

Base de pronóstico futuro de terremoto en la Hispaniola y Puerto Rico

Ramón Delanoy, Andrés Moreta, Jottin Leonel Collado
Centro Nacional de Sismología UASD

Así como en la actualidad, durante la actividad ciclónica, el Centro Nacional de Huracanes vigila las inestabilidades de las masas de aire en las proximidades de las islas de Cabo Verde en África que dan origen a las formaciones de ciclones que afectan la región del Caribe y luego al Este de Estados Unidos; la vigilancia de la actividad sísmica en los contactos de la placa tectónica del Caribe puede ayudarnos a realizar pronóstico de terremotos para la Hispaniola.

Hemos observado que desde que existen registros instrumentales de los terremotos para la Hispaniola (1911), estos fenómenos pudieron ser inducidos por terremotos ocurridos en otras zonas de contacto de la placa de El Caribe, como lo son la placa de Cocos y al suroeste de la placa de Norteamérica en la zona de las Islas Caimán.

La figura 1 muestra el escenario tectónico de la Placa del Caribe, así como los movimientos promedio relativo con las placas circundantes, desde la Placa de Cocos al Oeste, la Placa de Norteamérica por la parte Norte y Este hacen una compresión sobre la Placa del Caribe, creando un desbalance de esfuerzos en sus límites.

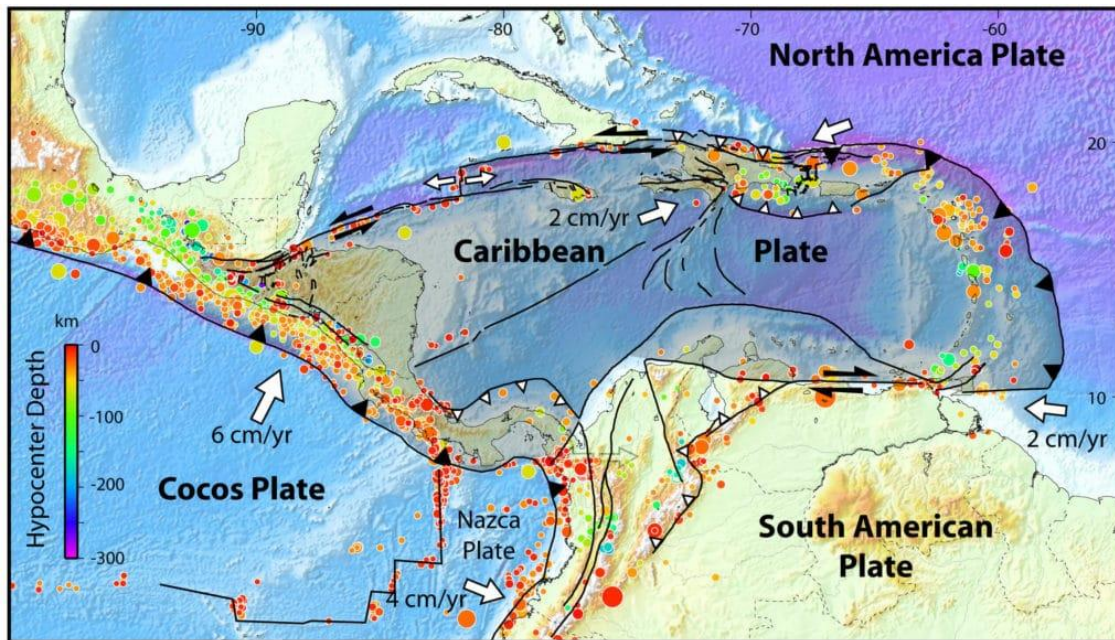


Figura 1: Tectónica de la Región del Caribe Fuente: Molnar and Sykes, 1969. Sombreado, podemos ver el área comprendida por la Placa del Caribe con sus tipos de mecanismos de subducción (triángulos negros), divergentes (flechas blancas pequeñas) y transformantes (flechas negras). Las flechas blancas gruesas muestran los promedios de los movimientos relativos de las placas. Los círculos muestran hipocentros de eventos con $M \geq 5$ (Symithe, 2015) Donde los colores muestran la profundidad de los mismos y su tamaño proporcional a su magnitud.

La energía que se libera de estas zonas con la ocurrencia de fuertes temblores, una parte importante migra a las regiones del otro extremo y se almacena aumentando el peligro sísmico en la parte este-noreste, desencadenando más tardes terremotos en estas regiones en un tiempo aproximado de dos años. Los epicentros que se han registrado en las fallas geológicas de la región, tal como los ocurridos en el 2010 (M=7.0) y 2021 (M=7.2) en la Hispaniola (Haití), relacionados a la falla Enriquillo Plantain Garden. Estos sismos fueron precedidos de uno de M=7.3 y de otro de M=7.7 respectivamente, ocurrido a lo largo del contacto de las Islas Caimán.

A diferencia que en meteorología, en sismología se cuenta con poca información si hacemos la comparación. Lo que pasa en la atmosfera se puede vigilar mediante satélite, aviones y estaciones meteorológicas; mientras que en sismología la vigilancia de lo que pasa en la litosfera es más complicado. Una vigilancia de la actividad sísmicas (Tabla 1) y observaciones satelitales por medio de GPS son actualmente las fuentes con se cuenta para dar seguimiento a las deformaciones y movimientos de los bloques que forman la corteza.

Tabla 1. Secuencia Sísmica durante el periodo 1916-2021 de la Placa del Caribe con $M \geq 6.4$. Los eventos resaltados en rojo tienen localización en La Hispaniola y Puerto Rico. Fuente: ISC-NEIC.

Año	Mes	Día	Ho	Mi	Seg	Latitud	Longitud	Prof	Mag
2021	8	14	12	29	8.45	18.434	-73.482	10	7.2
2020	1	28	19	10	24.92	19.419	-78.756	15	7.7
2020	1	7	8	24	25.26	17.869	-66.827	9	6.4
2018	1	10	2	51	33.29	17.483	-83.520	19	7.5
2017	9	8	4	49	19.18	15.022	-93.899	47	8.2
2014	10	14	3	51	34.46	12.526	-88.123	40	7.3
2014	1	13	4	1	3.24	19.043	-66.810	20	6.4
2012	11	7	16	35	46.93	13.988	-91.895	24	7.4
2012	8	27	4	37	19.43	12.139	-88.590	28	7.3
2012	9	5	14	42	7.80	10.085	-85.315	35	7.6
2010	1	12	21	53	10.06	18.443	-72.571	13	7.0
2009	5	28	8	24	46.56	16.731	-86.217	19	7.3
2004	10	9	21	26	53.69	11.422	-86.665	35	7.0
2003	9	22	4	45	36.24	19.777	-70.673	10	6.4
2001	1	13	17	33	32.38	13.049	-88.660	60	7.7
1985	3	16	14	54	0.72	17.013	-62.448	13	6.5
1984	6	24	11	17	11.92	17.984	-69.338	24	6.9
1983	12	2	3	9	5.66	14.066	-91.924	67	7.0
1983	4	3	2	50	1.18	8.717	-83.123	37	7.1
1982	6	19	6	21	58.00	13.332	-89.387	73	7.3
1974	7	13	1	18	22.80	7.747	-77.688	12	7.3
1971	6	11	12	56	4.00	17.907	-69.825	35	6.5
1970	4	29	14	1	35.00	14.520	-92.653	35	7.3
1967	10	15	8	0	52.00	11.925	-85.872	160	7.1

1962	7	26	8	14	46.00	7.512	-82.729	25	7.2
1962	4	20	5	47	56.00	20.378	-72.197	25	6.6
1962	1	8	1	0	26.00	18.272	-70.428	36	6.5
1956	10	24	14	42	18.00	11.682	-86.556	35	7.1
1953	5	31	19	58	39.00	19.451	-70.401	17	6.6
1950	10	23	16	13	28.00	14.310	-91.917	65	7.2
1950	10	5	16	9	42.00	10.481	-85.046	98	7.5
1948	4	21	20	22	7.00	19.252	-69.613	15	6.9
1946	8	8	13	28	33.00	19.538	-69.657	15	7.0
1946	8	4	17	51	10.00	19.083	-69.248	15	7.5
1944	6	28	7	58	56.00	14.315	-92.894	25	7.0
1943	7	29	3	2	17.00	18.905	-67.131	15	7.7
1942	8	6	23	37	2.00	13.862	-91.138	35	7.7
1941	12	6	21	24	49.00	8.523	-84.528	15	7.0
1941	12	5	20	47	3.00	8.396	-83.457	20	7.3
1920	2	10	22	7	18.00	18.619	-67.339	15	6.4
1919	4	17	20	53	9.00	14.229	-91.715	35	6.8
1918	10	11	14	14	42.00	18.802	-67.219	15	7.1
1916	2	27	20	21	14.00	11.542	-87.990	15	7.2

Si graficamos los hipocentros en rojo en la tabla 1 (figura 2), mostrando una cobertura espacio-temporal de la Hispaniola y Puerto Rico, se observa que los grandes terremotos ocurren tanto en la parte norte y sur de sus territorios.



Figura 2: Eventos Sísmicos de magnitud ≥ 6.4 registrados en la Hispaniola y Puerto Rico durante 1918-2021. Fuente: ISC-NEIC y Google Earth.

Por otro lado, podemos observar como en el mes de octubre 2021 (tabla 2) se registraron 10 eventos con $M \geq 4.0$, dando evidencias de una posible correlación también con eventos intermedios.

Tabla 2: Secuencia sísmica durante el mes de octubre del 2021, $M \geq 4.0$. (Los eventos en rojo fueron localizados en la Hispaniola e isla Vírgenes). Fuente: ISC-NEIC.

Año	Mes	Día	Ho	Mi	Seg	Latitud	Longitud	Prof	Mag
2021	10	18	11	16	0.247	12.2525	-88.0722	35	4.4
2021	10	16	18	27	29.256	18.7009	-81.7265	10	5.3
2021	10	16	7	7	43.656	11.5443	-60.0351	37	4.9
2021	10	15	23	2	47.177	13.1549	-89.2857	51	4.2
2021	10	15	18	44	34.776	17.1528	-85.131	10	4.6
2021	10	15	7	24	17.484	18.845	-74.1514	10	4.0
2021	10	14	3	12	56.65	18.3885	-68.221	143	4.5
2021	10	13	2	54	27.146	9.6298	-84.6702	10	4.7
2021	10	11	7	38	58.987	11.1775	-86.8972	27	4.0
2021	10	11	4	32	40.889	10.8984	-85.7776	59	4.2

En la tabla 3 y 4 observamos la actividad sísmica en la región de la Hispaniola y Puerto Rico, se puede observar que se han alternado entre el Sur y Norte durante lapsos de tiempo (en años) no periódicos. También que la recurrencia entre las regiones no obedece a ningún patrón u orden. Siendo el lapso de tiempo más largo en la región norte de 41 años y en la sur de 26. Se puede observar que la actividad sísmica en la región de la Hispaniola y Puerto Rico no ha seguido ningún período de recurrencia y que en ésta en general, nos dice, que en cualquier momento se puede producir un terremoto.

Tabla 3: Sismos de $M \geq 6.4$ (1918-2021) en la Hispaniola y Puerto Rico. Las magnitudes en rojo zona sur y negro a la norte. Los lapsos de tiempo verde corresponden a la zona sur y rojo a la norte. Fuente: ISC-NEIC.

Año	Mes	Día	Ho	Min	Seg	Latitud	Longitud	Prof	Mag	Recur	Lapso región
2021	8	14	12	29	8	18.408	-73.475	10	7.2	1	1
2020	1	7	8	24	25	17.869	-66.827	9	6.4	6	10
2014	1	13	4	1	3	19.043	-66.809	20	6.4	4	11
2010	1	12	21	53	10	18.443	-72.571	13	7.0	7	26
2003	9	22	4	45	36	19.777	-70.673	10	6.4	19	41
1984	6	24	11	17	12	17.984	-69.338	24	6.9	13	13
1971	6	11	12	56	4	17.907	-69.825	35	6.5	9	9
1962	4	20	5	47	56	20.378	-72.197	25	6.6	0	9
1962	1	8	1	0	26	18.272	-70.428	36	6.5	9	16
1953	5	31	19	58	39	19.451	-70.401	17	6.6	5	5
1948	4	21	20	22	7	19.252	-69.613	15	6.9	2	2
1946	8	8	13	28	33	19.538	-69.657	15	7.0	0	0
1946	8	4	17	51	10	19.083	-69.248	15	7.5	3	3
1943	7	29	3	2	17	18.905	-67.131	15	7.7	23	23
1920	2	10	22	7	18	18.619	-67.339	15	6.4	2	2
1918	10	11	14	14	42	18.802	-67.219	15	7.1	7	7

Tabla 4: Actividad sísmica por regiones Sur y Norte de la Hispaniola: Trinchera de los Muertos- Falla Septentrional. Fuente: ISC-NEIC

Región	Períodos	No. Eventos	Magnitud
Sur	25 (1918-1943)	3	7.1
Norte	7 (1946-1953)	4	7.0
Sur	22 (1962-1984)	3	6.6
Norte	52 (1962-2014)	3	6.4
Sur	11 (2010-2021)	3	6.9
Norte	¿?	¿?	¿?

Si nos concentramos en la Hispaniola, la cual cuenta con importantes sismos históricos (Tabla 5, Figura 3), esta actividad sísmica histórica nos muestra que la isla Hispaniola no sigue ningún patrón de recurrencia y que los lapsos de tiempo son muy variados entre un terremoto y otro. Además, aquellos lapsos mayores de 40 años donde no hay registro de sismos fuertes, posiblemente se debieron a que no fueron recopilados por la situación en que se encontraba la isla Hispaniola durante ese período.

Tabla 5: Sismos históricos con intensidades \geq VII. Fuente: Martínez Barrio.

Año	Mes	Día	Intensidad	Periodo	Pueblos afectados
1562			IX	47	La Vega Real, Puerto Plata y Santiago de Los Caballeros
1615	09	08	IX	69	Santo Domingo gravemente dañada. 1600-1700 período decadente de España.
1684			VIII	33	Santo Domingo y Azua y toda la región Sur
1751	10	18	VIII	0	Santo Domingo, El Seibo y Azua Generó un Tsunami.
1751	11	21	VII	10	Santo Domingo, El Seibo y Azua
1761	10	28	VIII	0	Santo Domingo.
1761	11	21	IX	9	Santo Domingo, Azua y San Juan de la Maguana.
1770	06	03	X	5	Sentido en Santo Domingo, Azua gravemente afectada. Haití
1775	10	05	VII	67	Santo Domingo, daños en la Catedral. España Boba. 1809-1822.
1842	05	07	X	18	Cabo Haitiano, Santiago, Puerto Plata, Azua y Santo Domingo. Generó un Tsunami. 5,500 muertos.
1860	04	08	X	21	Duvergé. Azua destruida. “Los turromotes”, levantamientos.
1881	08	19	VIII	6	Higüey
1887	09	23	VII	10	Monte Cristi, Haití.
1897	12	29	IX	14	Santiago, Puerto Plata, región Noroeste: Monte Cristi, Guayubín, Altamira y Navarrete.

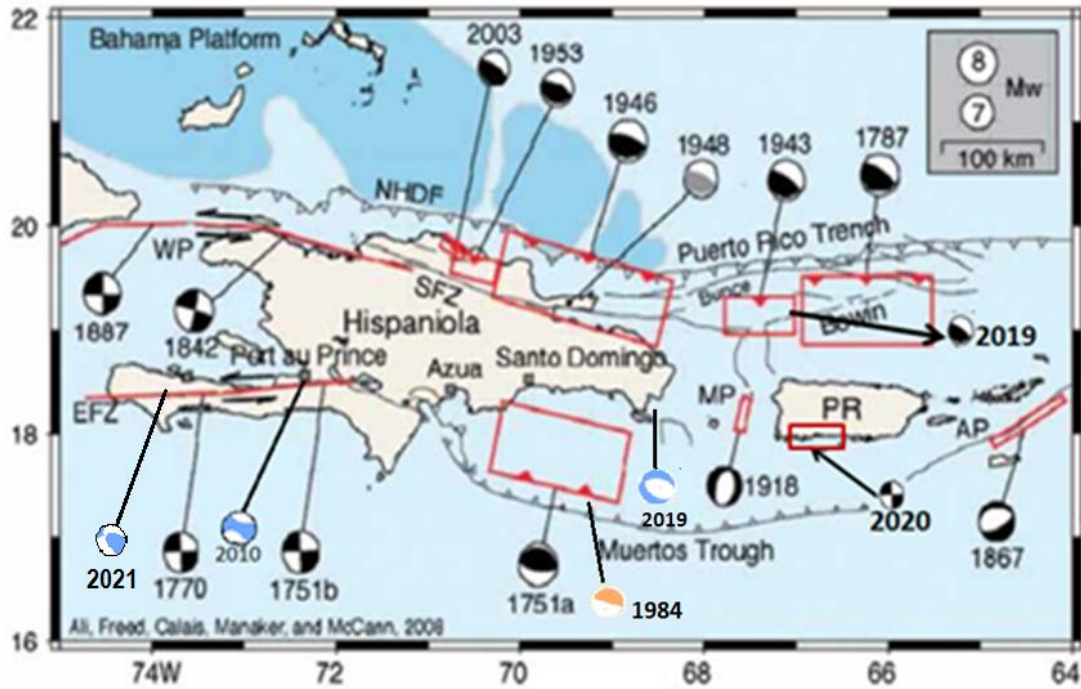


Figura 3. Distribución de sismos históricos en la isla Hispaniola y Puerto Rico (McCann, W.R., 1985), modificado. Los cuadros rojos muestran secuencias de eventos en distintos periodos y zonas. Las líneas grises muestran lineamientos y fallas de subducción, así como el límite de la Placa del Caribe y la Placa de Norteamérica. Las líneas rojas muestran los sistemas de fallas de Enriquillo Plantain Garden al sur de la isla y la falla Septentrional al norte. Mecanismos focales según (International Seismological Centre –ISC- y National Earthquake Information Center –NEIC-).