

UNPHU

DETERMINACIÓN DE UNA ESCALA DE MAGNITUD LOCAL PARA REPÚBLICA DOMINICANA

Lic. Bernardo Rosario MSc.

br8075@unphu.edu.do

SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA
20 DE JULIO DEL 2021

INTRODUCCION

Escala de magnitud local de Richter

$$M_L = \log A - \log A_0 + S \quad (\text{Richter, 1935})$$

La escala de magnitud local fue desarrollada en 1935 para California, por Charles Francis Richter (Richter, 1935), la cual es una escala logarítmica que asigna un número para cuantificar la energía que es liberada en un sismo o terremoto.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Centro Nacional de Sismología (CNS), actualmente calcula la magnitud local de los sismos utilizando la ecuación propuesta por Richter para California.

SEISAN: usa un modelo de escala de magnitud local cuyos coeficientes son de California:

$$Ml = \log_{10}(\text{amp}) + 1.11\log_{10}(\text{dist}) + 0.00189\text{dist} - 2.09$$

OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Objetivos generales

- Determinar una escala de magnitud local M_L adecuada para la Republica Dominicana.

Objetivos específicos

- Calcular los parámetros de dispersión geométrica y de atenuación Anelastica.
- Determinar una función de corrección para este modelo.
- Comparar los resultados calculados por esta investigación con el modelo utilizado en el Centro Nacional de Sismología.
- Aplicar herramientas estadísticas para analizar de forma descriptiva los datos.

Metodología

Seleccionamos 149 terremotos ocurridos entre 1ero. de enero del año 2016 al 31 de diciembre del año 2018. Localizados entre la longitud -72.10 y -67.50 ; *latitud* 17.00 y 20.50 .

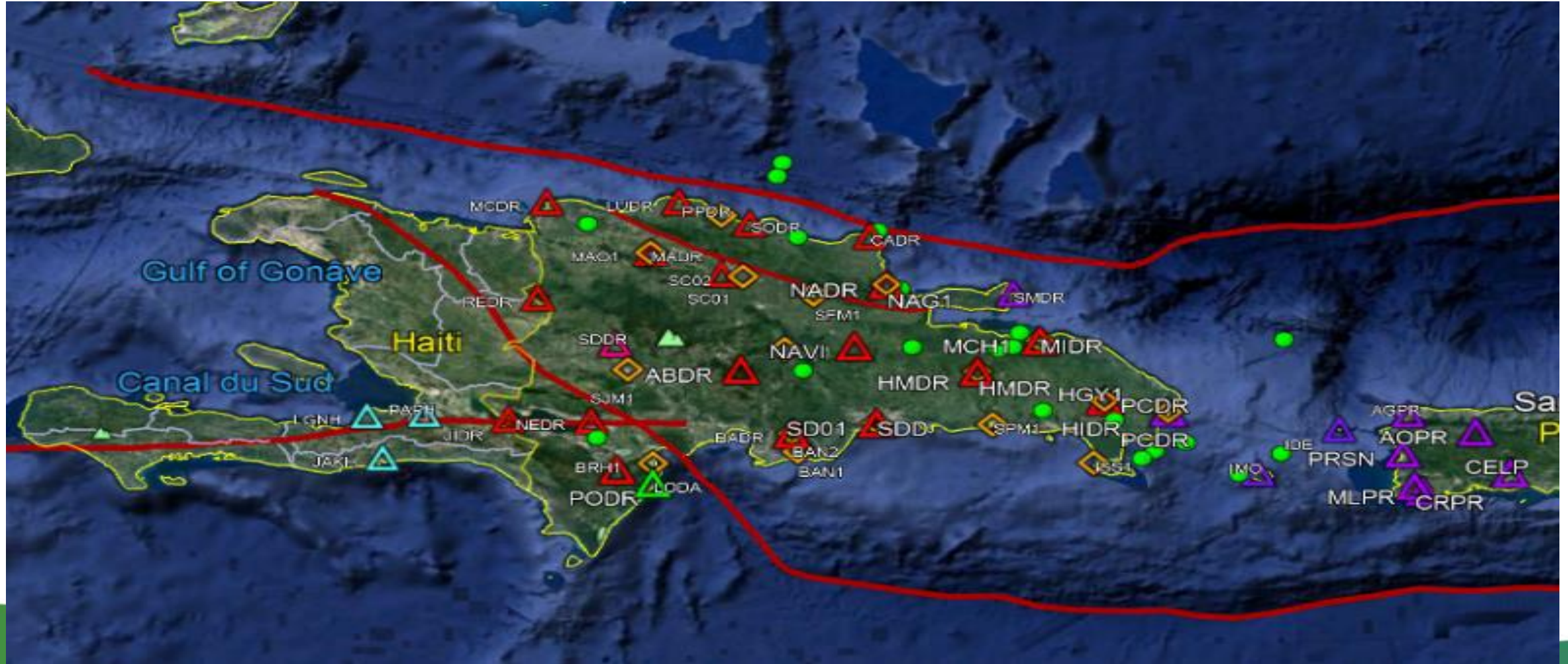


Figura 14. Muestra la ubicación de los sismos seleccionados para la construcción del modelo propuesto, las fallas, acelerómetros y sismógrafos.

$$-\log A_{ij} = n \log(r_{ij}) + K(r_{ij}) + 3.0 - M_{Li} + S_j \quad (\text{Hutton and Boore, 1987})$$



Figura A.1. Sismo ocurrido 02 de enero del 2016 a las 15:25

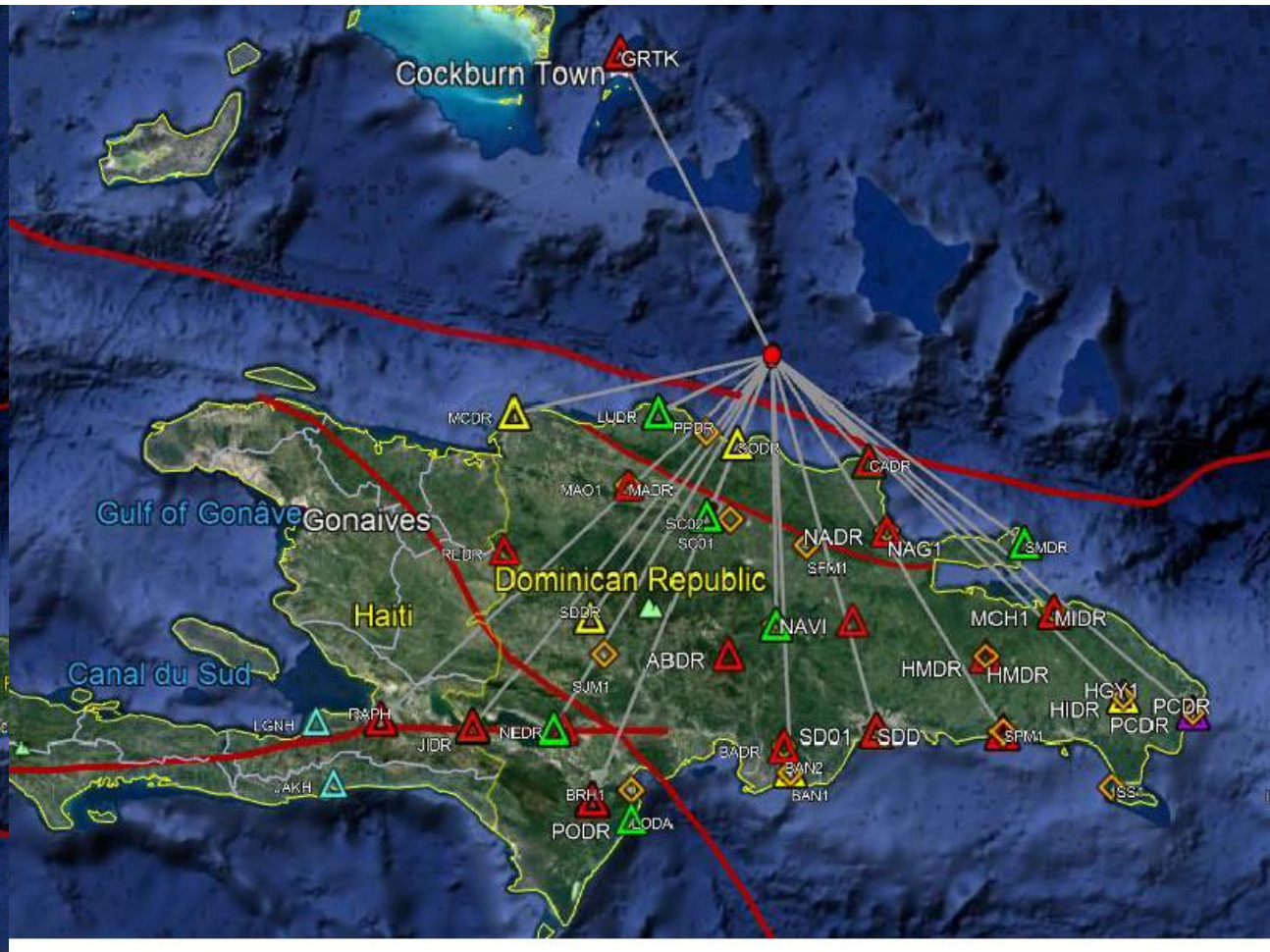


Figura A.14. Sismo ocurrido 16 de marzo del 2017 a las 00:54

$$M_L = \log A - \log A_0 + S, \quad (1) \quad (\text{Richter, 1935})$$

$$-\log A_{ij} = n \log(r_{ij}) + K(r_{ij}) + 3.0 - M_{Li} + S_j \quad (2) \quad (\text{Hutton and Boore, 1987})$$

Rearranging equation (2) gives

$$\begin{aligned} -n \log(r_{ij}/100) - K(r_{ij} - 100) + M_{Li} - S_j \\ = \log A_{ij} + 3.0, \end{aligned} \quad (3)$$

which can be cast into a standard matrix formation

$$\mathbf{Gm} = \mathbf{d}. \quad (4)$$

$$G = \begin{bmatrix} -\log(r_{11}/100) & -(r_{11} - 100) & 1 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ -\log(r_{12}/100) & -(r_{12} - 100) & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & -1 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ -\log(r_{p(q-1)}/100) & -(r_{p(q-1)} - 100) & 0 & \cdots & 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & -1 & 0 \\ -\log(r_{pq}/100) & -(r_{pq} - 100) & 0 & \cdots & 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}_{pq \times (p+q+2)}$$

$$m = \begin{bmatrix} n \\ K \\ M_{L_1} \\ \vdots \\ M_{L_p} \\ S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_{q-1} \\ S_q \end{bmatrix}_{(p+q+2) \times 1}$$

$$d = \begin{bmatrix} \log A_{11} + 3.0 \\ \log A_{12} + 3.0 \\ \vdots \\ \log A_{p(q-1)} + 3.0 \\ \log A_{pq} + 3.0 \end{bmatrix}_{pq \times 1}$$

$$m = G^{-1}Gm = G^{-1}d.$$

RESULTADOS

De la aplicación de la regresión lineal múltiple para todo el conjunto de datos se obtuvieron los valores de **dispersión geométrica** $n = 0,47237789$ y de **atenuación anelástica** $K = 0,0023670713$, permitiéndonos definir un factor de atenuación $-\log A_0$ como:

$$-\log A_0 = 0,47237789 \log\left(\frac{r}{100}\right) + 0,0023670713(r - 100) + 3.0$$

MODELO PROPUESTO

$$Ml = \log(A) + 0,47237789 \log\left(\frac{r}{100}\right) + 0,0023670713(r - 100) - 0.9150$$

coeficiente de determinación (R^2) de 0.88195



Ml (Seisan) y Ml (propuesta)

Mli (Seisan) Ml (propuesta)

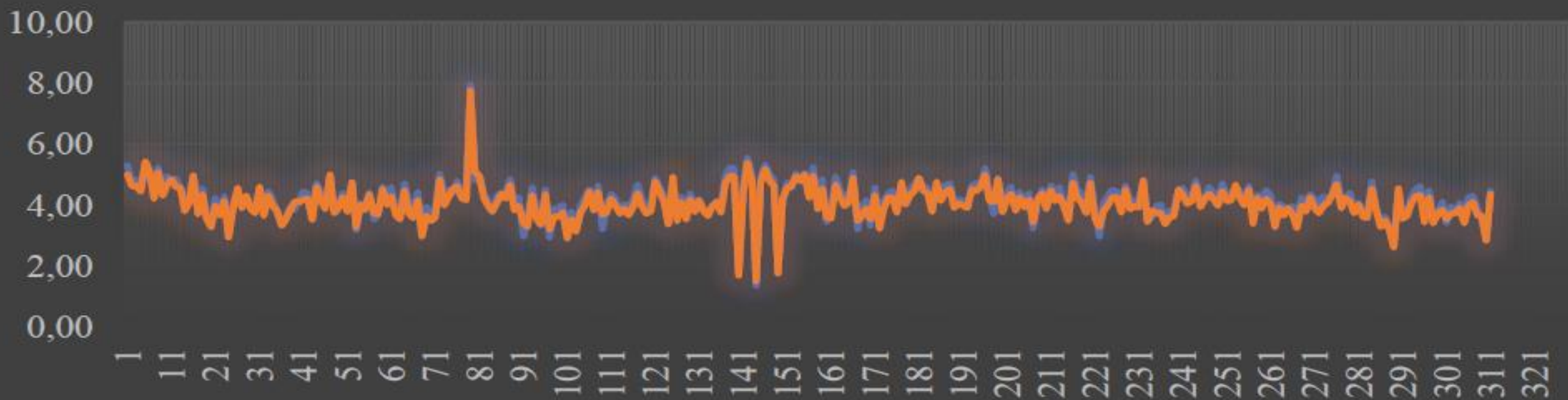


Figura 15. Grafica comparativa entre el modelo utilizado por el Seisan y el modelo propuesto por este trabajo.

FUNCIÓN DE ATENUACIÓN $-\log A_0$

$$-\log A_0 = 0,47237789 \log(r/100) + 0,0023670713(r - 100) + 3.0$$

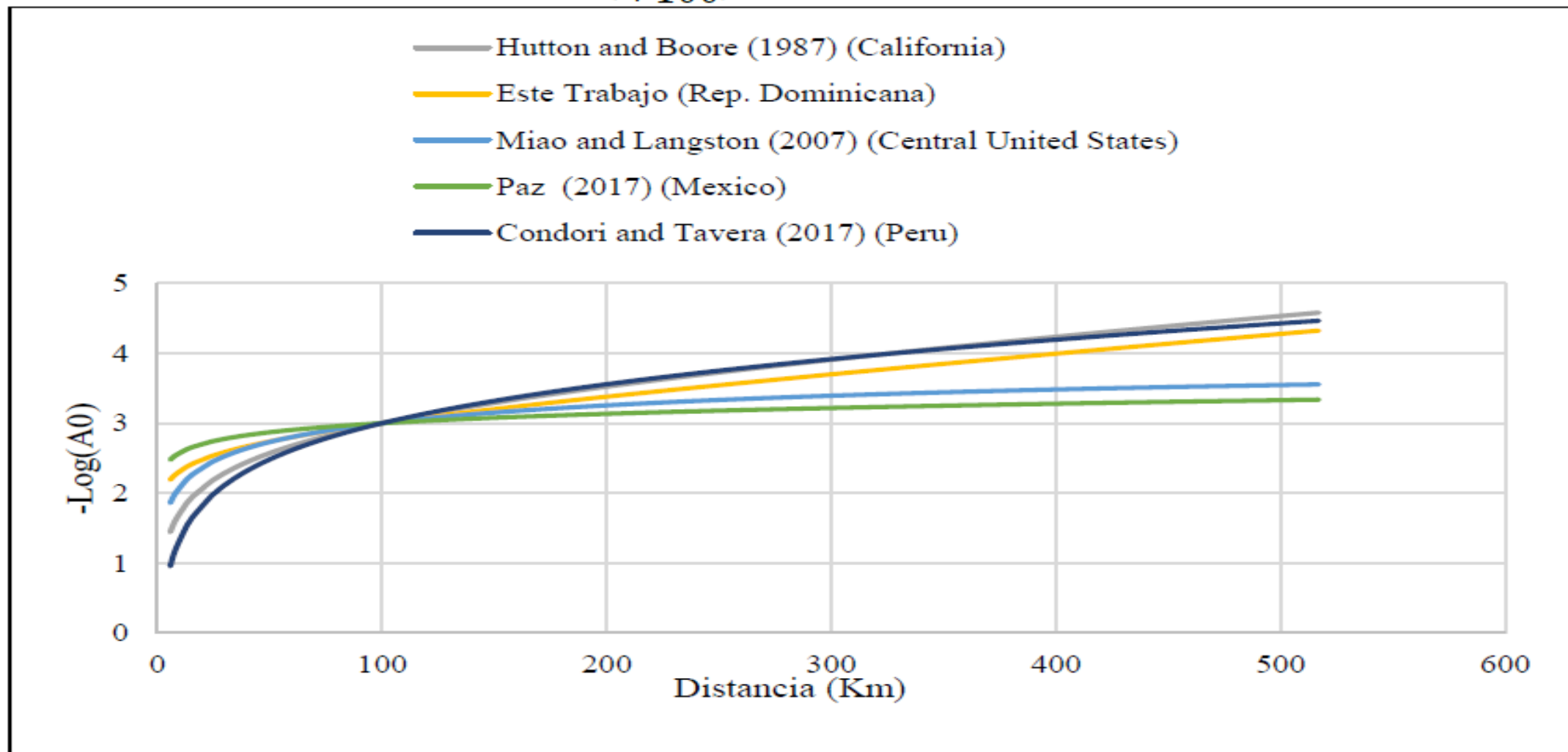


Figura 17. Comparación de $-\log A_0$ para la República Dominicana y otras regiones (con 20 sismos)

MODELO PROPUESTO, COMPARADO CON TODO EL CATÁLOGO DE DATOS (1,024 SISMOS)

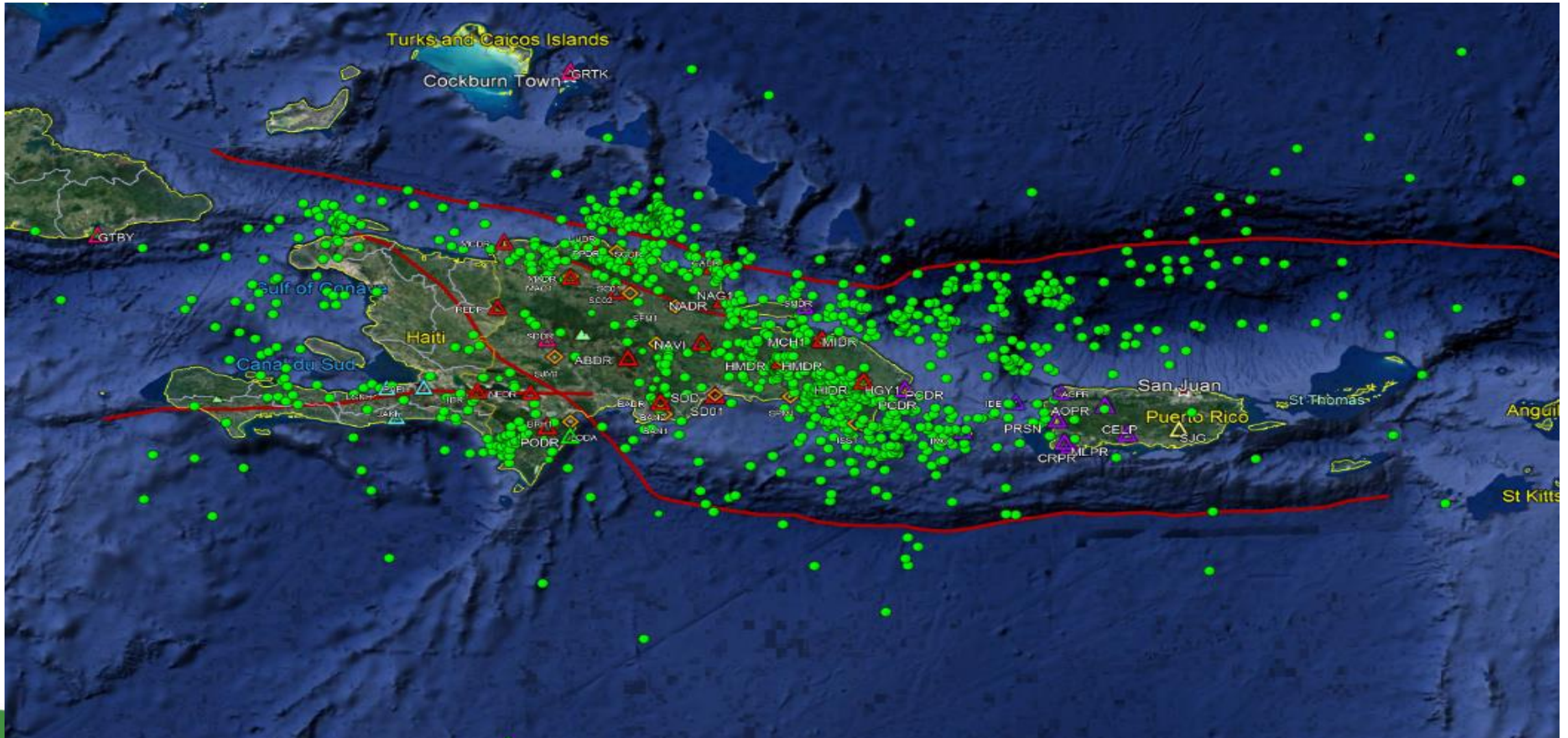


Figura 18. Localización de los 1,024 sismos registrados en el periodo 2016 a 2018 que fueron seleccionados y usados para el análisis estadístico-comparativo de nuestro modelo y el modelo del Seisan.

Tabla 4.1 Estadística Descriptiva de los resultados del modelo propuesto en este estudio y el modelo usado por el SEISAN

	<i>MI Propuesta</i>	<i>MI Seisan</i>
Media	3,02995931	3,15126525
Error típico	0,00658536	0,0068463
Mediana	2,92939465	3,05265091
Moda	1,06487045	0,83432107
Desviación estándar	0,78049751	0,81142322
Varianza de la muestra	0,60917636	0,65840765
Curtosis	1,31091152	1,30473597
Coefficiente de asimetría	0,66340977	0,57574116
Rango	11,178602	11,8813819
Mínimo	0,14727565	-0,46950038
Máximo	11,3258777	11,4118815
Suma	42561,8384	44265,823
Cuenta	14047	14047

Coeficiente de determinación (R^2) de 0,945418952.

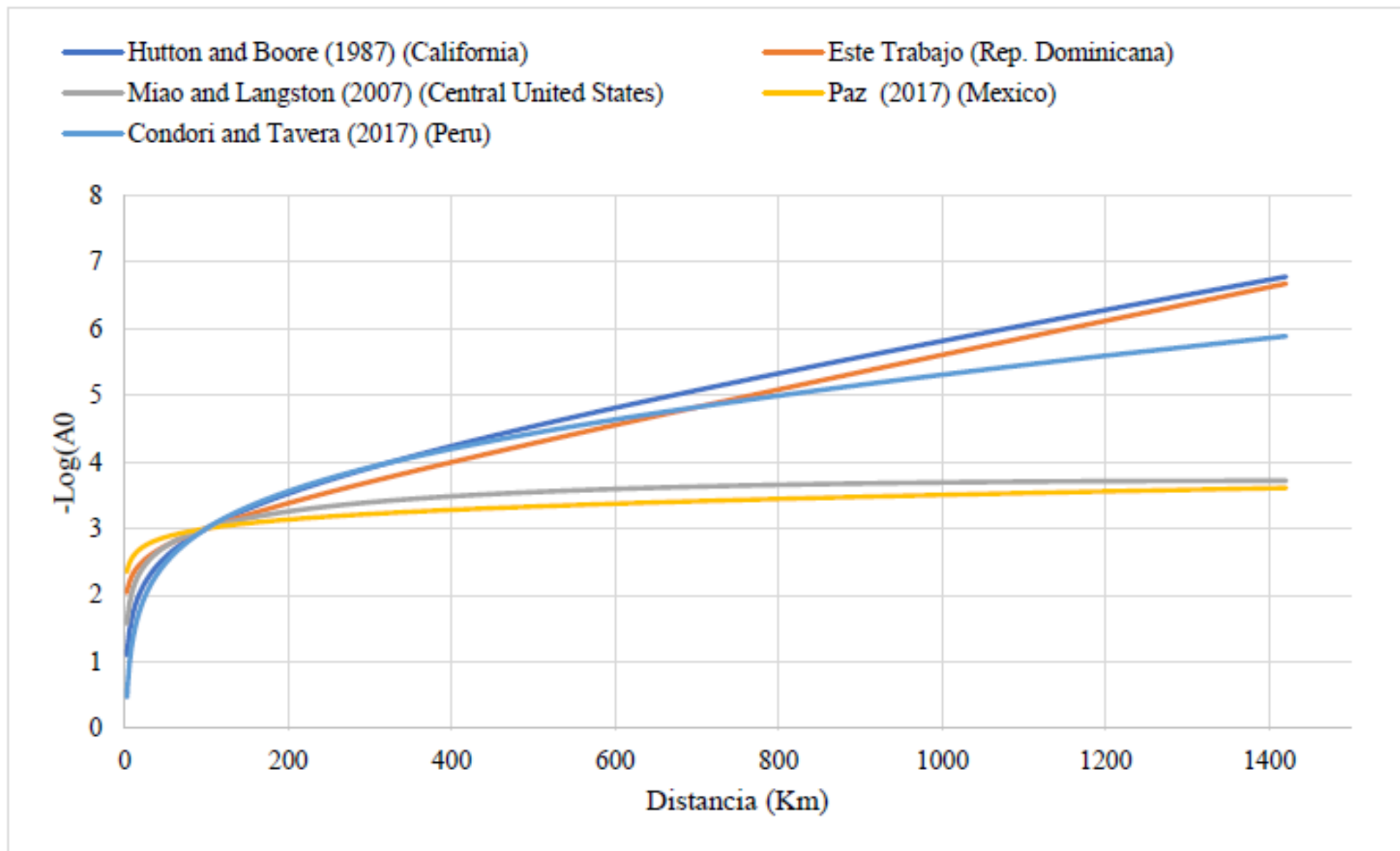


Figura 19. Comparación de $-\log A_0$ para la Republica Dominicana y otras regiones (usando el catálogo sísmico completo del periodo 2016 a 2018)

Conclusión

El modelo obtenido en este trabajo representa la primera escala de magnitud local M_l calculada para República Dominicana.

El propósito de este trabajo, y sus resultados, es hacer un aporte para mejorar el estudio de los terremotos en la República Dominicana. Contar con esta escala de magnitud local, que es aplicable a los sismos que ocurren en la República Dominicana, es un buen aporte para el desarrollo de los futuros estudios de sismos en la región.

Muchas Gracias