

Universidad Nacional del Altiplano

Facultad de Ingeniería Estadística e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería Informática

PRACTICA

Análisis Bayesiano de Señales OSL en Sedimentos Fluviales

Curso: Lenguajes de Programación II

Docente: Fred Torres Cruz

Integrantes:

- RODRIGO CLAUDI ROSAS TUNI
- ZENAIDA ERIKA VALENCIA CONDORI
- ZULEMA YASMILE LUQUE CORNEJO

Puno, 5 de mayo de 2025

Resumen

Este estudio examina señales de luminiscencia estimulada ópticamente (OSL) en sedimentos fluviales, las cuales reflejan restos de ciclos de deposición anteriores. Estas señales presentan una distribución de dosis equivalente parcialmente blanqueada, dificultando la estimación de la **dosis de entierro** (burial dose). Sin embargo, esta información también puede revelar detalles sobre los procesos de transporte de sedimentos.

Para abordar la variabilidad entre muestras, se propone un modelo bayesiano utilizando datos de alícuotas multigrano. Se analizaron 46 muestras de sedimentos fluviales en los Países Bajos, relacionando la dosis con variables ambientales como profundidad, textura del sedimento y nivel medio del agua.

Palabras clave: luminiscencia óptica, modelo bayesiano, blanqueamiento, sedimento fluvial, dosis equivalente.

Repositorio en GitHub

El código utilizado en este análisis está disponible en el siguiente repositorio de GitHub: <https://github.com/Rodrigorosas123/ESTADISTICA-.git>

Variable Principal

La variable de estudio es la **dosis equivalente (De)**, que representa la cantidad de radiación absorbida por los granos minerales desde su última exposición a la luz solar.

Variables Predictoras Ambientales

- Profundidad de muestreo (depth)
- Textura del sedimento
- Distancia al nivel medio del agua

Técnica Aplicada

Se utiliza un enfoque de **estadística bayesiana**, destacando:

- Distribución log-normal para modelar la dispersión en la señal OSL.
- Estimación de parámetros mediante simulación Monte Carlo con el paquete **brms** de R.
- Evaluación de efectos marginales para analizar las relaciones entre variables.

Aunque no se hallaron correlaciones significativas entre las variables ambientales y la dosis equivalente, se observaron ciertos patrones:

- Las muestras más blanqueadas se ubicaron cerca del **nivel medio del agua**.
- Se sugiere que ocurre exposición solar durante el transporte, especialmente en zonas de transición entre el canal y la planicie de inundación.
- Se confirma que muchos granos estaban bien blanqueados, lo que indica exposición a la luz durante el transporte fluvial.

Implementación en R

El análisis fue realizado con RStudio, utilizando el paquete `brms`. El código incluye:

- Simulación de dosis con distribución log-normal.
- Ajuste de modelos bayesianos.
- Gráficos de efectos marginales para evaluar predicciones.

Captura de pantalla 2023-05-08 a la(s) 15.43.37.png

Código en R

A continuación se muestra un ejemplo de código utilizado en el análisis:

```
1
2 # =====
3 # AN LISIS BAYESIANO DE DE CON BLANQUEAMIENTO PARCIAL
4 # =====
5
6 # --- Paquetes necesarios
7 if (!require("brms")) install.packages("brms")
8 if (!require("ggplot2")) install.packages("ggplot2")
9 if (!require("tidyverse")) install.packages("tidyverse")
10 if (!require("patchwork")) install.packages("patchwork")
11
12 # --- Librerías
13 library(brms)
14 library(ggplot2)
15 library(tidyverse)
16 library(patchwork)
17
18 # =====
19 # PASO 1: Simular datos de dosis equivalente (De)
20 # =====
21
```

```
22 set.seed(2025)
23
24 n <- 100
25 true_De <- 3.5          # Dosis real (Gy)
26 sd_bleach <- 0.5        # Dispersi n por blanqueamiento parcial
27
28 # Dosis simuladas con distribuci n log-normal
29 de_values <- rlnorm(n, meanlog = log(true_De), sdlog = sd_bleach)
30
31 # Dataframe inicial
32 df <- data.frame(De = de_values)
33
34 # =====
35 # PASO 2: Visualizar la distribuci n original
36 # =====
37
38 hist_plot <- ggplot(df, aes(x = De)) +
39   geom_histogram(fill = "steelblue", bins = 25, color = "black") +
40   labs(title = "Distribuci n simulada de dosis equivalente (De)",
41        x = "Dosis equivalente (Gy)", y = "Frecuencia") +
42   theme_minimal()
43
44 print(hist_plot)
45
46 # =====
47 # PASO 3: Modelo bayesiano base
48 # =====
49
50 modelo_base <- brm(
51   De ~ 1,
52   data = df,
53   family = lognormal(),
54   prior = c(
55     prior(normal(1, 1), class = Intercept),
56     prior(cauchy(0, 1), class = sigma)
57   ),
58   chains = 4,
59   iter = 4000,
60   seed = 123,
61   silent = TRUE
62 )
63
64 summary(modelo_base)
65
66 # =====
67 # PASO 4: Simular variables ambientales (como en el art culo)
68 # =====
```

```

69
70 df$depth <- runif(n, 0, 5) # Profundidad en m
71 df$distance_to_water <- runif(n, -2, 2) # Nivel relativo al
    agua
72 df$texture <- sample(c("arenosa", "limosa", "arcillosa"), n,
    replace = TRUE)
73 df$texture_factor <- as.factor(df$texture)
74
75 # =====
76 # PASO 5: Modelo bayesiano extendido con covariables
77 # =====
78
79 modelo_ext <- brm(
80   De ~ depth + distance_to_water + texture_factor,
81   data = df,
82   family = lognormal(),
83   prior = c(
84     prior(normal(0, 1), class = b),
85     prior(normal(1, 1), class = Intercept),
86     prior(cauchy(0, 1), class = sigma)
87   ),
88   chains = 4,
89   iter = 4000,
90   seed = 456,
91   silent = TRUE
92 )
93
94 summary(modelo_ext)
95
96 # =====
97 # PASO 6: Visualizar relaciones con variables ambientales
98 # =====
99
100 # a) De vs Profundidad
101 plot_depth <- ggplot(df, aes(x = depth, y = De)) +
102   geom_point(color = "blue", alpha = 0.7) +
103   geom_smooth(method = "loess", color = "red", se = TRUE) +
104   labs(title = "Relaci n entre profundidad y De",
105     x = "Profundidad (m)", y = "Dosis equivalente (Gy)") +
106   theme_minimal()
107
108 # b) De vs distancia al nivel de agua
109 plot_water <- ggplot(df, aes(x = distance_to_water, y = De)) +
110   geom_point(color = "darkgreen", alpha = 0.7) +
111   geom_smooth(method = "loess", color = "red", se = TRUE) +
112   labs(title = "Relaci n entre distancia al agua y De",
113     x = "Distancia relativa al agua", y = "Dosis equivalente

```

```
113         (Gy)") +  
114     theme_minimal()  
115  
116 # c) De vs textura del sedimento  
117 plot_texture <- ggplot(df, aes(x = texture_factor, y = De)) +  
118     geom_boxplot(fill = "orange", color = "black") +  
119     labs(title = "Relaci n entre textura y De",  
120          x = "Textura del sedimento", y = "Dosis equivalente (Gy)") +  
121     theme_minimal()  
122  
123 # Mostrar gr ficas una por una  
124 print(plot_depth)  
125 print(plot_water)  
126 print(plot_texture)  
127  
128 # =====  
129 # PASO 7: Efectos marginales del modelo bayesiano extendido  
130 # =====  
131  
132 marginales <- marginal_effects(modelo_ext)  
133 plot(marginales, ask = FALSE)
```

Listing 1: Modelo bayesiano con **brms**

Este código puede modificarse para adaptarse a otros conjuntos de datos con variables similares.