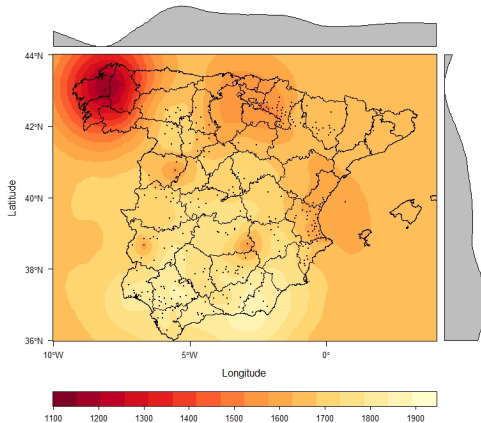
KRIGING CON RASTER

```
> ##Función para hacer kriging con Raster
> ##Devuelve un RasterStack
> ##La primera capa es la predicción y la segunda es la varianza

> krigeRaster <- function(formula, data, raster,
  ...) {
  latLayer <- init(raster, v = "y")
  lonLayer <- init(raster, v = "x")
  grd <- as(stack(lonLayer, latLayer, raster),
    "SpatialGridDataFrame")
  names(grd) <- c("lon", "lat", deparse(substitute(raster)))
  proj4string(grd) <- proj
  resSP <- krige(formula, data, grd, ...)
  res <- as(resSP, "RasterStack")
  layerNames(res) <- c("pred", "var")
  res
}
```

ORDINARY KRIGING

```
> okrigG0y <- krigRaster(G0ySIAR ~ 1, spGef, G0yCMSAF,  
  model = fitvgmG0y)  
> levelplot(okrigG0y, layer='pred') +  
  layer(sp.points(spSIAR, pch=19, cex=0.3, col='black')) +  
  layer(sp.lines(mapaSHP))
```

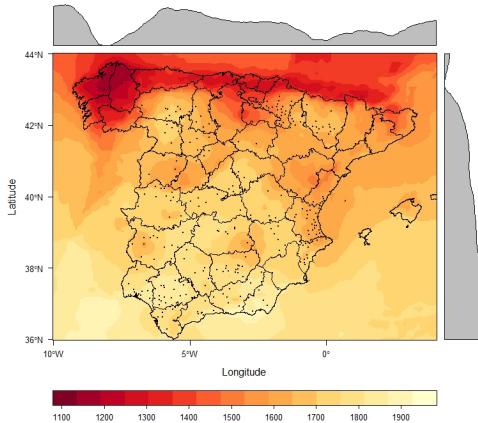


KRIGING CON CM-SAF (EXTERNAL DRIFT)

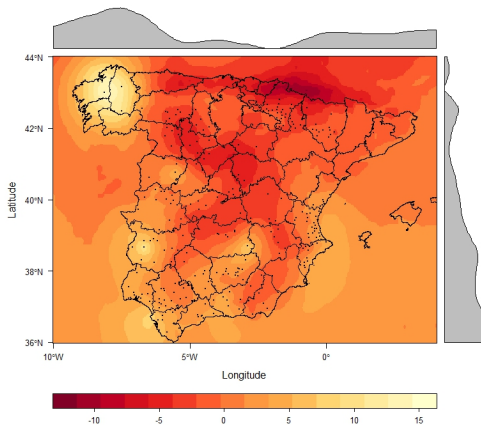
```
> vgmCMSAF <- variogram(G0ySIAR~G0yCMSAF, spSIAR)
> plot(vgmCMSAF)
> fitvgmCMSAF <- fit.variogram(vgmCMSAF, vgm(psill=12000, model='Sph',
  range=100, nugget=5000))
> plot(vgmCMSAF, fitvgmCMSAF)

> CMSAFkrigG0y <- krigeRaster(G0ySIAR~G0yCMSAF, spSIAR, G0yCMSAF,
  model=fitvgmCMSAF)
> levelplot(CMSAFkrigG0y, layer='pred') +
  layer(sp.points(spSIAR, pch=19, cex=0.3, col='black')) +
  layer(sp.lines(mapaSHP))
> levelplot(CMSAFkrigG0y, layer='var', par.settings=BTCTheme) +
  layer(sp.points(spSIAR, pch=19, cex=0.3, col='black')) +
  layer(sp.lines(mapaSHP))
```

KRIGING CON CM-SAF (EXTERNAL DRIFT)



DIFERENCIA ENTRE KRIGINGSIAR Y CMSAF



ÍNDICE

- 1 OBTENCIÓN DE DATOS DE IRRADIACIÓN
- 2 INTERPOLACIÓN ESPACIAL
- 3 TRANSFORMAR A PLANO INCLINADO
- 4 INTERPOLACIÓN ESPACIAL EN PLANO INCLINADO

CONVERSIÓN CMSAF A PLANO INCLINADO

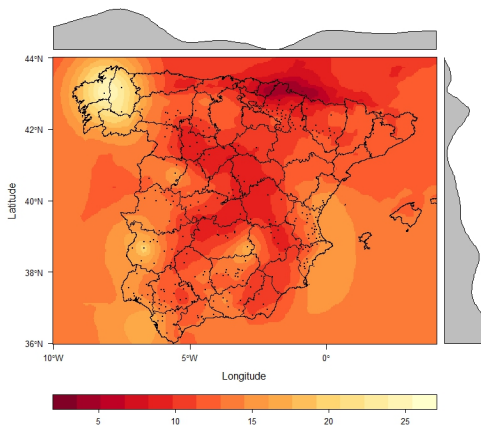
```
>latLayer <- init(SISmm, v='y')
#Se aplica la función calcGef a las 13 capas:
#12 de los meses + 1 de latitud

> foo <- function(x, ...) {
  gefFixed <- calcGef(lat = x[1], dataRad = list(G0dm = x[2:13]),
    modeTrk = "fixed")
  gef2x <- calcGef(lat = x[1], dataRad = list(G0dm = x[2:13]),
    modeTrk = "two")
  gefHoriz <- calcGef(lat = x[1], dataRad = list(G0dm = x[2:13]),
    modeTrk = "horiz")
  resultFixed <- as.numeric(as.data.frameY(gefFixed)$Gefd)
  result2x <- as.numeric(as.data.frameY(gef2x)$Gefd)
  resultHoriz <- as.numeric(as.data.frameY(gefHoriz)$Gefd)
  result <- c(resultFixed, result2x, resultHoriz)
  result
}
```

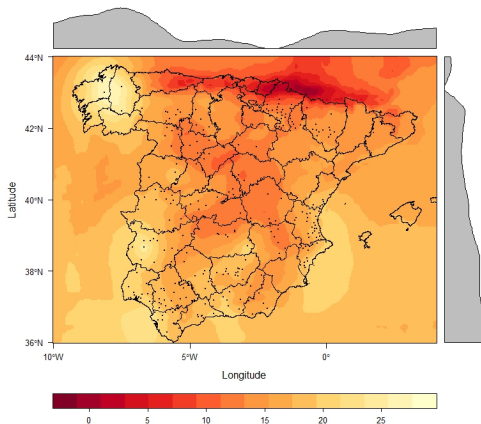
ÍNDICE

- 1 OBTENCIÓN DE DATOS DE IRRADIACIÓN
- 2 INTERPOLACIÓN ESPACIAL
- 3 TRANSFORMAR A PLANO INCLINADO
- 4 INTERPOLACIÓN ESPACIAL EN PLANO INCLINADO

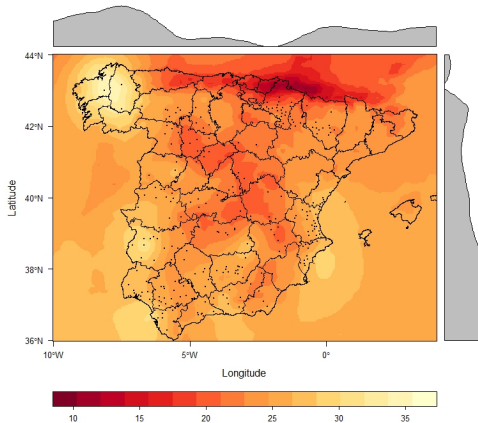
DIFERENCIA ENTRE CMSAF Y SIAR PARA SISTEMA ESTÁTICO



DIFERENCIA ENTRE CMSAF Y SIAR PARA SEGUIMIENTO 1 EJE



DIFERENCIA ENTRE CMSAF Y SIAR PARA SEGUIMIENTO 2 EJE



BIBLIOGRAFÍA I

- ▶ R. J. Hijmans and J. van Etten.
raster: Geographic analysis and modeling with raster data, 2011.
R package version 1.8-39.
- ▶ M. Journée and C. Bertrand.
Improving the spatio-temporal distribution of surface solar radiation data by merging ground and satellite measurements.
Remote Sensing of Environment, 114(11):2692 – 2704, 2010.
- ▶ Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.
Sistema de información agroclimática del regadío.
<http://www.marm.es/siar/Informacion.asp>, 2011.
- ▶ E. J. Pebesma.
Multivariable geostatistics in s: the gstat package.
Computers and Geosciences, 30:683–691, 2004.
- ▶ E. J. Pebesma and R. S. Bivand.
Classes and methods for spatial data in R.
R News, 5(2):9–13, November 2005.
- ▶ O. Perpignan.
solaR: Calculation of Solar Radiation and PV Systems., 2011.
R package version 0.24.

BIBLIOGRAFÍA II

- ▶ O. Perpiñán and R. Hijmans.
rasterVis: Visualization methods for the raster package, 2011.
R package version 0.10-5.
- ▶ The Satellite Application Facility on Climate Monitoring.
CMSAF.
<http://www.cmsaf.eu>, 2011.