

Departamento de Geología

Geology Department

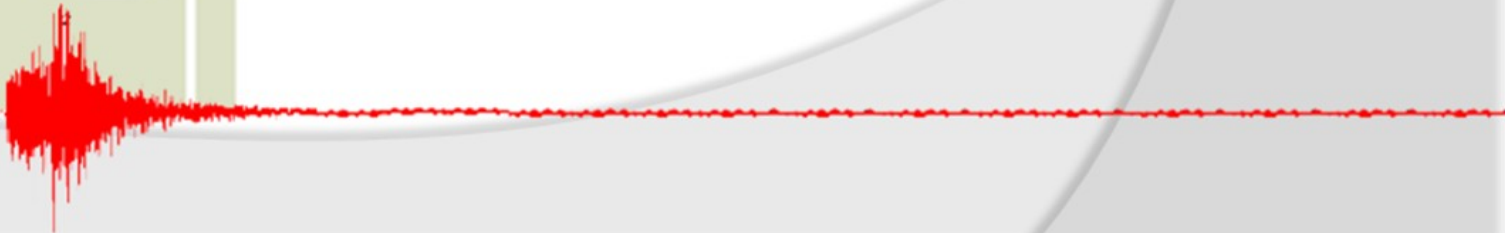
Recinto Universitario de Mayagüez
Puerto Rico Seismic Network, University of Puerto Rico, Mayagüez Campus

Red Sísmica de Puerto Rico

Universidad de Puerto Rico

Recinto Universitario de Mayagüez

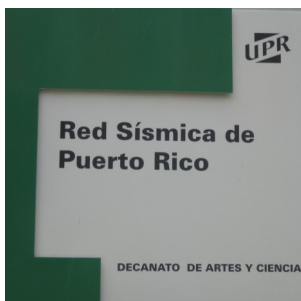
Informe Anual 2008





Puntos de interés:

- *Sismicidad Anual*
- *Sismos Sentidos*
- *Actividad Sísmica*
- *Enjambres Sísmicos*
- *Operaciones e Investigaciones*
- *Educación*



Contenido:

<i>Sismicidad Anual</i>	2
<i>Sismos Sentidos</i>	3
<i>Actividad Sísmica</i>	5
<i>Enjambres Sísmicos</i>	7
<i>Equipo de Monitoreo</i>	8
<i>Operaciones, e Investigaciones</i>	8
<i>Educación y Promulgación</i>	12
<i>Financiamiento</i>	13
<i>Personal</i>	14

Resumen Anual 2008

Este informe presenta la actividad sísmica que ha sido procesada por la Red Sísmica de Puerto Rico del Departamento de Geología (UPR-Mayagüez). También se incluye un resumen de las iniciativas especiales realizadas en la RSPR durante este año. Durante el 2008 la RSPR localizó 2,574 sismos en la Región de Puerto Rico (latitud 17.00°-20.00°N y longitud 63.50°-69.00°O), 225 temblores más que en el año anterior. Del total de la sismicidad, 53 temblores fueron reportados como sentidos. Las magnitudes de los eventos sísmicos calculadas este año por la RSPR variaron de 0.6 a 6.1, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 2.1 a 6.1. En cuanto a las profundidades estuvieron distribuidas entre 0.3 a 185.3 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 3.4 a 119.9 km. Durante este año la mayor liberación de energía ocurrió en el mes de octubre con un equivalente de 24.0 kilotones. La concentración de sismicidad para este año estuvo ampliamente distribuida en toda la Región de Puerto Rico. A través de su programa educativo, la RSPR impactó durante este año 19,178 personas en Puerto Rico e las Islas Vírgenes. Este informe está disponible a través del internet en nuestra página electrónica: <http://redsismica.uprm.edu>.

La Red Sísmica de Puerto Rico

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) del Departamento de Geología (UPR-Mayagüez) es la entidad encargada de monitorear, procesar e investigar la actividad sísmica y de tsunamis en la Región de Puerto Rico (latitud 17.00°-20.00°N y longitud 63.50°-69.00°O) e informar oportunamente los resultados para fines de seguridad pública, educación, ingeniería e investigación científica. La misión de la RSPR es informar de manera confiable y oportuna la generación y efectos de los terremotos y tsunamis para Puerto Rico e Islas Vírgenes. Uno de nuestros objetivos es ampliar el conocimiento sobre terremotos, tsunamis, sus potenciales efectos y medidas de preparación y mitigación de manera accesible a la población.



Sistemas de Localización Automática (Early Bird) y Monitoreo de Mareógrafos



Facilidades de la RSPR UPR-Mayagüez

“Durante el 2008 la RSPR localizó un total de 2,574 sismos.”

Sismicidad Anual 2008

Durante el 2008 la RSPR localizó 2,574 sismos (Figura 1). En comparación con el año 2007 (2,349 sismos) la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 9.6%. En 2008 se localizaron 225 temblores más que en el año anterior (2007). En los últimos 10 años, el 2008 ha sido el año con mayor actividad sísmica registrada. El mes de mayor actividad sísmica fue noviembre con un total de 524 sismos, mientras que

el de menor actividad fue septiembre con 102 (Figura 2). Del total de la sismicidad, 53 temblores (2.06%) fueron reportados como sentidos (Figura 3). El aumento de sismicidad procesada se debe a una combinación de factores entre los cuales tenemos, la mejora en el sistema de acopio y análisis y el aumento de actividad sísmica (especialmente al norte y noreste de Puerto Rico y las Islas Vírgenes).

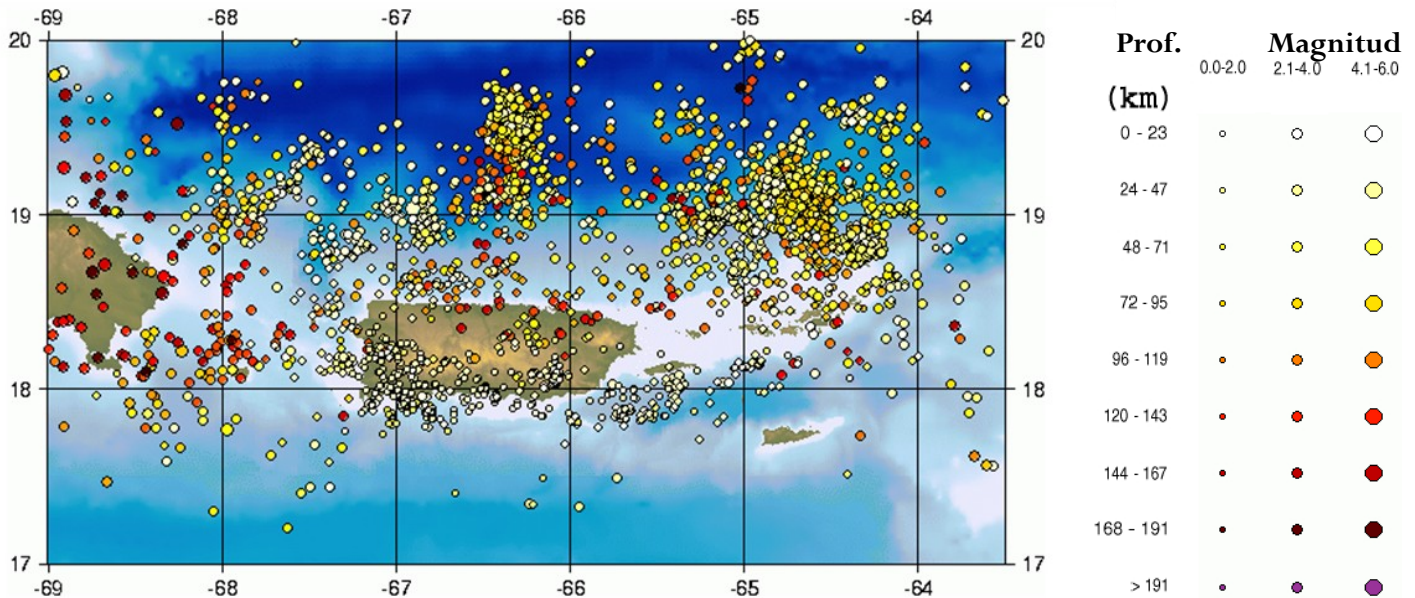


Figura 1. Mapa epicentral de los sismos localizados por la RSPR para el año 2008 (RSPR-UPRM)

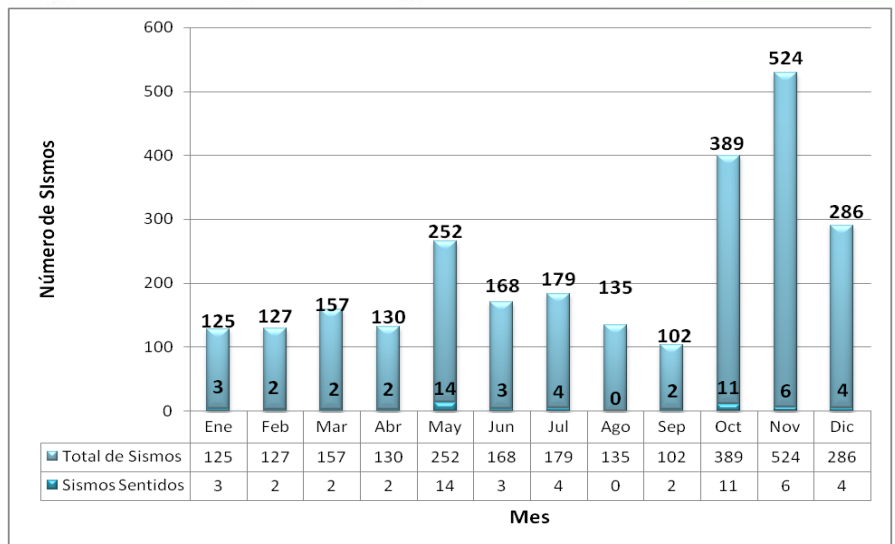


Figura 2. Distribución mensual de sismos localizados y/o reportados como sentidos durante el 2008 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR- UPRM)

Sismos Sentidos 2008

Durante el 2008 se reportaron 53 temblores como sentidos (Tabla 1). El sismo sentido de mayor magnitud (6.1 Mw) ocurrió el 11 de octubre a las 06:40:11 (hora local). Este sismo fuerte fue sentido en todo Puerto Rico, las Islas Vírgenes Británicas y Estadounidenses. El mismo fue localizado al norte de las Islas Vírgenes, a 137 kms al NE de Fajardo, Puerto Rico; en la latitud 19.282° N y la longitud 64.832° O, con una profundidad de 26 km. La RSPR recibió 202 reportes siendo la intensidad máxima de VI (Escala Mercalli Modificada) en Las Piedras, Puerto Rico (Figuras 6 y 7). La mayor actividad sísmica reportada como sentida durante este año se concentró en la Región Sur con un total de 13 temblores. Le siguió la Trinchera de Puerto Rico con un total de 8 sismos (Tabla 2, Figura 3).

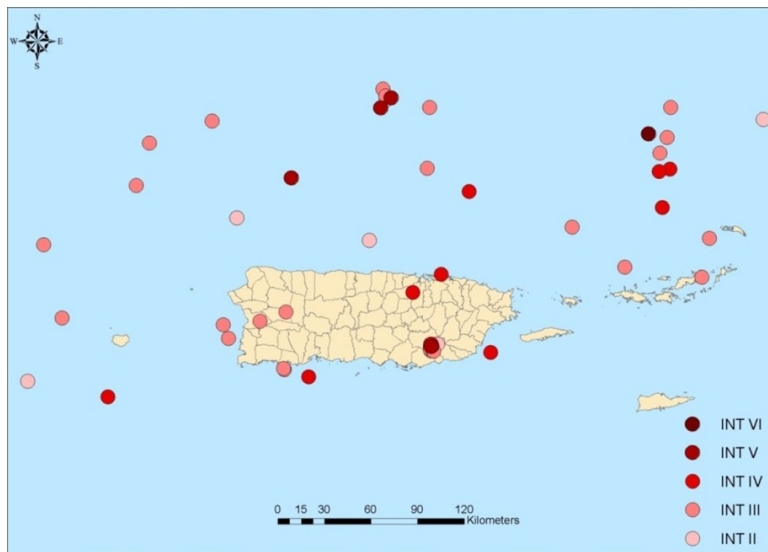


Figura 3. Mapa epicentral de los sismos sentidos en Puerto Rico (PR) e Islas Vírgenes (IV) para el año 2008 (RSPR-UPRM).

En los pasados 10 años, el 2008 ha tenido la mayor cantidad de sismos reportados como sentidos con un total de 53 temblores. Esta cantidad representa el 2.06% de la actividad sísmica total del mencionado año (Figura 4). El año con menor cantidad de sismos reportados como sentidos fue el 1998 con 12 temblores.

*“Del total de la sismicidad,
53 temblores fueron
reportados como sentidos.”*

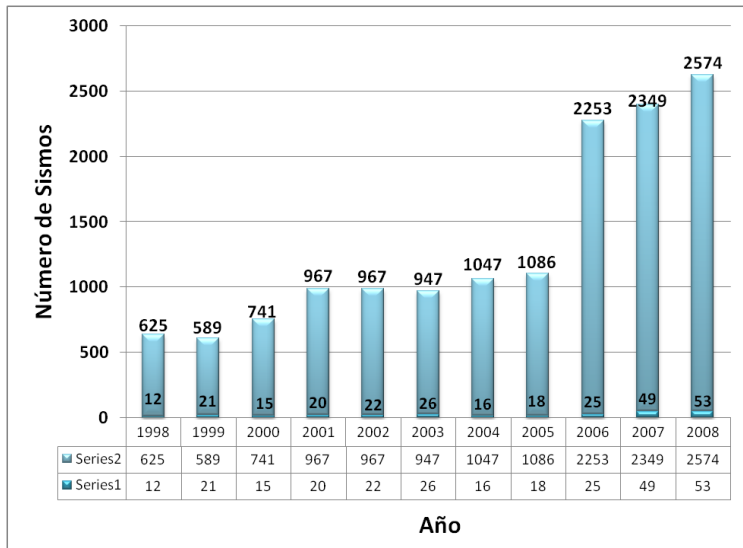


Figura 4. Distribución anual de sismos localizados y/o reportados como sentidos en la Región de Puerto Rico desde 1998 hasta 2008 por la RSPR (RSPR-UPRM)

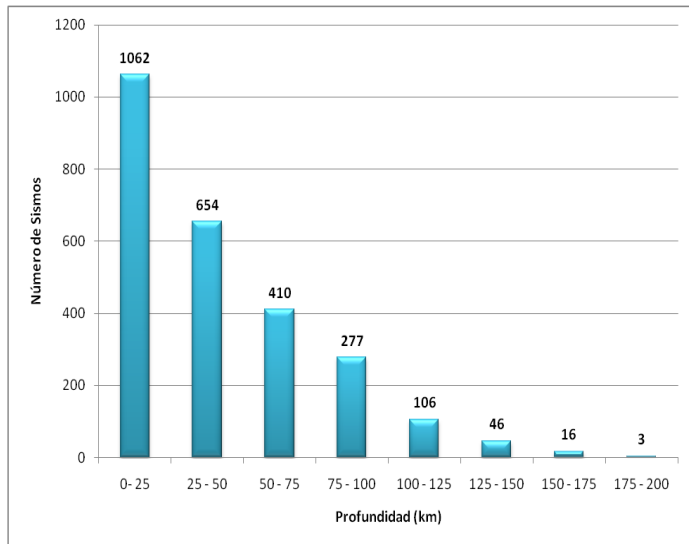


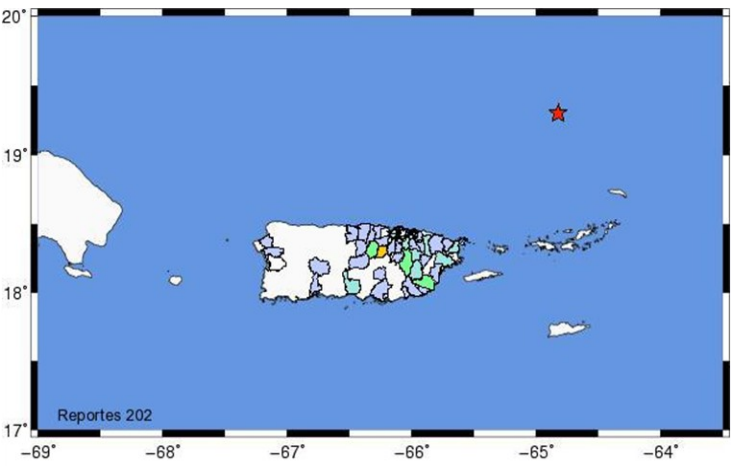
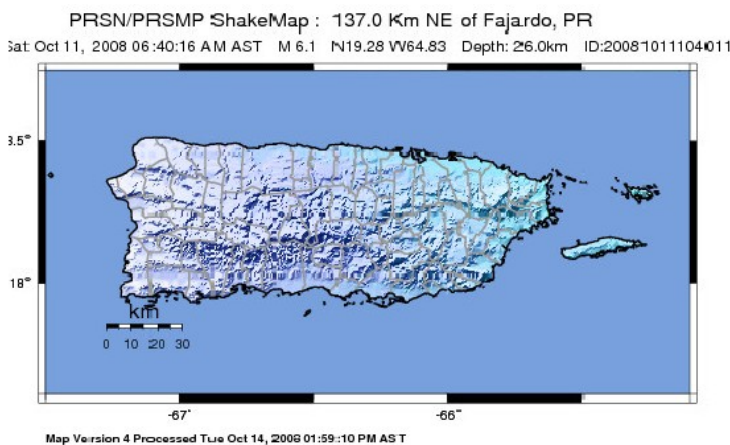
Figura 5. Distribución de sismos por profundidad para el 2008 en la Región de Puerto Rico (RSPR-UPRM)

Tabla 1: Sismos sentidos durante el 2008 (RSPR-UPRM).

Fecha	Hora Local	Lat. N	Long. O	Prof. (km)	Magnitud (fmag)	Intensidad Máxima (MM)	Localización
2008/01/16	00:11:56	17.762	67.967	61.9	4.1	IV- Moca	Pasaje de Mona
2008/01/23	01:08:31	18.100	67.200	16.5	3.3	III- Cabo Rojo	Oeste de Puerto Rico
2008/01/25	19:32:54	18.948	65.874	23.6	3.7	IV- San Juan	Norte de Puerto Rico
2008/02/01	21:16:04	18.667	66.452	85.4	3.5	II- Adjuntas	Norte de Puerto Rico
2008/02/04	03:43:53	19.028	66.902	14.5	5.0	V- Noroeste de Puerto Rico	Zona de la Falla de los 19° N
2008/03/13	01:38:32	17.853	68.431	41.0	3.7	II- Bayamón	Este de República Dominicana
2008/03/28	17:15:05	17.918	66.944	7.3	3.0	III- Guánica	Sur de Puerto Rico
2008/04/15	02:34:50	18.035	66.098	6.4	2.7	II- Guayama	Zona de la Falla Septentrional
2008/04/23	03:12:19	19.356	67.363	4.1	3.4	III- Mayagüez	Trinchera de Puerto Rico
2008/05/03	02:36:43	19.364	64.167	49.5	4.4	II- Carolina	Zona Sísmica del Sombrero
2008/05/05	16:14:40	18.028	66.096	5.3	2.1	III- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/05	16:45:36	18.037	66.099	6.6	2.4	III- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/06	02:34:38	19.229	67.725	49.7	3.1	III- Aguada	Zona de la Falla Septentrional
2008/05/06	08:06:53	18.982	67.803	7.1	3.8	III- Mayagüez	Zona de la Falla Septentrional
2008/05/06	21:05:51	18.054	66.094	8.0	2.7	V- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/06	22:29:05	18.030	66.083	8.1	2.7	III- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/13	11:06:00	17.927	66.949	6.8	3.1	III- Guánica	Sur de Puerto Rico
2008/05/14	18:04:54	18.025	66.079	17.5	2.3	III- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/14	20:47:53	18.057	66.097	7.2	2.8	II- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/15	04:48:18	18.067	66.092	5.6	3.0	IV- Cayey	Sur de Puerto Rico
2008/05/15	05:28:56	18.071	66.055	5.9	2.3	II- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/16	09:44:28	18.065	66.098	8.6	2.6	III- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/05/21	01:42:01	18.453	64.524	64.6	2.6	III- San Juan	Plataforma de las Islas Vírgenes
2008/06/16	10:10:12	18.743	65.275	52.8	3.4	IV- Naguabo	Zona Sísmica del Sombrero
2008/06/19	14:06:14	18.796	67.220	12.3	3.6	II- Mayagüez	Norte de Puerto Rico
2008/06/24	00:11:23	18.055	66.089	6.6	3.1	IV- Guayama	Sur de Puerto Rico
2008/07/18	06:55:59	18.217	68.232	78.4	4.1	III- Mayagüez	Este de República Dominicana
2008/07/22	03:32:10	18.856	64.754	3.4	3.2	IV- Comerío	Plataforma de las Islas Vírgenes
2008/07/22	09:29:25	18.640	68.339	127.3	4.1	III- Aguada	Este de República Dominicana
2008/07/28	23:25:22	18.366	66.200	47.4	2.9	IV- San Juan	Región Central de Puerto Rico
2008/09/16	07:31:26	19.083	66.116	7.5	3.7	III- San Juan	Zona de la Falla de los 19° N
2008/09/19	14:08:54	18.470	66.035	119.9	3.8	IV- Guaynabo	Norte de Puerto Rico
2008/10/11	06:40:11	19.282	64.832	26.0	6.1	VI- Las Piedras	Zona Sísmica del Sombrero
2008/10/12	18:38:32	18.510	64.970	20.0	2.2	III- Fajardo	Plataforma de las Islas Vírgenes
2008/10/13	01:30:26	19.079	64.710	74.0	3.3	IV- Humacao	Zona Sísmica del Sombrero
2008/10/13	18:14:53	18.677	64.480	83.0	3.1	III- Caguas	Plataforma de las Islas Vírgenes
2008/10/13	21:32:08	19.170	64.760	10.0	3.3	III- Bayamón	Zona Sísmica del Sombrero
2008/10/13	22:32:34	17.877	66.803	4.6	2.2	IV- Utuado	Sur de Puerto Rico
2008/10/18	01:37:41	18.253	66.934	15.9	2.2	III- Sábana Grande	Región Central de Puerto Rico
2008/10/18	06:33:23	19.541	66.373	46.3	3.3	III- Carolina	Trinchera de Puerto Rico
2008/10/21	04:55:55	19.261	64.725	68.6	3.3	III- Bayamón	Zona Sísmica del Sombrero
2008/10/22	22:17:56	18.198	67.085	6.4	2.8	III- Mayagüez	Oeste de Puerto Rico
2008/10/27	21:33:05	19.064	64.772	77.2	3.3	IV- Carolina	Zona Sísmica del Sombrero
2008/11/02	16:42:33	19.431	66.383	10.0	5.5	V- San Juan	Trinchera de Puerto Rico

Sismos Sentidos 2008 (cont.)

Fecha	Hora Local	Lat. N	Long. O	Prof. (km)	Magnitud (fmag)	Intensidad Máxima (MM)	Localización
2008/11/11	21:37:11	19.434	66.101	21.0	3.2	III- Dorado	Zona de la Falla de los 19° N
2008/11/13	10:53:00	19.479	66.354	15.0	4.7	II- San Juan	Trinchera de Puerto Rico
2008/11/18	06:37:52	18.018	65.749	15.1	3.1	IV- Humacao	Este de Puerto Rico
2008/11/23	05:05:25	19.490	66.325	47.8	4.8	V- San Juan	Trinchera de Puerto Rico
2008/11/25	01:55:19	18.179	67.297	21.0	3.3	V- Mayagüez	Región al Oeste de Puerto Rico
2008/12/01	20:33:17	19.500	66.357	35.0	4.0	III- San Juan	Sur de Puerto Rico
2008/12/18	13:13:48	18.778	69.362	94.0	4.9	IV- Mayagüez	República Dominicana
2008/12/19	21:46:50	19.475	64.177	48.8	3.4	III- Dorado	Trinchera de Puerto Rico
2008/12/25	02:01:56	19.435	64.705	20.0	3.1	III- Río Grande	Trinchera de Puerto Rico



RED SISMICA DE PUERTO RICO - ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA									
MOVIMIENTO PERCIBIDO	Ninguno	Debil	Ligero	Moderado	Fuerte	May Fuerte	Severo	Violento	Extremo
EFFECTOS ASOCIADOS	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Minimos	Ligeros	Apreciables	Significativos	Mayores	May Fuertes
INTENSIDAD	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Figura 6. Mapa teórico de intensidad (ShakeMap) del sismo del día 11 de octubre de 2008 (RSPR-UPRM)

Figura 7. Mapa de intensidad en comunidades por internet (CIIM), indicando los municipios y sus respectivas intensidades reportadas para el temblor del día 11 de octubre de 2008 (RSPR-UPRM)

Actividad Sísmica

La concentración de sismicidad para este año estuvo ampliamente distribuida en toda la Región de Puerto Rico (Figura 1). Las regiones sísmicas con mayor actividad fueron la Zona Sísmica del Sombrero con 505 temblores y la Trinchera de Puerto Rico con un total de 413 sismos (Tabla 2). Les siguió la Zona de la Falla de los 19°N, en donde se localizaron 362 sismos. Las regiones de menor actividad sísmica durante el 2008 fueron: la Plataforma de Santa Cruz y las regiones Noroeste y Noreste de PR con tres sismos cada una. Durante este año las profundidades de los sismos variaron de 0.3 km a 185.3 km (Figura

5) siendo los sismos con profundidades de 0 a 25 km los más frecuentes (con 1,062 sismos). Las magnitudes calculadas este año por la RSPR variaron de 0.6 a 6.1, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 2.1 a 6.1 (Figura 8). El rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos va de 2-3 con 1,182 sismos, seguido por magnitudes de 3-4. El año anterior (2007) el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos fue de 2-3 con 1,159 sismos. La tendencia de la distribución sísmica por magnitud durante los últimos diez años muestra que el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos

Actividad Sísmica

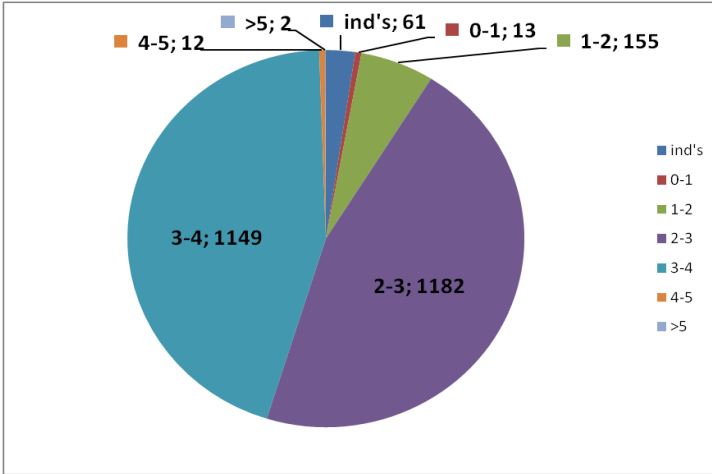


Figura 8. Distribución de magnitudes de los sismos localizados durante el 2008 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM)

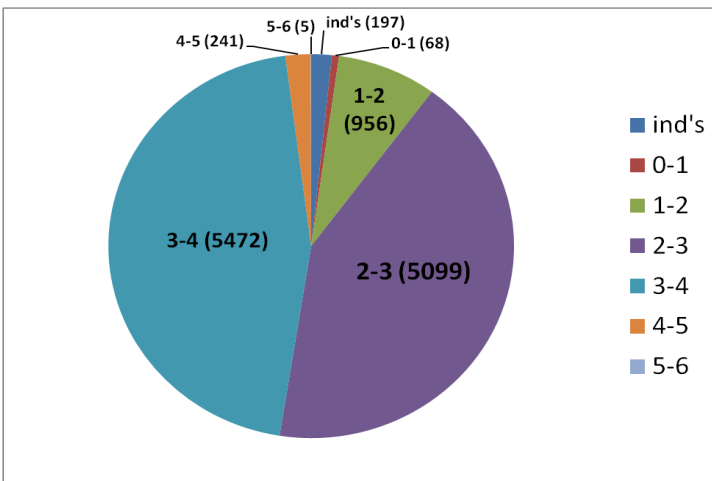


Figura 9. Distribución de magnitudes de los sismos localizados entre 1998 y 2008 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM)

va de 3-4 con 5,472 sismos, seguido por magnitudes de 2-3 con 5,099 temblores (Figura 9).

Durante este año la mayor liberación de energía ocurrió en el mes de octubre con un equivalente de 24.0 kilotones (Figura 10). Este aumento se debe a la energía liberada por el temblor de magnitud 6.1 del 11 de octubre de 2008. En este año, con 30.8 kilotones, hubo un aumento de 7.8 veces de liberación de energía comparado con el año anterior (2007, 3.9 kilotones). La distribución de la energía liberada durante los pasados 10 años muestra que el año con mayor liberación de energía fue el 2008 con 30.8 kilotones (Figura 11).

Tabla 2: Distribución de la sismicidad por regiones sísmicas durante el 2008 (RSPR-UPRM).

Región Sísmica	Total	Sismos sentidos
Región Central de PR	87	2
Región Sur de PR	128	12
Región Sureste de PR	0	0
Región Este de PR	8	0
Región Noreste de PR	3	0
Región Norte de PR	14	0
Región Noroeste de PR	3	0
Región Oeste de PR	48	1
Región Suroeste de PR	19	0
Región al Sur Puerto Rico	114	2
Región Oeste de PR	24	2
Región Norte de PR	107	4
Región Este de PR	45	1
Trinchera de PR	413	7
Trinchera de Muertos	18	0
Islas de Barlovento	15	0
Plataforma de Santa Cruz	3	0
Dorsal de Santa Cruz	0	0
Este de Republica Dominicana	69	3
Zona de la Falla Septentrional	102	3
Pasaje de Mona	58	1
Cañón de la Mona	77	0
Zona de la falla de los 19°N	362	3
Zona Sísmica del Sombrero	505	7
Plataforma de las Islas Vírgenes	288	4
Santa Cruz	0	0
Depresión de las Islas Vírgenes	41	0
Pasaje de Anegada	23	0
TOTAL	2,574	53

El total de la energía liberada durante este año es equivalente a aproximadamente 1.5 veces la energía liberada por la bomba de Hiroshima. Desde 1998 hasta el 2008 la RSPR ha localizado 14,145 sismos en la Región de Puerto Rico, 2,119 sismos más que en el periodo de 1997 a 2007 (12,036 temblores).

Actividad Sísmica (cont.)

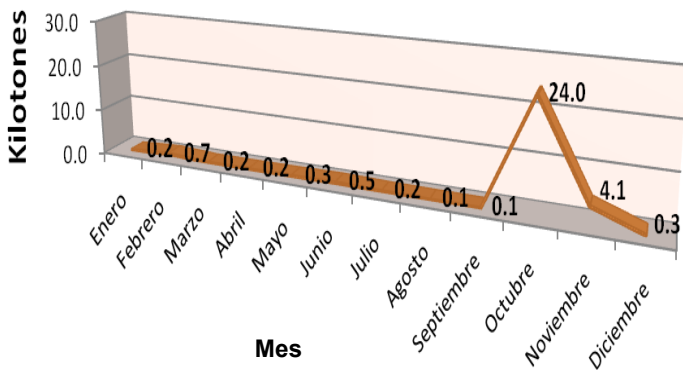


Figura 10. Energía sísmica liberada en la Región de Puerto Rico durante el 2008 (RSPR-UPRM)

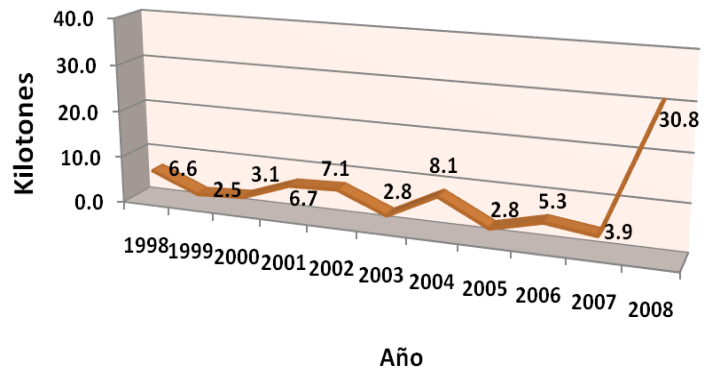


Figura 11. Energía sísmica liberada en la Región de Puerto Rico desde 1998 hasta 2008 (RSPR-UPRM)

Enjambres Sísmicos 2008

Un enjambre de sismos ocurre cuando hay una secuencia de temblores en la misma región en un lapso de pocas horas o días. En el 2008, se generaron 22 enjambres de sismos en la Región de Puerto Rico. El enjambre con mayor cantidad de sismos ocurrió entre los días 22 al 24 de marzo. Este enjambre consistió de eventos sísmicos ubicados mayormente en la Zona de la Falla de los 19°N y una pequeña parte asociada a la Región Norte de PR. Durante estos días, la RSPR localizó un total de 23 sismos (ninguno sentido).

Los enjambres sísmicos generados durante el 2008 se describen en la Tabla 3.

“En el 2008 se generaron 22 enjambres de sismos en la Región de Puerto Rico.”

Tabla 3: Descripción de los enjambres sísmicos ocurridos durante el 2008 (RSPR-UPRM)

Región del Enjambre	Periodo	Número de Sismos
1. Zona Sísmica del Sombrero	26/febrero	9 eventos en 2 horas
2. Zona de la falla de los 19° N	22-24/marzo	23 sismos en 48 horas
3. Zona Sísmica del Sombrero	1 6-17/abril	8 sismos en 4 horas
4. Zona Sísmica del Sombrero	26-27/abril	6 sismos en 6 horas
5. Zona Sísmica del Sombrero	2/mayo	5 sismos en 2 horas
6. Zona de la Falla Septentrional	6/mayo	7 sismos en 3 horas
7. Región al Sur de PR	6-7/mayo	7 sismos en 7 horas
8. Región al Sur de PR	13/mayo	5 sismos en 3 horas
9. Trinchera de PR	7/junio	5 sismos en 3 horas
11. Zona Sísmica del Sombrero	18/julio	4 sismos en 1 hora
12. Zona Sísmica del Sombrero	19/julio	5 sismos en 7 horas
13. Zona Sísmica del Sombrero	26/julio	6 sismos en 2 horas
14. Región Sur de PR	9/agosto	4 sismos en 2 horas
15. Zona Sísmica del Sombrero	29/agosto	5 sismos en 2 horas
16. Cañón de la Mona	6/septiembre	3 sismos en 1 hora
17. Plataforma de las Islas Vírgenes	8/septiembre	3 sismos en 1 hora
18. Región Sur de PR	13/octubre	7 sismos en 1.5 horas
20. Región Oeste de PR	22/octubre	7 sismos en 1 hora
21. Zona Sísmica del Sombrero	17/diciembre	10 sismos en 3 horas
22. Zona de la Falla de los 19° N	19/diciembre	10 sismos en 3 horas

Equipo de Monitoreo

En el 2008 la RSPR operó 23 estaciones sísmicas de un total de 25, de las cuales 16 son de banda ancha y 9 son estaciones de periodo corto (Figura 12). Durante este año se le ha brindado mantenimiento de rutina a estas estaciones en y fuera de Puerto Rico. También se terminó la instalación de la red de GPS, la cual incluye seis estaciones permanentes y cuatro temporeras. Por otro lado, la instalación de la red de mareógrafos fue completada y actualmente consta de 16 medidores de mareas, cada uno con dos sensores de nivel de agua, 10 operados por el NOS (“National Ocean Service, NOAA”) y 6 por la RSPR. Esta red tiene la capacidad para detectar tsunamis (“TsunamiReady Tide Gauges”). Las estaciones mareográficas de la RSPR también incluyen equipo meteorológico. Estas estaciones fueron financiadas por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés). Los datos de estas estaciones se incorporaron a los procesos rutinarios de la RSPR.

“En el 2008 se completó la instalación de la red de mareógrafos.”

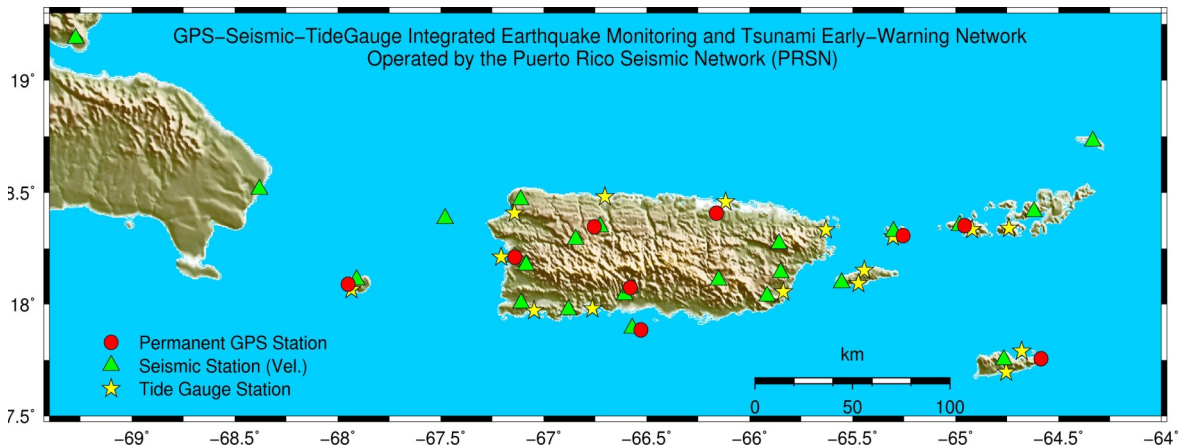


Figura 12. Mapa con la distribución de las estaciones operadas por la RSPR (GPS permanentes, sismómetros y mareógrafos, RSPR-UPRM)

Operaciones e Investigaciones

Durante el 2008 se mejoraron significativamente las operaciones de la RSPR y se realizaron trabajos de investigación, así como proyectos especiales. Como parte del sistema emergente de alerta de tsunamis, la RSPR continúa mejorando los sistemas de detección y análisis de temblores en Puerto Rico y el Caribe, cuyo objetivo es reportar eventos con potencial de generación de tsunamis en el menor tiempo posible. En marzo de 2008 se amplió el horario de trabajo de la RSPR a 24 horas, los 7 días de la semana. Esto era necesario para atender eventos sísmicos todo el tiempo. Para poder cumplir con el nuevo horario se contrataron analistas de datos adicionales y personal de apoyo. También se aumentó el número de estudiantes que trabajan en el área de análisis, educación,

administración e informática. Esto fue posible gracias a los fondos otorgados a la RSPR mediante la Ley 106 de 2002 del Gobierno de Puerto Rico, acuerdos interagenciales de 2007 y 2008 con la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD) y un contrato con la “National Oceanic Atmospheric Administration” (NOAA).

En el 2008 se continuó participando y colaborando con en el Grupo Coordinador Intergubernamental para el Sistema de Alerta de Tsunamis y Otras Amenazas del Caribe y Regiones Adyacentes (Caribe EWS) de la UNESCO/IOC.

Operaciones e Investigaciones (cont.)



Estación mareógrafo de Vieques

Este grupo ha realizado esfuerzos importantes dirigidos a mejorar las capacidades de los países participantes, establecer un Centro de Alerta de Tsunamis del Caribe y un Centro Caribeño de Información de Tsunamis. De la misma forma, se promueven programas de intercambio de datos sísmicos y de nivel del mar en tiempo real en estrecha cooperación con las redes regionales y mundiales. Mediante estas colaboraciones la RSPR monitorea sobre 75 estaciones de otras redes como parte de su Sistema de Alerta de Tsunamis para Puerto Rico y el Caribe (Figura 13).

Con fondos de NOAA, en el 2008, se mejoró la calidad de los equipos y del sistema de análisis de la RSPR. Durante este año se continuaron los esfuerzos, con fondos del USGS, para la modernización de la estación sísmica de Isla de Mona.

La RSPR organizó y llevó a cabo el "IOC-GLOSS-PRSN Caribbean Training Course for Operators of Sea Level Stations" del 23 al 27 de

junio. El propósito del curso fue proveer a los operadores de estaciones de nivel del mar, las destrezas y herramientas para responder a una alerta de tsunamis y otros peligros costeros. También se enfocó en el consorcio IOCARIBEGOOS, el cual promueve el desarrollo y sustentabilidad del "Caribbean Sea Level Array" y su integración al Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe y Otros Peligros Costeros ("Caribbean Tsunami and Other Coastal Hazards Warning System"). Un total de treinta y una personas del área técnica y científica de redes alrededor del Caribe, América del Sur, América Central y EU, participaron en este curso como estudiantes o presentadores.

En el 2008 se completó la implementación del sistema "Did You Feel It?", mediante el cual el público puede reportar un evento sísmico sentido y ayudar a los científicos en la recopilación de información de intensidades.

En agosto, sismólogos y personal de la Red Sísmica, en colaboración con científicos del Departamento de Geología e Ingeniería Civil, comenzaron una investigación formal en relación al aumento en la sismicidad y ocurrencia de enjambres observados durante los pasados tres años (2006-2008) en la región Sureste de PR (figura 14). Esta área es comprendida por los pueblos de Guayama, Arroyo, Patillas y Ca-



Figura 13. Estaciones sísmicas monitoreadas por la RSPR como parte del Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe (RSPR-UPRM).

yey. Se realizó trabajo de campo en el área durante el mes de noviembre. Además, se comenzó a caracterizar la sismicidad de la zona, encontrándose un aumento de un 200% en la sismicidad y que éstos sismos se concentran a profundidades de 4 a 8 km. Durante 2007-2008 han sido reportado como sentido diecinueve (19) de los eventos sísmicos ocurridos en el área bajo estudio. La intensidad máxima reportada ha sido de V en la Escala Mercalli Modificada. Para poder definir mejor el área de sismicidad, determinar los parámetros de las fallas y la distribución de estrés en la zona, se evaluó la efectividad de utilizar métodos

de Correlación Cruzada de Formas de Onda (“Waveform Cross Correlation”) y Análisis de Tiempo—Frecuencia. Con el propósito de continuar y mejorar la vigilancia y evaluación de la sismicidad y riesgo sísmico, en esta región estaremos concentrando nuestros esfuerzos futuros para la identificación y solicitud de fondos mediante propuestas a entidades estatales y federales.

Durante el 2008, gracias al auspicio del proyecto MRI-NSF, se comenzó con la instalación de 6 estaciones de la red de GPS de tiempo real y alta precisión para Puerto Rico e Islas Vírgenes. La RSPR continuamente recibe datos



Vulcanólogo del Departamento de Geología (UPRM) examinando área del Lago Carite en Guayama.

de estas estaciones (en intervalos de 15-segs. y 1-segs.) que son archivadas rutinariamente (gps1.uprm.edu) y también pueden ser accesados en el archivo electrónico de UNAVCO (<http://facility.unavco.org/data/dai2/app/dai2.html>). Esta nueva red de GPS complementará los datos existentes de la RSPR y del Programa de Movimiento Fuerte de PR, con miras a mejorar una respuesta rápida para terremotos y tsunamis. La red de alta precisión de GPS, permitirá a los científicos monitorear temblores de periodo largo, movimiento del terreno y deformación en la corteza terrestre que no se puede obtener con los sismómetros. El sistema integrado de sismómetro-acelerómetro-GPS para monitorear terremotos mejora el conocimiento en la propagación de ondas sísmicas, cinemática y dinámica del proceso de ruptura, deformación pre-sísmica, cósmica y post sísmica.

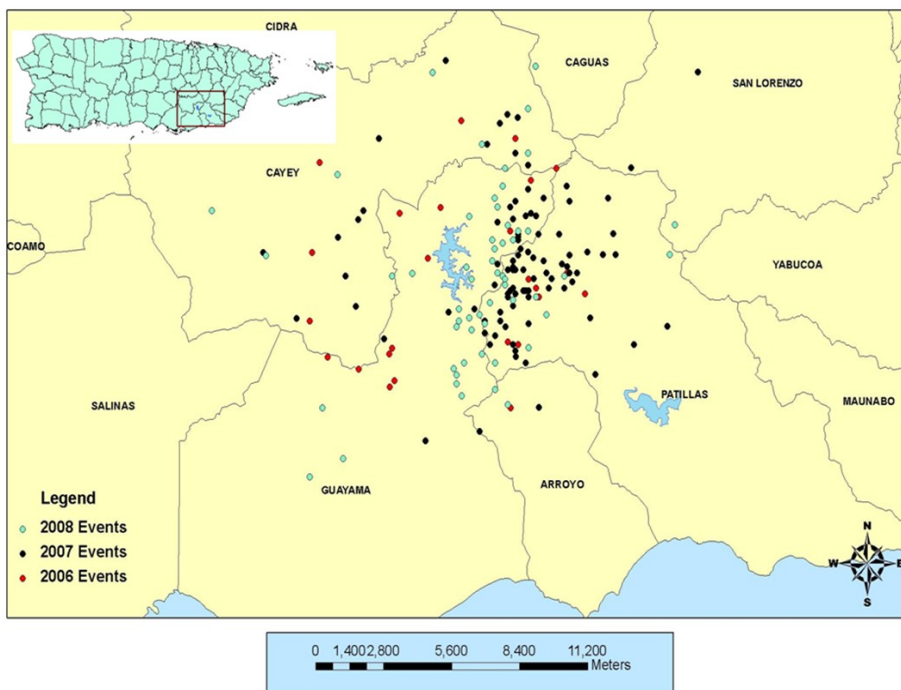


Figura 14. Sismicidad en el área sureste de Puerto Rico (2006-2008) (RSPR-UPRM)

Operaciones e Investigaciones (cont.)

También resultaría muy útil para el mejoramiento y diseños críticos de estructuras.

Durante el semestre académico (2008-09) se realizaron dos investigaciones subgraduadas del Departamento de Geología (UPRM), dirigidas principalmente al monitoreo del nivel del mar en la Bahía de Mayagüez y al deslizamiento de la comunidad Cerca del Cielo en Ponce. Ambos proyectos fueron auspiciados por MRI-NSF.

En este año también se culminó una investigación graduada en la cual se caracterizó el ruido de fondo para Puerto Rico utilizando datos de once estaciones sísmicas de



Estación de GPS en la Comunidad Cerca del Cielo en Ponce

banda ancha durante el periodo desde el 2005 al 2007. Los datos se calibraron y se convirtieron en el formato SEED ("Standard for Exchange Earthquake Data") y luego se utilizó el programa PQLX para el análisis del ruido. Se caracterizaron cuatro ruidos diferentes: el cultural, del viento, del agua y el



Instalación de Broadcast de la RSPR en Control Estatal de AEMEAD

geológico; también aquel asociado a micro-sismicidad y ruidos causados por los artefactos del sistema como pérdida de datos por intervalos de tiempo y problemas técnicos. Esto es muy útil para la RSPR en términos de control de la calidad de los datos. También se realizaron variaciones diurnas y temporales geográficas del ruido sísmico. En general se observó que la RSPR tiene un buen rendimiento en las estaciones de banda ancha y se necesitan mejoras para disminuir el ruido cultural.

Con el auspicio de la Fundación Nacional de Ciencias, mediante el Proyecto TSUNAMOS, buscamos mejorar el entendimiento de la evolución de los tsunamis en las zonas costeras. Este es un proyecto colaborativo de la Universidad de Texas A&M, la Universidad de Cornell, la Universidad de Hawaii y el Departamento de Ciencias Marinas y la Red Sísmica de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. La contribución de la UPRM ha sido participar en experimentos en el Tanque de Tsunamis de la Universidad de Oregon, integrar el modelo Coulwave en el modelo de inundación de tsunamis de NOAA y

mejorar las capacidades del personal de puertos en Puerto Rico e Islas Vírgenes ante los tsunamis.

En el 2008 el personal de la RSPR participó en talleres, simposios y conferencias científicas y técnicas de las siguientes organizaciones: "American Geophysical Union" (AGU), "Seismological Society of America" (SSA), "Incorporated Research Institutions for Seismology" (IRIS), "National Tsunami Hazard Mitigation Program" (NTHMP), "International Center for Geohazards" (ICG), "University Navstar Consortium" (UNAVCO), "IOC-GLOSS-PRSN Caribbean Training Course for Operators of Sea Level Stations", "Seismology, Seismic Data Analysis, Hazard Assessment and Risk Mitigation GFZ International Training Course" (Costa Rica) y el Simposio Anual de Geología del Caribe (Departamento de Geología-UPRM).

Se instaló el programa de "Broadcast" el cual es un sistema de mensajería con el propósito de alertar a los oficiales de AEMEAD de forma rápida sobre la ocurrencia de cualquier temblor de magnitud mayor o igual a 3.5 o sentidos en nuestra Área de Responsabilidad (AOR). Esta herramienta a su vez actualiza automáticamente la información del temblor en la página de internet de la RSPR.

Educación y Promulgación

El programa educativo tuvo a su cargo un total de 126 actividades educativas. El programa educativo es una iniciativa conjunta de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR), el Departamento de Geología del Recinto Universitario de Puerto Rico y el Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico (PMFPR). Recibe también la aportación de NOAA a través de sus programas “TsunamiReady” y Amenaza y Mitigación de Tsunamis (NTHMP por sus siglas en inglés).

En el 2008 la RSPR continuó ofreciendo charlas educativas tanto en nuestras facilidades como en diferentes municipios de P.R. La RSPR impactó a un total de 19,178 personas de escuelas públicas y privadas, Recintos de la UPR, universidades privadas, iglesias, agencias públicas y privadas, la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD) y Oficinas Municipales para el Manejo de Emergencias (OMME), ferias, convenciones y hospitales. Además, la



Instalación de rótulos de zonas vulnerables al efecto de tsunamis

RSPR impactó a niños de 4to grado de las diferentes zonas educativas, en aspectos de prevención de emergencias mediante el Programa Aprendo y Prevengo de FEMA. Se celebraron dos talleres, uno para periodistas y otro de GPS para maestros de escuelas a nivel intermedio y superior.

El 10 de octubre de 2008 se celebró la Semana de las Ciencias Terrestres con una Casa Abierta en el Coliseo Rafael A. Mangual del Recinto Universitario de Mayagüez, con el lema “¡Niños al Aire Libre!” donde participaron alrededor de 3,000 estudiantes de toda la Isla. Contamos además con la participación de más de 45 exhibidores de varias agencias del gobierno, programas del recinto, compañías privadas y entidades sin fines de lucro, tales como: la Red Sísmica de Puerto Rico, el Departamento de Geología, el Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico, el Museo de Geología, el Programa “TsunamiReady”, el Laboratorio GERS, el Programa Sea Grant, el Programa Ciencias Sobre Ruedas, la Sociedad de Estudiantes de Geofísica y la Sociedad Geológica Estudiantil, todas de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. También participaron el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, el Jardín Zoológico de Puerto Rico Juan A. Rivero, el

Servicio Nacional de Meteorología, Servicio Geológico de los Estados Unidos, entre otros.

Mediante el programa de preparación de comunidades en caso de tsunamis, “TsunamiReady”, del “National Tsunami Hazard Mitigation Program” (NTHMP, por sus siglas en inglés) la RSPR trabajó con los municipios de Añasco, Dorado, Rincón, Carolina y Lajas. Como parte de las actividades del programa NTHMP se presentó el Libro de Tsunamis: “¡Alerta! ¡Tsunami! ¡Maremoto!” por la Primera Dama, Luisa Gándara, junto al alcalde José G. Rodríguez en el municipio de Mayagüez. Además, se completaron los mapas de desalojo en caso de tsunamis para Dorado y Lajas. Se instalaron rótulos para orientar a la ciudadanía y a los visitantes sobre las zonas de peligro, rutas de desalojo y áreas de asamblea en caso de tsunamis. Se llevaron a cabo dos talleres TsunamiReady en los municipios de Lajas y Carolina.



Taller de GPS para maestros

Educación y Promulgación (cont.)

Como parte del programa Tsunami Ready, se realizaron simulacros de Tsunamis en los municipios de Lajas y Dorado. Los simulacros fueron diseñados para establecer un ambiente de aprendizaje para los participantes y revisar las políticas y procedimientos ante un terremoto que genere un tsunami. Además los municipios de Lajas y Dorado completaron los requisitos TsunamiReady durante el 2008.

Durante todo el 2008, la página de Internet de la RSPR (<http://redsismica.uprm.edu>) estuvo en continua actualización con los más recientes resultados de la sismicidad para la Región de Puer-

tran accesibles los informes mensuales y anuales de sismicidad y los boletines de sismos sentidos.

En la página de internet se puede encontrar el trasfondo histórico de los tsunamis en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes, información sobre planes de desalojo, educación de los diferentes niveles escolares, videos, revistas y presentaciones, disponibles para la comunidad científica y el público en general. También, la comunidad científica, el público en general, y la prensa pueden suscribirse a las listas de correo electrónico para recibir informes de sismos en Puerto Rico.



Presentación Libro de Tsunamis para niños por la Primera Dama y el Alcalde de Mayagüez



Simulacro de terremoto con personal de AEMEAD en el municipio de Dorado



Simulacro en la Escuela Dolores Faría, Mayagüez



Casa Abierta de la Semana de las Ciencias Terrestres 2008



Mesa de Exhibición de TsunamiReady en la Casa Abierta de la Semana de las Ciencias Terrestres

Financiamiento

El funcionamiento, las mejoras y los proyectos realizados en la RSPR durante este año, fueron posibles gracias a la asignación de fondos de la Universidad de Puerto Rico (UPR), del Estado Libre Asociado de Puerto Rico (Ley 106, 2002), la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres y el gobierno federal. Los fondos federales provinieron de FEMA, US ARMY CORPS, el "National Tsunami Hazards and Mitigation Program" (NTHMP) de NOAA, el Programa "TsunamiReady" de NOAA, el Servicio Geológico de EU (USGS) y la "National Science Foundation" (NSF).

Personal 2008

Administración e Investigación

Christa von Hillebrandt-Andrade, M.Sc.
Directora e Investigadora Asociada

Dr. Víctor Huérfano Moreno
**Coordinador de Operaciones
e Investigador Auxiliar**

Dr. Guoquan Wang
Sismólogo y Profesor Auxiliar

Jeanette López Matos
Asistente Administrativa III

Yamilette Vargas Rivera
Secretaria Administrativa III

Dalixza Irizarry Martínez
Secretaria Administrativa I

Annie Plaza Rodríguez
Christie Silva Feliciano
**Estudiantes Subgraduadas
Asistentes Administración**

Alberto Jiménez
Yamil Román Soto
Samuel Pacheco
Gustavo Galán
**Estudiantes Subgraduados
Asistentes de GPS**

Ernesto Morales
**Estudiante Graduado
Asistente de Investigación**

Computación y Telecomunicaciones

Ángel J. Feliciano Ortega
**Especialista de Computación
y Telecomunicaciones**

Carlos Garavito
Estudiante Graduado

Ricardo Rivera Nieves
Víctor Jiménez Delgado
Estudiantes Subgraduados

Programa Educativo

Glorymar Gómez Pérez
Oficial de Programas

Wildaomaris González Ruiz
Yadira Soto Viruet
Estudiantes Gradudas

Natlee Hernández Guevara
Estudiante Subgraduada

Instrumentación

Juan Lugo Toro
José Cancel Casiano
Javier Santiago Acevedo
**Especialistas en Instrumentación
Científica**

Celestino Lucena Cabassa
Trabajador

Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos

Gisela Báez Sánchez
Auxiliar de Investigación II

Lillian Soto Cordero, M.Sc.
**Técnico de Investigación
Científica**

Harold José Irizarry Muñoz
Fernando Ferrer Vargas
Yomayra Román Colón
Benjamín Colón Rodríguez
Auxiliares de Investigación I

David Cuevas Miranda, M.Sc.
Carolina Hincapié Cárdenas, M.Sc.
Alice Hernández Castillo, M.Sc.
Zamara Fuentes Figueroa, M.Sc.
Leonardo Cano Saldaña, M.Sc.
Rafael Pujols Guridy, Ing.
Miguel A. Niño Galeano
Marianela Mercado Burgos
Francisco Soto Santiago
Estudiantes Graduados

Denisse Ocasio Campos
Emanuelle A. Feliciano Bonilla
Omar Pérez Brugman
Francis Pérez Ramos
Gerardo Cerra Ramos
Estudiantes Subgraduados



Personal de la RSPR 2008



Personal trabajando en
estación sísmica de Ponce



RED SÍSMICA DE PUERTO RICO

Departamento de Geología
Recinto Universitario de Mayagüez
Call Box 9000
Mayagüez, PR 00681-9000

Teléfono: 787-833-8433 / 787-265-5452

Fax: 787-265-1684

E-mail: staff@prsn.uprm.edu

<http://redsismica.uprm.edu>

