Modelado de temperaturas extremas en Uruguay

I. Alvarez-Castro J. Cugliari N. da Silva S. De Mello
Agustín Estramil Manuel Hernández M. Renom

Reunión avance INUMET

27 de febrero de 2019

1. Introducción

Modelado de temperaturas extremas en Uruguay

Objetivos

Modelización estadística de las series diarias de temperatura máxima y mínima en varias estaciones meteorológicas en Uruguay.
En base a esos modelos caracterizar eventos de olas de frío y calor.

Modelado de temperaturas extremas en Uruguay

- Imputación de datos faltantes
- Visualización de series diarias
- Definición y caraterización de olas de extremos
- Métodos para comparar y evaluar series imputadas

Modelado de temperaturas extremas en Uruguay

- Imputación de datos faltantes
- Visualización de series diarias
- Definición y caraterización de olas de extremos
- Métodos para comparar y evaluar series imputadas

2. Imputación de datos faltantes

Imputación de datos faltantes

- y_{ti}^{n}: temperatura mínima el día t en locación i
- y_{ti}^{x}: temperatura máxima el día t en locación i

Modelos aditivos basados en GEV

$$
\begin{aligned}
G(y_{ti}^{x}) &= \exp\left\{-\left[1+\xi\left(\frac{y_{ti}^{x}-\mu_{it}}{\sigma_i}\right)\right]_{+}^{-1/\xi}\right\} \\
\mu_{it} &= s(t) + s(mei) + cl_i
\end{aligned}
$$

- un parámetro de escala por estación, σ_i
- un parámetro de forma, ξ
- imputamos con la locación: $\tilde{y}_{ti}^{x} = \hat{\mu}_{it}$

Imputación de datos faltantes

Modelos aditivos basados en GEV

- estimación con `mgcv` tiene problemas numéricos (demasiados??)
- opción: estimar en forma Bayesiana con `brms`

$$\begin{aligned} s(x) &= \textstyle\sum_k \beta_k b_k(x) \\ \beta_k &\sim N(0, S_\lambda^-) \end{aligned}$$

Modelos con GAM y BRMS

- BRMS = Bayesian Regression Models using 'Stan'. Paquete `brms` en `R`.
- Se realiza la comparación de los modelos

  b3ea $\leftarrow$ gam(list(tempM $\sim$ location + s(toy, k = 7) + s(mei, k = 5), $\sim$ 1, $\sim$ 1), family = gevlss, data = dtgam2)

  y

  b3ec $\leftarrow$ brm(bf(tempM $\sim$ location + s(toy, k = 7) + s(mei, k = 5) , sigma $\sim$ 1 , xi $\sim$ 1), data = dtgam2, family = gen_extreme_value())
- Se ajustan ambos modelos con la base de datos `dtgam2`, obtenida de `tmin_gam`, considerando únicamente al año 2012 y definiendo la variable `tempM`=-`temp`.

Modelos con GAM y BRMS

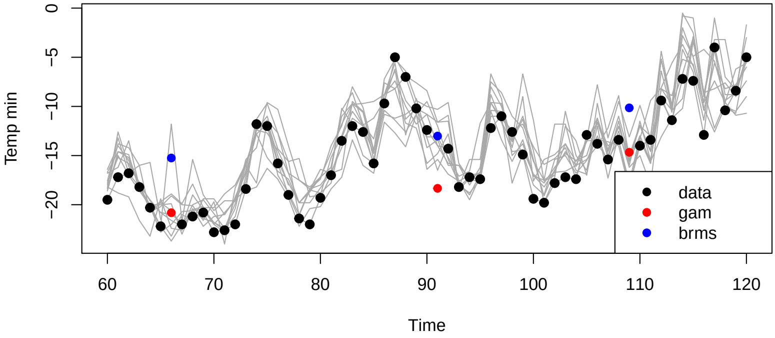

Figura: Artigas, días 60 a 120.

Imputación de datos faltantes

Otros métodos

- Regresión + ACP
- Modelos dinámicos
- GAM + estructura dependencia
- Variantes con RF (??)

comparar imputaciones

- en base a errores en datos simulados
- extremograma
- ...

3. Definición y carateterización de olas de extremos

Olas de extremos

Ola de frío: al menos 3 días seguidos con temperaturas mínimas y máximas inferiores a los respectivos percentiles 10 esperados para tales días.

Sucesión de días $t_1, \dots, t_k$ constituyen una ola de frío de largo k si:

$$\begin{cases} y_{t_i}^n < p_{10_i}^n \\ y_{t_i}^x < p_{10_i}^x \end{cases} \quad \text{para } i = 1, \dots, k \text{ donde } k \geq 3$$

Percentiles para cada dia del año:

$$p_{10_t}^n := \text{ínf}\{y : p(Y_t^n \leq y) \geq 0{,}1\}$$
$$p_{10_t}^x := \text{ínf}\{y : p(Y_t^x \leq y) \geq 0{,}1\}$$

Calcular percentiles

empírica

- y_{at} es la temperatura de día t en año a
- cada diat t, calcular cuantiles de $\{y_{1t}, \ldots, y_{At}\}$
- obtener $p^n_{10_t}$ como media móvil de ventana 31 (en días)

con modelos

Modelo dinámico lineal:

$$\begin{aligned} Y_t &= F_t \theta_t + v_t & v_t &\sim \mathcal{N}(0, V_t) \\ \theta_t &= G_t \theta_{t-1} + w_t & w_t &\sim \mathcal{N}(0, W_t) \end{aligned}$$

luego de estimar el modelo obtenemos:

$$\hat{p}^n_{10_t} := Fm_t + \sqrt{FC_tF^T + \mathrm{v}_t} \times z_{0,10}$$

donde $(m_t)_{1 \leq t \leq T}$ y $(C_t)_{1 \leq t \leq T}$ se obtienen mediante el filtro de Kalman.

Caracterizar olas de extremos

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (para temperatura)

- Obtener anomalías: $a_t = y_t - \bar{y}_t$ (dato - normal)
- Obtener versiones filtradas a 1, 2, ..., 20 días: $a_t^{(d)}$
- Mínimo para cada $d = 1, ..., 20$ $(m^{(d)} = \text{mín}_t\{a_t^{(d)}\})$

Caracterizar olas de extremos

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (para temperatura)