



INFORME ANUAL 2006 RED SÍSMICA DE PUERTO RICO

Este informe anual presenta la actividad sísmica que ha sido procesada por la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) del Departamento de Geología (UPR-Mayagüez) en la región local (latitud 17.00°-20.00°N y longitud 63.50°-69.00°O) para el año 2006. También incluye un resumen de las iniciativas especiales realizadas en la RSPR durante este año. Este informe está disponible a través del internet en nuestra página electrónica: <http://redsismica.uprm.edu>.

A. Informe de la actividad sísmica para el año 2006

Durante el 2006 la RSPR localizó 2,253 sismos (Figura 1), esto representa un aumento significativo, ya que el número de sismos detectados y localizados se duplicó en comparación con el año 2005 (1,086 sismos). En 2006 se localizaron 1,167 temblores más que en el año anterior, 2005. En los últimos 10 años, el 2006 ha sido el año con mayor actividad sísmica registrada. El mes de mayor actividad sísmica fue marzo con un total de 362 sismos, mientras que el de menor actividad fue octubre con 120 (Figura 2). Del total de la sismicidad, sólo 25 temblores (1.11%) fueron reportados como sentidos (Tabla 1 y Figura 3). El aumento de sismicidad procesada se debe a una combinación de una mejoría en el sistema de acopio y análisis y un aumento de actividad sísmica, especialmente al norte y noreste de las Islas Vírgenes.

El sismo sentido de mayor magnitud (5.3 M_{mag}) ocurrió el 2 de marzo a las 19:35:44 (hora local). Este sismo moderado fue sentido en las Islas Vírgenes Británicas (IV-B) y Estadounidenses (IV-EU), así como en el área este de Puerto Rico. El mismo fue localizado a 114 kms al Norte-Noreste (NNE) de Tortola (IV-B) en la latitud 19.358° N y la longitud 63.787° O, con una profundidad de 24.8 km. Su intensidad máxima fue de IV (Escala Mercalli Modificada) en las Islas Vírgenes y en el Este de Puerto Rico. La mayor actividad sísmica reportada como sentida durante este año se concentró en la Plataforma de las Islas Vírgenes con un total de 5 temblores. Le siguió la Zona Sísmica del Sombrero con un total de 4 sismos (Tabla 2, Figura 3).

Por los pasados 10 años, el 2003 ha tenido la mayor cantidad de sismos reportados como sentidos

con un total de 26 temblores (Figura 4). El año con menor cantidad de sismos reportados como sentidos fue el 1997 con 4 temblores.

-69.00-68.00-67.00-66.00-65.00-64.00-63.00

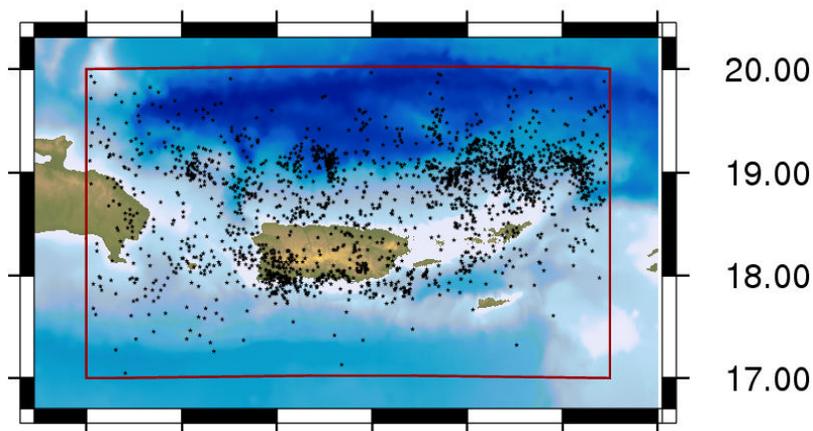


Figura 1. Mapa epicentral de los sismos localizados por la RSPR para el año 2006 (RSPR-UPRM).

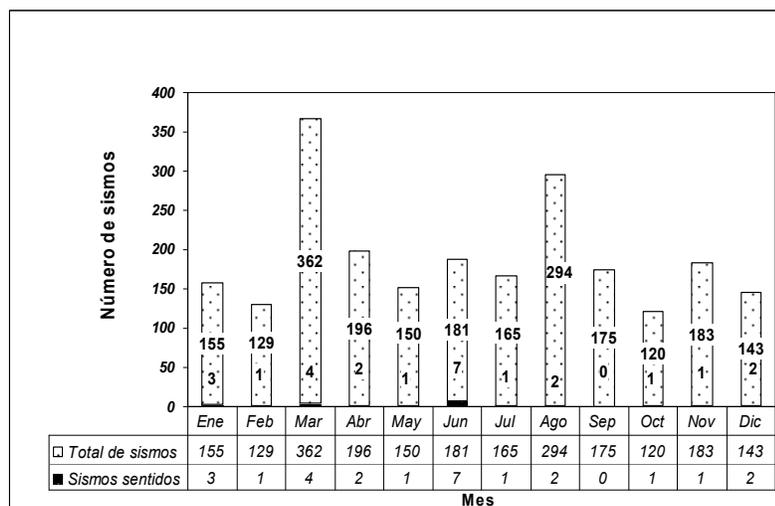


Figura 2. Sismos localizados o reportados como sentidos durante el 2006 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM).

Tabla 1: Sismos sentidos durante el 2006 (RSPR-UPRM).

Fecha	Hora Local	Lat. N	Long. O	Prof. (km)	Magnitud (fmag)	Intensidad Máxima (MM)	Localización
2006/01/13	00:10:17	18.685	65.038	54.5	4.0	V - Caguas y Fajardo, PR	134 km ENE de San Juan (PR)
2006/01/16	00:23:00	18.681	65.050	51.5	3.3	III - St. Thomas, IV-EU	39 km NNO de Charlotte Amalie (IV-EU)
2006/01/25	12:04:01	19.324	67.293	24.4	4.0	II - Mayagüez, PR	100 km NNO de Aguadilla (PR)
2006/02/02	11:27:28	18.400	67.419	8.8	3.5	IV - Mayagüez, PR	28 km O de Aguadilla (PR)
2006/03/02	19:35:44	19.358	63.787	24.8	5.3	IV - Este de PR y Islas Vírgenes	114 km NNE de Tórtola (IV-B)
2006/03/03	09:09:31	19.060	63.681	39.3	4.4	III - Islas Vírgenes Británicas(IV-B)	77 km ENE de Anegada (IV-B)
2006/03/08	13:06:06	17.968	66.970	7.9	3.1	III - Sureste de PR	5 km O de Guánica (PR)
2006/03/25	22:14:36	19.264	64.813	28.1	4.3	III - Este de PR	100 km N de St. Thomas (IV-EU)
2006/04/18	09:31:21	17.994	67.072	10.8	3.2	III - Suroeste de PR	6 km SSO de Lajas (PR)
2006/04/27	00:57:26	18.135	66.960	2.0	2.6	II - Lajas, PR	20.7 km NE de Cabo Rojo (PR)
2006/05/24	12:38:55	18.181	65.899	147.6	4.0	III - Utuado, PR	Las Piedras (PR)
2006/06/03	14:46:49	17.972	65.576	41.6	3.5	IV - Humacao, PR	33 km SO de Humacao (PR)
2006/06/05	16:48:19	18.104	67.715	51.2	4.4	III - IV - Mayagüez, PR	35 mi O de Mayagüez (PR)
2006/06/19	03:20:13	18.135	66.983	12.2	3.0	III - San Germán, PR	San Germán (PR)
2006/06/24	04:05:31	18.883	67.253	17.9	3.8	III - Aguada, PR	49 km NNO de Isabela (PR)
2006/06/28	18:12:58	18.655	65.149	25.2	3.5	III - St. Thomas, IV-EU	44 km NO de St. Thomas (IV-EU)
2006/06/29	05:12:27	18.207	67.433	10.0	3.9	II - Rincón, PR	24 km SO de Rincón (PR)
2006/06/29	18:27:36	18.651	65.157	25.4	3.5	IV - St. Thomas, IV-EU	45 km NO de St. Thomas (IV-EU)
2006/07/22	19:40:01	18.380	66.207	116.4	3.8	IV - Humacao, PR	6 km O-SO de Bayamón (PR)
2006/08/14	09:09:35	19.022	64.636	21.4	5.2 Mw	IV - Este de PR E Islas Vírgenes	47 km NO de Anegada (IV-B) y 165 km ENE de San Juan (PR)
2006/08/14	21:30:30	19.008	64.728	6.9	4.5	IV - Este de PR y Islas Vírgenes	53 km NO de Anegada (IV-B) y 155 km ENE de San Juan (PR)
2006/10/09	19:07:47	17.954	66.814	8.1	3.1	II - Cabo Rojo, PR	8 km SSO de Guayanilla (PR)
2006/11/17	01:31:07	18.730	66.700	70.5	3.6	IV - Mayagüez, PR	30 km N de Arecibo (PR)
2006/12/06	21:38:56	18.044	66.123	6.4	2.9	III - Guayama, PR	7 km N de Guayama (PR)
2006/12/29	10:16:25	18.552	65.055	6.0	3.1	II - Gurabo, PR	98 km E de Carolina (PR)

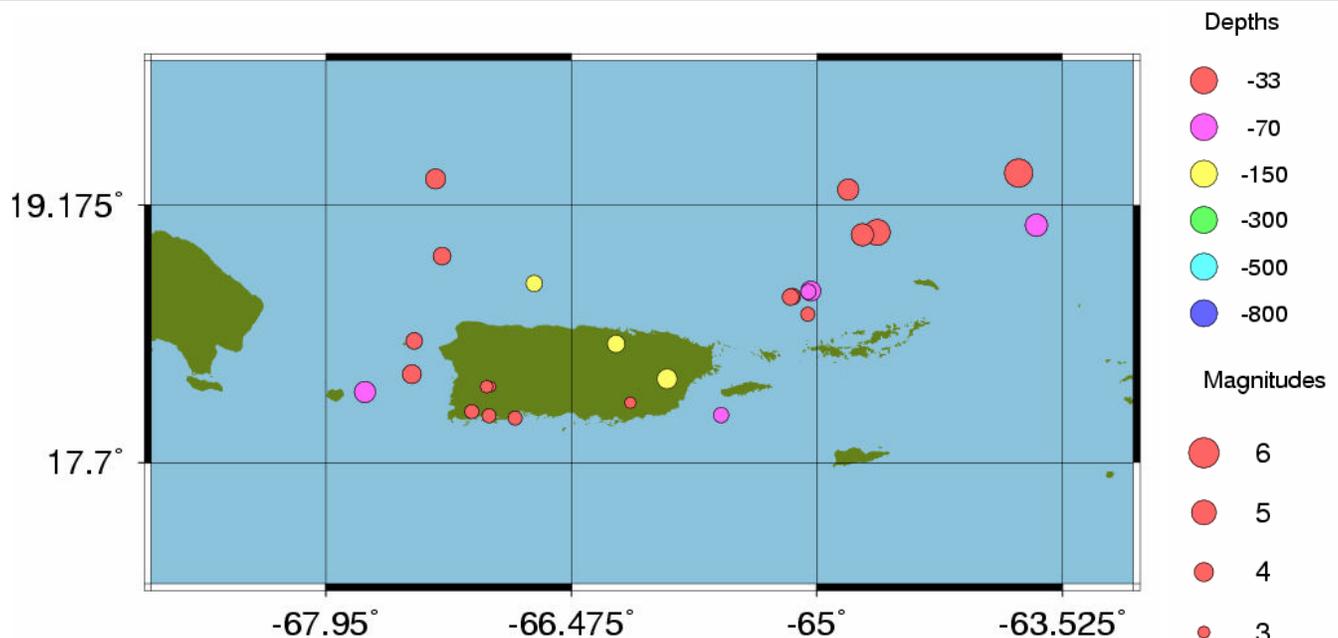


Figura 3. Mapa epicentral de los sismos sentidos en Puerto Rico (PR) e Islas Vírgenes (IV) para el año 2006 (RSPR-UPRM).

Tabla 2: Distribución de la sismicidad por regiones sísmicas durante el 2006 (RSPR-UPRM).

Región Sísmica	Total de Sismos	Sismos Sentidos
Zona Sísmica del Sombrero	572	4
Plataforma de Islas Vírgenes	288	5
Zona de la Falla de los 19° N	243	0
Región Sur de PR	129	3
Trinchera de PR	128	2
Zona de la Falla Septentrional	116	0
Región AL Norte de PR	111	1
Región AL Sur de PR	103	0
Cañón de la Mona	79	1
Región Oriental de la Rep. Dom.	69	0
Pasaje de la Mona	67	2
Región Central de PR	64	3
Pasaje de Anegada	43	0
Región Suroeste de PR	37	1
Región AL Este de PR	37	1
Depresión de las Islas Vírgenes	32	0
Región Oeste de PR	28	0
Región AL Oeste de PR	25	1
Trinchera de Muertos	25	0
Islas de Barlovento	17	0
Región Este de PR	16	1
Región Norte de PR	13	0
Plataforma de Santa Cruz	5	0
Región Noroeste de PR	4	0
Santa Cruz	2	0

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 572 temblores y la Plataforma de Islas Vírgenes con un total de 288 sismos (Tabla 2). Les siguió la Zona de la Falla de los 19° N en donde se localizaron 243 sismos. La región de menor actividad sísmica durante el 2006 fue la Región de Santa Cruz, con dos sismos. Durante este año las profundidades de los sismos variaron de 0.1 km a 197.2 km (Figura 5), siendo los sismos con profundidades de 0 a 25 km los más frecuentes (con 1236 sismos).

En el 2006 se generaron 14 enjambres de sismos en la Región de Puerto Rico. El enjambre de mayor cantidad de sismos ocurrió entre los días 2 y 30 de marzo al Noreste de las Islas Vírgenes. Durante estos días la RSPR localizó un total de 188 sismos (ninguno sentido). Los enjambres sísmicos generados durante el 2006 se describen a continuación en la Tabla 3. Un enjambre de sismos ocurre cuando hay una secuencia de temblores en la misma región en un lapso de pocas horas o días.

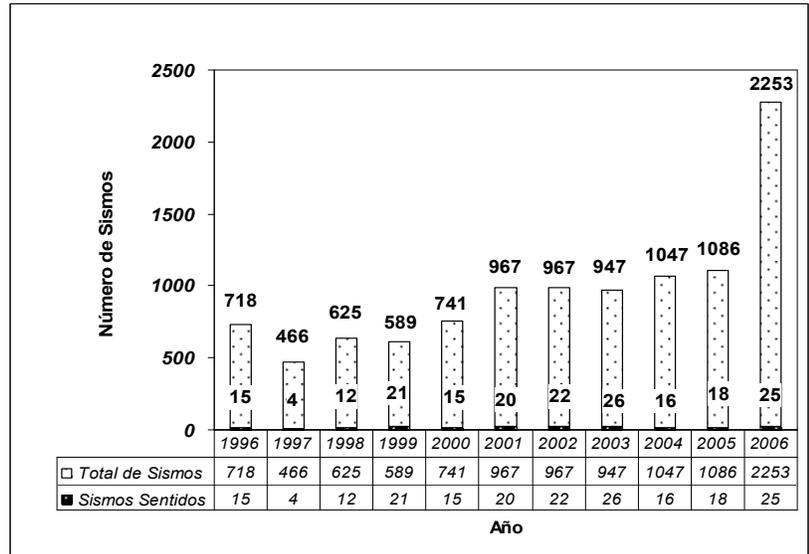


Figura 4. Sismos localizados o reportados como sentidos en la Región de Puerto Rico desde 1996 hasta 2006 por la RSPR (RSPR-UPRM).

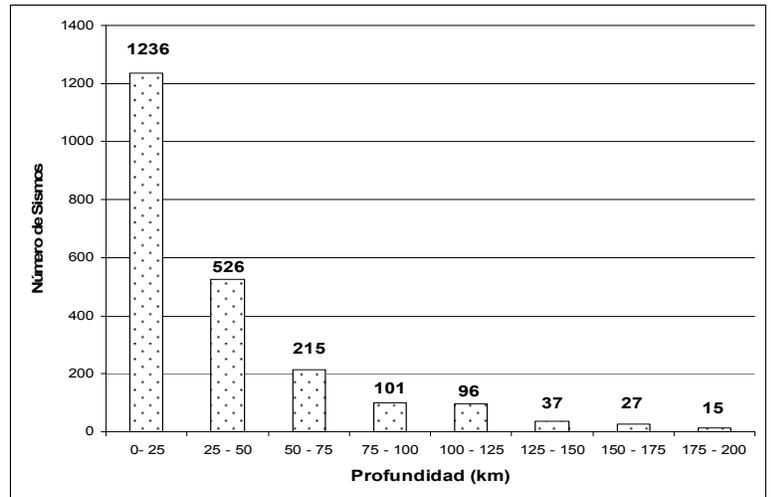


Figura 5. Distribución de sismos por profundidad para el 2006 en la Región de Puerto Rico (RSPR-UPRM).

Tabla 3: Descripción de los enjambres sísmicos ocurridos durante el 2006 (RSPR-UPRM).

Localización del enjambre (Región)	Periodo (Fecha)	Número de Sismos
1. Zona Sísmica del Sombrero y Plataforma de las Islas Vírgenes	12-13 enero	39
2. Noreste de las Islas Vírgenes	2-30 marzo	188
3. Zona Sísmica del Sombrero	10-31 marzo	48
4. Zona Sísmica del Sombrero	3 abril	10
5. Noreste de Islas Vírgenes	11-15 abril	48
6. Zona de Falla de los 19° Norte	12 mayo	6
7. Plataforma de las Islas Vírgenes	17 mayo	6
8. Zona de Falla de los 19° Norte	1 junio	13
9. Zona Sísmica del Sombrero y Plataforma de las Islas Vírgenes	22-24 julio	10
10. Zona Sísmica del Sombrero	14-30 agosto	113
11. Zona de Falla de los 19° Norte	16-18 agosto	35
12. Zona Sísmica del Sombrero	10 noviembre	19
13. Zona Sísmica del Sombrero	20 noviembre	6
14. Zona de Falla de los 19° Norte	26 noviembre	5

Las magnitudes (Escala Richter) calculadas este año por la RSPR variaron de 0.7 a 5.3, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 2.9 a 4.3. El rango de magnitudes calculadas (Escala Richter) con mayor número de sismos va de [2-3] con 1,143 sismos, seguido por magnitudes de [3-4] (Figura 6). El año anterior (2005) el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos fue de [3-4] con 445 sismos. La tendencia de la distribución sísmica por magnitud durante los pasados 10 años muestra que el rango de magnitudes calculadas con mayor número de sismos va de [3-4] con 4,318 sismos, seguido por magnitudes de [2-3] con 3,303 temblores (Figura 7).

Durante este año la mayor liberación de energía ocurrió en marzo con un equivalente de 2.21 kilotones (Figura 8), seguido por el mes de agosto con 0.95 kilotones. En este último año (2006, 5.31 kilotones) ocurrió un aumento en la liberación de energía de 2.56 kilotones comparado con el año anterior (2005, 2.75 kilotones). El total de la energía liberada durante este año (5.31 kilotones) es aproximadamente equivalente a 1/4 parte de la energía liberada por la bomba de Hiroshima (Figura 9). Desde 1996 hasta el 2006 la RSPR ha localizado 10,408 sismos en la Región de Puerto Rico, 1614 sismos más que en el periodo de 1995 a 2005 (8794 temblores).

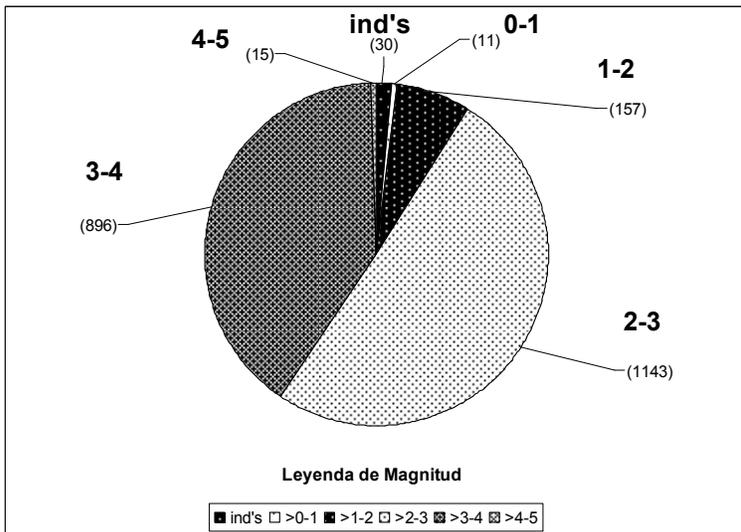


Figura 6. Distribución de magnitudes de los sismos localizados durante el 2006 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM).

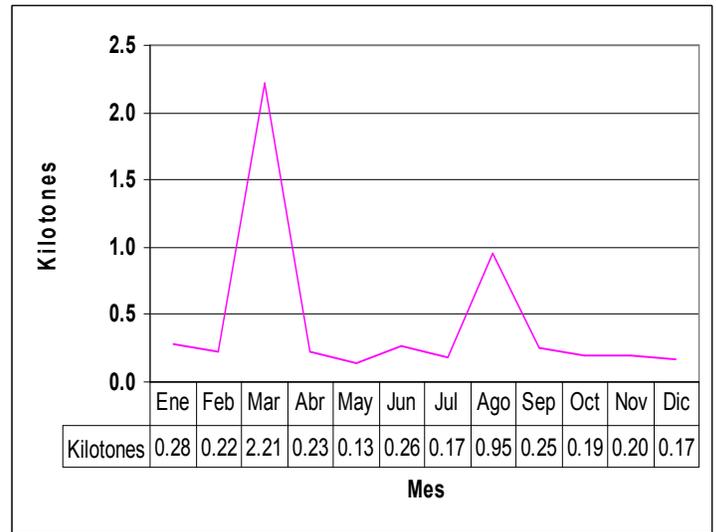


Figura 8. Energía liberada en la Región de Puerto Rico durante el 2006 (RSPR-UPRM).

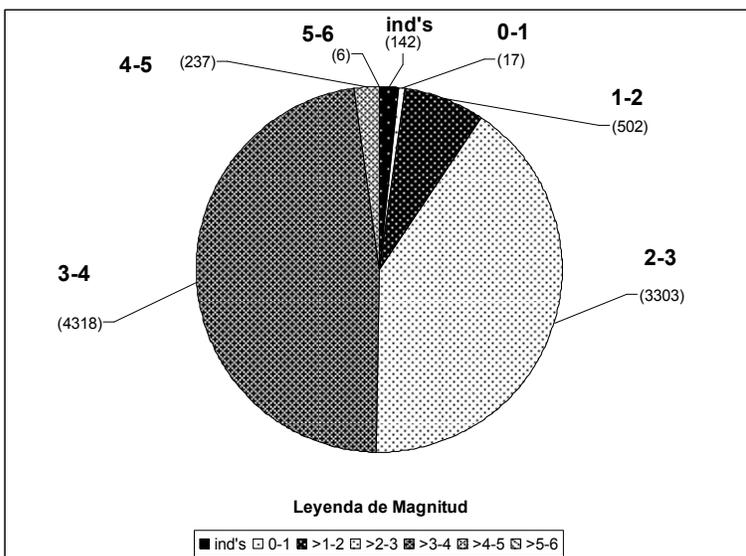


Figura 7. Distribución de magnitudes de los sismos localizados entre 1996 y 2006 en la Región de Puerto Rico por la RSPR (RSPR-UPRM).

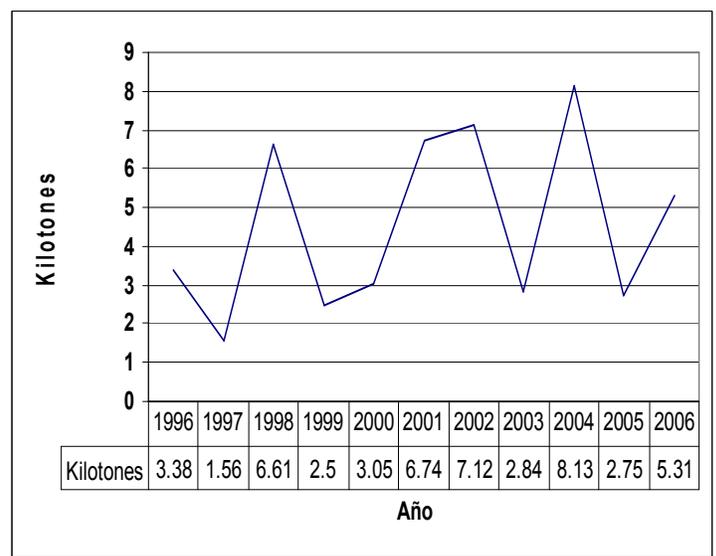


Figura 9. Energía liberada en la Región de Puerto Rico desde 1996 hasta 2006 (RSPR-UPRM).

B. Estaciones Sísmicas

Durante el 2006 la RSPR operó 21 estaciones sísmicas de un total de 24, de las cuales 14 son estaciones de banda ancha (broadbands) y 10 son estaciones de periodo corto (short periods) (Figura 10). La estación sísmica de periodo corto de Maguayo en Lajas fue trasladada a Guánica. Durante este año se le ha brindado mantenimiento de rutina a las estaciones sísmicas en y fuera de Puerto Rico. Entre estos trabajos se relocizó y construyó una bóveda a la estación de Saint Thomas y se relocizó la estación de Saint Croix.

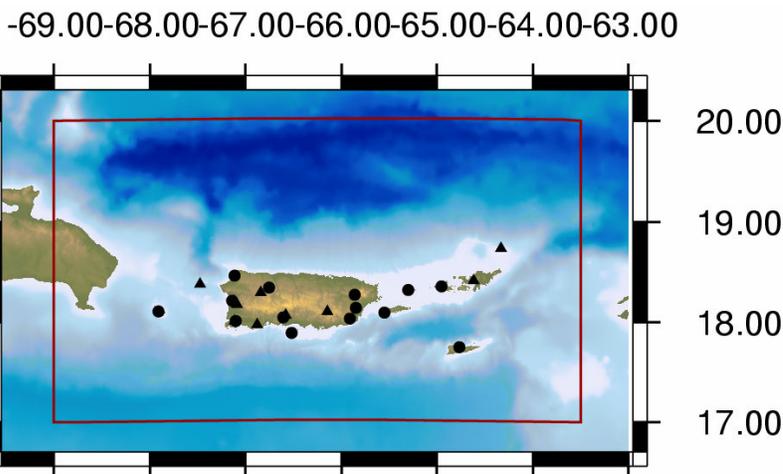


Figura 10. Mapa con las estaciones operadas por la RSPR durante el 2006 en la Región de Puerto Rico (RSPR-UPRM). Los círculos representan a las estaciones de Banda Ancha y los triángulos a las estaciones de Periodo Corto.

C. Iniciativas importantes desarrolladas en la Red Sísmica de Puerto Rico durante el 2006.

La RSPR continúa trabajando en horario extendido, de lunes a viernes de 7:00 am a 6:00 pm y sábados de 8:00 am a 4:30 pm. Esto ha sido posible gracias a los fondos otorgados a la RSPR mediante la Ley 106 del Gobierno de Puerto Rico. La creación de esta ley también provee para la contratación recurrente de personal a tiempo completo en la RSPR (dos analistas de datos, dos mecánicos electrónicos, un especialista en computadoras, una secretaria, una coordinadora de actividades educativas, un trabajador y estudiantes). Gracias a esta ley, desde agosto de 2006, la RSPR cuenta con la presencia del sismólogo, Dr. Guoquan Wang.

En el 2005 se implementó un sistema de On Call mediante el cual fuera de horario laborable siempre hay un equipo de dos personas listas para movilizarse a la

RSPR para responder a un evento significativo en 30 minutos. Debido a la insuficiencia de fondos, este sistema puede ser eliminado a partir del 1 de julio de 2007.

La RSPR sigue con iniciativas asociadas al establecimiento de un Centro de Alerta de Tsunamis. El Programa de Alerta y Mitigación de Tsunamis de la UPR-Mayagüez establecido en el 2000 sigue activo. Hubo esfuerzos concretos para seguir educando a la población, mejorando el sistema de análisis de datos sísmicos, integrando observaciones de nivel de mar coordinando esfuerzos con Estados Unidos y países del Caribe, sometiendo propuestas y revisando la legislación a nivel estatal y federal. El proyecto de FEMA (\$565,000.00) con la Red Sísmica (\$225,000.00) para la adquisición e instalación de 6 mareógrafos y un sistema de acopio satelital como parte de la Red de Mareógrafos de Puerto Rico siguió su curso. NOAA instaló/modernizó 10 mareógrafos adicionales en PR e Islas Vírgenes para la detección de tsunamis. La AEMEAD asignó \$55,000 para actividades educativas y para mejorar el sistema de alerta de tsunamis.

En el 2006 se realizó la primera sesión del Grupo Intergubernamental Coordinador para el Sistema de Alerta de Tsunamis y otros Peligros Costeros del Caribe y Regiones Adyacentes (UNESCO/IOC). La RSPR participó como parte de la delegación de los Estados Unidos. Esfuerzos importantes de este grupo están dirigidos hacia la identificación de fondos y el establecimiento de un Centro de Alerta de Tsunamis en el Caribe y un Centro Caribeño de Información de Tsunamis.

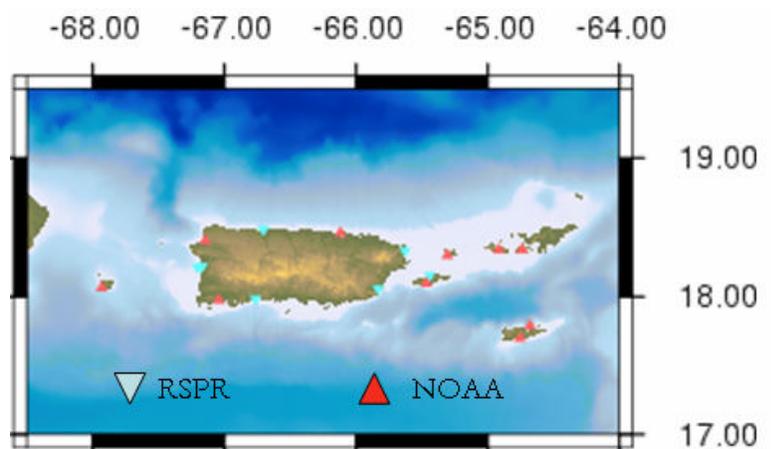


Figura 11. Red de mareógrafos de Puerto Rico e Islas Vírgenes (RSPR-UPRM).

El National Tsunami Hazard Mitigation Program (NTHMP), por primera vez otorgó \$100,000 a Puerto Rico para ampliar el programa educativo de tsunamis e implementar el programa TsunamiReady. En mayo de 2006 se logró el reconocimiento de Mayagüez como la primera ciudad TsunamiReady de Puerto Rico y el Caribe. Se empezó a trabajar con el municipio de Añasco. Para estos dos municipios se prepararon y repartieron los mapas de desalojo, se instalaron letreros, se dieron charlas y se llevaron a cabo simulacros. Como parte de las iniciativas con NOAA, la RSPR recibió la visita de B. Gen. D. L. Johnson, Director del National Weather Service (NWS) y varias visitas del Sr. Bill Proenza, Director de la Región Sur del NWS (ahora director del Centro Nacional de Huracanes).

La RSPR sigue colaborando con el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés) para la instalación de 9 estaciones sísmicas adicionales en el Caribe para reforzar el monitoreo de Tsunamis en la región. Durante el 2006 se instalaron las estaciones de República Dominicana, Barbados, Granada, Panamá y Honduras. En el 2007, se espera culminar el proyecto con la instalación de las estaciones de Jamaica, Turks & Caicos y Barbuda.

En el 2006 se reforzaron proyectos de cooperación con el Instituto Sismológico Universitario (ISU) de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) en la República Dominicana, el Observatorio Vulcanológico y Sismológico de la Universidad Nacional (OVSICORI-UNA) de Costa Rica, el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, la Red Barú de Panamá, los Observatorios Vulcanológicos de Montserrat y Martinica, el Seismic Research Unit de Trinidad & Tobago, la Universidad de Colima, México, el Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador, KNMI de Holanda (para las Islas Holandesas en el Caribe), el USGS y el Global Seismographic Network. Con estas redes ya se intercambian datos sísmicos en tiempo real como parte del Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe. Conjuntamente con el Programa de Movimiento Fuerte (UPRM) y el ISU-UASD se identificaron y se consiguieron los endosos y permisos para establecer estaciones sísmicas en Punta Cana y Samaná (RD).

En el 2006 culminó el proyecto “Development of Rapid Seismic Monitoring Procedures for Incorporation into the Emergent Puerto Rico and Virgin Islands Tsunamis Warning System”, con fondos del Programa

Sea Grant y del Recinto Universitario de Mayagüez (UPRM). Mediante este proyecto se logró probar y desarrollar programas para determinar la geometría de los terremotos, algo crítico para determinar si un terremoto es tsunamigénico.



Figura 12. Estaciones sísmicas monitoreadas por la Red Sísmica de Puerto Rico como parte del Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe (RSPR-UPRM).

D. Programa Educativo y Promulgación

En el 2006 la RSPR continuó sus labores educativas. El programa educativo de la RSPR impactó a un total de 24,071 individuos, 114 escuelas públicas y privadas, 14 comunidades a través de AEME-AD y OMME, 18 agencias gubernamentales, 3 grupos de la comunidad en general y 22 grupos privados (en un total de 163 actividades educativas). El 13 de octubre de 2006 se celebró la Semana de las Ciencias Terrestres en el Coliseo Rafael A. Mangual del Recinto Universitario de Mayagüez, con el lema “Sea un ciudadano científico”. En esta actividad contamos con 2,319 participantes, 64 escuelas públicas y privadas, 40 exhibidores de varias agencias del gobierno, programas del recinto, compañías privadas y entidades sin fines de lucro. Hasta el 2006 el programa educativo ha sido una iniciativa conjunta de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) y el Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico (PMFPR).

Después de la aprobación de fondos (\$2,000,000) en el 2004 por parte de la Junta de Síndicos para la construcción del edificio del *Observatorio Sismológico de Puerto Rico* en el Recinto Universitario de Mayagüez

(RUM), durante el 2005 se contrató a una empresa quien ha realizado el diseño preliminar del mismo. El edificio tendría unos 12,000 pies cuadrados. Es diseño se completó en el 2006 y saldrá a subasta en el 2007.

Durante todo el 2006 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 Puerto Rico. Además, en esta se encuentran accesibles los informes mensuales y anuales de sismicidad y los boletines de sismos sentidos. En esta sección se puede encontrar trasfondo histórico sobre tsunamis, información sobre planes de desalojo, educación desde nivel escolar, videos, revistas y presentaciones a la disposición de la comunidad científica y público en general. En nuestra página de Internet tanto la comunidad científica como el público

en general puede subscribirse a las listas de correo electrónico para recibir los informes diarios de sismos en Puerto Rico.

E. 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), el gobierno estatal (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 Programa Sea Grant, el National Tsunami Hazards and Mitigation Program y el National Earthquake Hazard Reduction Program.

RED SÍSMICA DE PUERTO RICO DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA PERSONAL 2006

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

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

Dr. Guoquan Wang
Sismólogo y Profesor Auxiliar

Jeanette López Matos
Asistente Administrativa

Yamilette Vargas Rivera
Secretaria Administrativa

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

Víctor Jiménez Delgado
Asistente Sistemas de Cómputos

Javier Rivera Santiago
**Asistente Sistemas de Cómputos
Y Página Electrónica**

Programa Educativo

Jeanette Arce Arce, M. Sc. Geología
Oficial de Programas

Yadira Soto Viruet
Asistente

Área Técnica

Juan Lugo Toro
Especialista en Instrumentación Científica

José Cancel Casiano
Mecánico Electrónico

Javier Santiago Acevedo
Mecánico Electrónico

Celestino Lucena Cabassa
Trabajador

Analistas de Datos

Geol. Gisela Báez Sánchez
Auxiliar de Investigación

Geol. Harold José Irizarry Muñoz
Auxiliar de Investigación

Estudiantes Graduados

David Cuevas Miranda, M. Sc. Geología
Antonio E. Cameron González, M. Sc. Geología
Ing. Rafael Pujols Guridy
Gerardo Rivera, M. Sc. Física

Estudiantes Subgraduados

Denisse Ocasio Campos
José A. Vélez González
Edgardo J. Pujols Vázquez