

*Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Decanato de Administración*

*Informe Anual 2021-2022*

*Sometido por:*

*Departamento de Geología*

*12 de agosto de 2022*

**Tabla de Contenido**

**Información general del Decanato y Unidades Adscritas**

- A. Misión y Visión
- B. Descripción y funciones
- C. Estructura de la unidad
- D. Perfil del Decanato

**Informe de iniciativas, actividades y logros de acuerdo al Plan Estratégico**

- A. Misión
- B. Institucionalizar una cultura de planificación estratégica y avalúo
- C. Estar a la vanguardia de la educación superior en Puerto Rico garantizando que nuestros alumnos reciben la mejor educación
- D. Aumentar y diversificar las fuentes de ingreso de la Institución
- E. Implementar procesos administrativos ágiles y eficientes
- F. Fortalecer la investigación y labor creativa competitiva
- G. Impactar a nuestra sociedad puertorriqueña
- H. Fortalecer el sentido de pertenencia y “orgullo colegial”
- I. Actividad internacional

## Información General del Decanato y Unidades Adscritas

### A. Misión y Visión

- a. Misión y Visión del Decanato o CID
- b. Misión y Visión de unidades adscritas al Decanato, CID o Rectoría

#### 1. Departamento de Geología

##### **Visión:**

The Geology Department of the University of Puerto Rico at Mayaguez seeks to provide the highest levels of education through continuous revision and expansion of our educational, research, and outreach programs in order to produce well-trained, competent, academic and professional geoscientists capable of responding to societal needs.

##### **Misión:**

The Geology Department will develop in each student, critical thinking, enthusiasm, initiative and the necessary skills to become lifelong students of Earth Sciences. Emphasis will be placed on learning basic concepts and techniques through research, in an environment that promotes the development of professionals with social, cultural and humanistic sensibility as well as profound ethical values. In this way, the department will contribute to the enrichment of science and society through the creation and dissemination of new knowledge through scientific research. The specific objectives of the Geology Department are:

1. Prepare students for professional positions in industry and government and for careers in academic research and teaching.
2. Increase awareness of Earth and Environmental Sciences in liberal arts, education, and other science majors.
3. Educate engineers in the geological concepts integral to competent engineering practices.
4. Establish the Department of Geology as the center for research in Caribbean Earth and Environmental Sciences.
5. Develop a greater awareness of Earth Sciences in the general public through outreach programs.

#### 1a. Red Sísmica de Puerto Rico

*Misión: Informar de manera confiable y oportuna la generación y efectos de terremotos y tsunamis para Puerto Rico e Islas Vírgenes.*

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) es parte del Departamento de Geología, Facultad de Artes y Ciencias del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. En 1974 fue instalada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) para la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA). El objetivo principal de la RSPR consistía en evaluar la sismicidad local con miras a la

construcción de las plantas de energía nuclear de Aguirre e Islote. Estas metas fueron realizadas en el 1979. Para el año 1987 la RSPR fue transferida al Departamento de Geología de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Durante el 2015 las facilidades de la RSPR se reubicaron en el Edificio D del Recinto Universitario de Mayagüez, el cual fue inaugurado en abril de 2016. La RSPR es responsable del monitoreo, detección e información de la actividad sísmica y de tsunamis en los archipiélagos de Puerto Rico e Islas Vírgenes (Americanas y Británicas).

**B. Descripción y Funciones**

- a. *Descripción y Funciones del Decanato o CID*
- b. *Descripción y Funciones de las unidades adscritas al Decanato, CID o Rectoría*

**C. Estructura Organizacional**

- a. *Organigrama del Decanato o CID*
- b. *Organigramas de las unidades adscritas al Decanato, CID o Rectoría*

**D. Perfil del Decanato y Departamentos**

- a. *Programas académicos*
  - i. *Bachillerato en Geología*
  - ii. *Maestría en Geología*
- b. *Matrícula subgraduada y graduada por programa académico*
  - i. *Bachillerato en Geología: ~109 estudiantes*
  - ii. *Maestría en Geología: 18 estudiantes*
- c. *Grados otorgados por programa académico*
  - i. *Bachillerato en Geología: 12 estudiantes*
  - ii. *Maestría en Geología: 1 estudiantes (varios están terminando, pero se atrasaron por la pandemia)*

**d. Personal docente y no docente**

**Departamento de Geología**

**Personal Docente**

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| a. <i>Balay, Ernesto</i>               | <i>Instructor Temporero</i> |
| b. <i>Gilbes Santaella, Fernando</i>   | <i>Catedrático</i>          |
| c. <i>Hudgins, Thomas R.</i>           | <i>Catedrático Asociado</i> |
| d. <i>Huérfano Moreno, Víctor A.</i>   | <i>Investigador</i>         |
| e. <i>Hughes, Kenneth Stephen</i>      | <i>Catedrático Asociado</i> |
| f. <i>Joyce, James</i>                 | <i>Catedrático</i>          |
| g. <i>López Venegas, Alberto M.</i>    | <i>Catedrático</i>          |
| h. <i>Ramírez Martínez, Wilson</i>     | <i>Catedrático</i>          |
| i. <i>Rodríguez Iglesias, Lizzette</i> | <i>Catedrático</i>          |
| j. <i>Santos Mercado, Hernán</i>       | <i>Catedrático</i>          |

k. *Vanacore, Elizabeth Ann*                      *Investigador Asociado*

**Personal No Docente**

Administración:

- a. *Marsha Irizarry*                                      *Oficial Administrativo I*
- b. *Jessica Quiñones*                                *Secretaria Administrativa I (Temporero)*

Técnicos:

- a. *Colon Vargas, Ramón M.*                      *Ayudante de Laboratorio*
- b. *Santiago Rivera, Miguel*                      *Especialista Instrumentación*
- c. *González Colón, Yelitsa I*                      *Especialista Instrumentación*
- d. *Ropiza, Robert*                                      *Coordinador de Servicios Técnicos*  
*(Interinato)*
- e. *González, Stephanie*                              *Técnico de Laboratorio (Temporero)*

**1a. Red Sísmica de Puerto Rico**

**Personal Docente**

- a. *Dr. Víctor Huérfano Moreno*                      *Director e Investigador*
- b. *Dra. Elizabeth Vanacore Maher*                      *Investigadora Asociada*

**Personal No Docente**

Administración:

- a. *Yamilette Vargas Rivera, Asistente Administrativa III*
- b. *Dalixza Irizarry Martínez, Secretaria Administrativa I*
- c. *Annie Plaza Rodríguez, Recepcionista*

Educación:

- a. *Glorymar Gómez Pérez, Oficial de Programas II*
- b. *Roy Ruiz Vélez, Asociado de Investigaciones*

Técnicos:

- a. *José Cancel Casiano, Especialista en Instrumentación Científica*
- b. *Javier Santiago Acevedo, Especialista en Instrumentación Científica*
- c. *Celestino Lucena Cabassa, Trabajador*

Cómputos:

- a. *Ángel Feliciano Ortega, Especialista en Computación y Telecomunicaciones*
- b. *Haniel Cordero Nieves, Diseñador de Página de Internet*

Analistas de Datos Geofísicos:

- a. *Gisela Báez Sánchez, Auxiliar de Investigación III*
- b. *Benjamín Colón Rodríguez, Auxiliar de Investigación II*
- c. *María Torres Vega Auxiliar de Investigación II*
- d. *Javier Charón Ramírez, Auxiliar de Investigación II (actualmente con nombramiento especial en Decanato de Administración)*

- e. *Viridis Miranda, Auxiliar de Investigación I*
- f. *Josean Barbosa, Auxiliar de Investigación I*
- g. *Margarita Solares, Auxiliar de Investigación I*
- h. *Yanira Santiago, Auxiliar de Investigación I*
- i. *José M. Rivera Torres, Auxiliar de Investigación I*
- j. *Mariana Olivencia*
- k. *Peggy González*
- l. *Meganlee Rivera*

**Informe de iniciativas, actividades y logros de acuerdo al Plan Estratégico**

A. Resumen ejecutivo

B. Misión

C. Institucionalizar una cultura de planificación estratégica y avalúo

D. Estar a la vanguardia de la educación superior en Puerto Rico garantizando que nuestros alumnos reciben la mejor educación

✓ **Reconocimiento al personal docente**

- ✓ **Elizabeth Vanacore** continuó siendo editora invitada para *Seismological Research Letters*, específicamente en un número especial sobre la secuencia sísmica del suroeste de PR.
- ✓ **Elizabeth Vanacore** fue nombrada *outstanding reviewer* por el *American Geophysical Union (AGU)* para la revista *JGR-Solid Earth* (<https://eos.org/agu-news/in-appreciation-of-agus-outstanding-reviewers-of-2020>).
- ✓ **Elizabeth Vanacore** ha sido nombrada *co-chair* del “white paper task team” del nuevo *Hazards Equity Working Group* del *American Geophysical Union (AGU)*.
- ✓ **Elizabeth Vanacore** se ha unido al *editorial board* de *Seismological Research Letters* como *Associate Editor*.

✓ **Fortalecimiento de instalaciones para uso académico**

✓ **Iniciativas para fortalecer la enseñanza**

E. Aumentar y diversificar las fuentes de ingreso de la Institución

F. Implementar procesos administrativos ágiles y eficientes

G. Fortalecer la investigación y labor creativa competitiva

✓ **Fondos externos, por fuente, para investigación y labor creativa**

- a. En agosto 30, **Stephen Hughes** recibió un *no-cost extension* para un acuerdo colaborativo con el *USDA NRCS*. La fecha final fue ajustada para septiembre 30, 2022.
- b. El grant de *NSF-RAPID* “*Lethal pyroclastic density current generation and transport from combined column and/or upper volcanic slopes collapse, at basaltic Fuego volcano*” (PIs: Drs. *Rudiger Escobar-Wolf*, *Sylvain Charbonnier*, **Lizette A. Rodríguez** y *Simon Carn*) fue otorgado un *no-cost extension* hasta junio 2022,

*para poder completar los diferentes análisis y trabajo de campo que estuvieron interrumpidos por la pandemia del COVID-19.*

✓ **Nuevos proyectos de investigación y labor creativa**

- a. **Lizzette A. Rodríguez y Stephen Hughes** participaron en el evento para firmar el acuerdo colaborativo con el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), que ha sido dirigido por **Stephen Hughes**, en octubre 7, 2021. El USGS estuvo representado por el Coordinador del Programa de Peligros por Deslizamientos, Jonathan Godt. Hernán Santos participo en representación de la Facultad de Artes y Ciencias. Ingrid Padilla participo como Ayudante Especial del Rector en asuntos de investigación. Alessandra Morales participo en representación del Decanato de Estudiantes.
- b. En marzo 7, **Stephen Hughes** fue notificado por el programa de NSF Geomorphology and Land-Use Dynamics que su propuesta de investigación "Collaborative Research: Testing Critical Zone Controls on Mountain-Scale Relief in a Tropical Climate" fue seleccionada para financiamiento. Es un proyecto de 3 años, en colaboración con Dr. Sean Gallen, de Colorado State University Department of Geosciences, e incluye \$284k para UPRM.
- c. En abril 5, **Stephen Hughes** recibió la notificación de que un acuerdo de colaboración entre UPRM y Para la Naturaleza fue finalizado y registrado con la Oficina del Contralor de PR. El acuerdo es para un periodo inicial de 5 años y permite la instalación de estaciones de monitoreo para la red de vigilancia de deslizamientos en tierras manejadas por el grupo de conservación.

✓ **Resultados de impacto en proyectos de investigación y labor creativa (ej. patentes, descubrimientos)**

✓ **Iniciativas para involucrar a los estudiantes en proyectos de investigación y labor creativa**

- a. Varios estudiantes subgraduados y graduados participaron en internados durante el verano 2021:
  - i. Coralís D. Friedman Álvarez: Climate Science Research Experience for Undergraduates (REU), Pennsylvania State University. Topic: "Using radiosonde data to evaluate climate model biases in planetary boundary layer height across the continental United States." Supervisor/mentor: Dr. Colin M. Zarzycki (Department of Meteorology and Atmospheric Science, Pennsylvania State University).
  - ii. Jobel Y. Villafañe Pagán: Coastal Response Research Center and the School of Marine Science, University of New Hampshire. Title: "Settling of microplastics and marine snow in ambient density stratification." Research advisor: Dr. Tracy Mandel.
  - iii. Jelis J. Sostre Cortés: 10 weeks at Jet Propulsion Laboratory (NASA/Caltech). Title: "Quest for Presently Active Dune Evolution on Mars". Mentor: Dr. Serina Diniega.



- iv. Beverly J. Malugin Ayala: 2021 Summer Geosciences Bridge Program, University of Maryland Eastern Shore. Topic: Water Quality and Fish Communities in Maryland Coastal Bays. Program coordinator: Ms. Cy'Anna Scott; Supervisor: Dr. Paulinus Chigbu.
  - v. Edwin O. Irizarry Brugman (graduate student): USDA NRCS soil survey office, Hammonton, New Jersey. He was soil scientist trainee (Pathways intern), under the mentorship of David Steinmann.
  - vi. Juxxara Ortiz: UPRM. She worked with graduate student Kimberly Méndez (graduate student) to acquire experience in the lab, field, and with GIS, receiving a stipend from NSF, as part of a larger project.
  - vii. Idamis E. Rodríguez Nazario: 2 internships. (1) Internado de Comunicación Científica (online); supervisor - meteorologist Karuska Matos Horta; tasks – pronosticate for different cities in PR and USA. Studied the hurricane season and in what should the information to the public be focused. Also studied the fire season in California, topics of climate change, etc. (2) NOAA CESSRST (NOAA EPP Earth System Sciences and Remote Sensing Scholar), UPRM; supervisor - Jonathan Muñoz Barreto. Title of research: "The Establishment of Hydra Probe Soil Moisture and Soil Temperature Observation Network in Puerto Rico."
  - viii. Adriel I. González Rivera: UTChron Geo- and Thermochronometry Laboratory, Jackson School of Geosciences, University of Texas at Austin. Topic: (U-Th)/He dating. Supervisor: Dr. Daniel F. Stockli.
  - ix. Daliedmarie Delgado Maisonet: 2 internships. (1) Artic REU Greenland, with Montana State University (MSU) and Concord University. Title: "How does metamorphic fabrics control earthquake rupture propagation". Supervisors: Dr. Joe Allen (Concord University) and Dr. Colin Shaw (MSU). (<https://www.arcticreu.earth/home>). (2) CODE-GEO, with Virginia Tech. Title: "Analyzing Height Data at OLO1 for OI Doinyo Lengai to Assess for Volcanic Signals". Supervisors: Dr. Sara Stamps and Dr. Emmanuel Njinju. (<https://sites.google.com/vt.edu/codegeo/home>).
  - x. Desiree Bayouth (graduada): Pathways intern for the NOAA Caribbean Tsunami Warning Program (Re-named to International Tsunami Information Center (ITIC) Caribbean Office).
- b. Estudiante graduada **Kimberly Méndez** viajo a Purdue University Rare Isotope Measurement (PRIME) Acceleratory Mass Spectrometry Laboratory durante el verano 2021 como parte de su investigación subvencionada por NSF.
  - c. **Lizzette A. Rodríguez** dirigió un viaje de campo a Guatemala para continuar realizando trabajo de investigación en sus volcanes activos, específicamente relacionada a las investigaciones de Maestría de Jarelys González y Karla Ayala. El viaje fue entre octubre 16 y noviembre 1.
  - d. El estudiante subgraduado **Jobel Villafañe** recibió un Student Diversity Scholarship – 2022 UF Water Institute Biennial Symposium.

- e. El Geology & Society Division del Geological Society of America selecciono la presentación del estudiante subgraduado **Jobel Villafañe** como 2021 Geology & Society Division Best Student Paper Award, en el 2021 GSA Annual Meeting (GSA Connects 2021). El premio fue por su presentación titulada: "The Mother Map: Rio Grande de Manati Watershed and the Human Impact on Natural Resources", que fue bien evaluada por los jueces en calidad de presentación y conexión al concepto de geología trabajando para la Sociedad. El premio esta acompañado por un certificado y un cheque de \$300.00.
- f. En enero 3-7, la estudiante graduada Kimberly Méndez dirigió trabajo de campo auspiciado por NSF en y alrededor de El Yunque National Forest, junto con 2 estudiantes subgraduados como asistentes y además también colaboradores de Purdue University.

✓ **Publicaciones y presentaciones más relevantes**

1. **Lizzette A. Rodríguez** fue oradora invitada en el "Taller FOCARD Amenaza Volcánica", organizado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) de Guatemala, en julio 13. Dio una presentación sobre gases volcánicos y monitoreo al personal de la agencia.
2. **Elizabeth Vanacore** publicó un artículo en la revista *ECO, Special Issue on the UNESCO Ocean Decade: Enhancing Ocean Safety in the Caribbean and Adjacent Regions*, por Drs. Silvia Chacón-Barrantes, E.A. Vanacore, Christa von Hillebrandt-Andrade y Alison Brome.
3. En octubre 9, 2021, un artículo con como autor nuestro estudiante graduado, **Edwin Irizarry**, y co-autores incluyendo la estudiante graduada **Desiree Bayouth** y el Prof. **Stephen Hughes**, fue aceptado para publicación en la "Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil", vol. 21 no. 1. El artículo se titula "Widespread Shallow Mass Wasting During Hurricane María: Long-Term Significance of Sedimentation in the Tropics" y detalla como la sedimentación en exceso relacionada con deslizamientos someros durante el Huracán María representa aproximadamente 18 años de llenado en el Lago Dos Bocas.
4. El Annual GSA Meeting se llevó a cabo en octubre 10-13, en Portland, Oregón. Las presentaciones orales y de posters incluyeron varios estudiantes:
  - **Santa L. Pérez Cortés**, Characterization of Scour Pits in the Medusa Fossae Formation (Poster)
  - **Jobel Y. Villafañe Pagán**, Groundwater Elevation Changes During The 2020 Southwestern Puerto Rico Seismic Sequence [ T47: A Showcase of Undergraduate Research in Hydrogeology (Poster)] Advisor: Stephen K. Hughes
  - **Jobel Y. Villafañe Pagán**, The Mother Map: Rio Grande de Manati, Watershed and the Human Impact on Natural Resources

[T156: Building Trust Using Science Communication and Education within Diverse Communities (Oral Presentation)].

5. **Elizabeth Vanacore** tiene una publicación en October TsuInfo Alert: "The Tsunami Education Portal is Ready to Hit", por **Vanesa M. Muñiz Llorens**, **Roy Ruiz-Vélez** y **Elizabeth Vanacore**, TsunamiReady Program – Puerto Rico Seismic Network. La página web: <https://www.uprm.edu/prtsunamiedu/>.
6. El AGU Fall Meeting se llevó a cabo en diciembre 13-17, en New Orleans. Facultad y estudiantes del Depto. de Geología participaron:
  - **Elizabeth Vanacore** estuvo envuelta en 4 presentaciones:
    - "Puerto Rico Tsunami Education - A Bilingual Educational Website Designed for Community Leaders" (NH25B-0561; **Elizabeth A. Vanacore**, **Vanesa M. Muñiz Llorens**, Marilú Pardo Rodríguez, Julia Maier, Brittney Baggen, and Roy Ruiz Vélez).
    - "Implementation of the AQMS/Jiggle System at the Puerto Rico Seismic Network: Process, Pitfalls, and Triumphs" (S45E-0345), Autores: **Elizabeth A. Vanacore**, Paul A. Friberg, Lind S. Gee, Gisela Baez-Sanchez, José M. Rivera Torres, Stefan Lisowski, Hal Macbeth, **Víctor A. Huérfano Moreno**, José Cancel, Harley Benz, Ángel Feliciano, David Ketchum, Peggy González, Haniel Cordero, Margarita M Solares, Mike Hagerty, José F. Martínez Colon, Jonathan Rosado Class, Clara E. Yoon, y Josean Barbosa Toro.
    - "Global earthquake monitoring and tsunami early warning: ocean observing capabilities, sustainable development requirements, and case examples from Japan, Canada, and the Caribbean" (NH54A-04; Danielle F. Sumy, Sara K. McBride, Christa von Hillebrandt-Andrade, Monica D. Kohler, John A. Orcutt, Shuichi Kodaira, Kate Moran, Daniel E. McNamara, **Elizabeth A. Vanacore**, John A. Collins, Takane Hori y Benoit Pirenne).
    - "HEWG: A New AGU Working Group for Hazard Equity" (SY25F-09; Sebastián Cardona, **Elizabeth A Vanacore**, Tiegan E Hobbs, Felix Kwabena Donkor, Megan P Flanagan, Gabrielle Tepp, Christa von Hillebrandt-Andrade, Matthew Wall, Sergio Alejandro Flores Castro Sr, Leah Salditch, Deborah A Weiser, Athif Sayyaf, Unaffiliated, y Members of the Hazard Equity Working Group (HEWG)).
  - "Coseismic and post-seismic deformation associated with the January 7, 2020 Mw6.4 earthquake derived from the Puerto Rico - Virgin Islands campaign and continuous GPS network" (T23B-07): **Alberto M. López Venegas**, Glen S. Mattioli, Margarita M. Solares, Pamela E. Jansma, David Mencin.
  - "Evaluation of a Liquefaction Susceptibility Map of Puerto Rico Using Historic and Recent Earthquakes Observations" (NS25C-0440): **Edwin Irizarry Brugman**, **Alberto M. López Venegas**, Manuel Matos.
  - **Méndez, K.**, Moore, A.K., Ortíz-Silvestry, J., Álvarez, Y., **Hughes, K.S.**, y Granger, D.E., 2021, "Chemical Weathering of Mafic and Ultramafic Volcanic Arc Bedrock in a Tropical Montane Setting."
  - **Bayouth García, D.**, y **Hughes, K.S.**, 2021, "Effects of Widespread Mass Wasting Triggered by Hurricane María in the Lago Caonillas Watershed, Puerto Rico."

- **Irizarry Brugman, E., y Hughes, K.S., 2021, "Soil and Sedimentation Dynamics of a Widespread Shallow Landsliding Event in a Tropical Montane Setting".**
7. **Elizabeth Vanacore** tiene una nueva publicación en *Oceanography*: "Long-Term Ocean Observing Coupled with Community Engagement Improves Tsunami Early Warning", <https://doi.org/10.5670/oceanog.2021.supplement.02-27>. Autores: Danielle F. Sumy, Sara K. McBride, Christa von Hillebrandt-Andrade, Monica D. Kohler, John Orcutt, Shuichi Kodaira, Kate Moran, Daniel McNamara, Takane Hori, Elizabeth **Vanacore**, Benoît Pirenne, John Collins.
  8. El manual para participantes del CARIBE WAVE 22 fue publicado por UNESCO ([https://www.weather.gov/media/ctwp/TS-170\\_Vol1\\_eo.pdf](https://www.weather.gov/media/ctwp/TS-170_Vol1_eo.pdf)). **Elizabeth Vanacore** también presento y participo en los primeros webinars del Caribe Wave como task team chair, en enero 18-20.
  9. Un artículo con autores **Stephen Hughes, Desiree Bayouth, y Edwin Irizarry** fue aceptado para publicación por la revista *Seismological Research Letters* del Seismological Society of America: "Ground failure triggered by the 7 January 2020 M6.4 Puerto Rico earthquake".
  10. Un Focus Section: "Puerto Rico Seismicity, Tectonics, and the 2020 M 6.4 Earthquake Sequence", en la revista *Seismological Research Letters*, ha sido publicada, incluyendo artículos de profesores y estudiantes del Depto. de Geología:
    - "Preface to the SRL Focus Section on the 2020 Southwestern Puerto Rico Mw 6.4 Earthquake and Seismic Sequence", por **Elizabeth Vanacore Mayer**; Christa von Hillebrandt Andrade; Daniel Edward McNamara
    - "Prospective and Retrospective Evaluation of the U.S. Geological Survey Public Aftershock Forecast for the 2019–2021 Southwest Puerto Rico Earthquake and Aftershocks", por Nicholas J. van der Elst; Jeanne L. Hardebeck; Andrew J. Michael; Sara K. McBride; **Elizabeth Vanacore**
    - "Ground Failure Triggered by the 7 January 2020 M 6.4 Puerto Rico Earthquake", por Kate E. Allstadt; Eric M. Thompson; **Desiree Bayouth García; Edwin Irizarry Brugman; K. Stephen Hughes**; Robert G. Schmitt
  11. En marzo 1, 2022, **Stephen Hughes** ofreció una charla para la Sociedad Geológica Estudiantil: "Landslides in Puerto Rico: Past, Present, and Future".
  12. **Lizette A. Rodríguez**, en abril 20, dio una presentación especial como parte del Ciclo de Charlas de la Asociación Latinoamericana de Volcanología (ALVO) en "Investigación Volcánica en Centroamérica y el Caribe". El título de la presentación fue: "A dos décadas de mi primera experiencia de investigación en Guatemala: emisiones de gases, depósitos piroclásticos y flujos de lava", y fue una presentación invitada.
  13. El siguiente artículo ha sido publicado en la revista *Science*:  
von Hillebrandt-Andrade, C., & **Vanacore, E.** (2022). Citizen science for studying earthquakes. *Science*, 376(6590), 246-247. DOI: 10.1126/science.abo5378.
  14. En mayo 13-20, **Elizabeth Vanacore** asistió como oradora invitada al PREST Conference, en Martinique, para hablar sobre la secuencia sísmica del suroeste de PR en el 2020.

**g. Ayudantías graduadas para investigación y cátedra**

- i. Primer semestre: 8 TAs (incluye 3 TAs de Ciencias Marinas), 3 RA

ii. Segundo semestre: 7 TAs (incluye 2 TAs de Ciencias Marinas), 1 RA

**h. Procedencia de los estudiantes graduados (OIPP)**

i. 16 de PR, 1 de Colombia, 1 de EEUU

✓ **Viajes de campo organizados**

- a. Por el COVID-19 se organizaron pocos viajes de campo, adicionales a los de los cursos.
- b. En diciembre 2, **Stephen Hughes** dirigió un viaje de campo en el suroeste de PR para un grupo de 8 estudiantes y profesores de Geología de Lawrence University, en Wisconsin.
- c. En enero 3-7, la estudiante graduada **Kimberly Méndez** dirigió trabajo de campo auspiciado por NSF en y alrededor de El Yunque National Forest, junto con 2 estudiantes subgraduados como asistentes y además también colaboradores de Purdue University.
- d. En enero 12, **Stephen Hughes** y la estudiante graduada **Kimberly Méndez** colaboraron en trabajo de campo en Sabana Grande y San German con el Dr. Sean Gallen de Colorado State University. Se descubrió un deslizamiento grande de serpentinita de aproximadamente 200 metros de ancho.

H. Impactar a nuestra sociedad puertorriqueña

✓ **Participación en iniciativas comunitarias (estudiantes, no docentes, docentes)**

- i. En octubre 4-6, el Departamento de Geología fue anfitrión de una reunión de preplanificación para un ejercicio relacionado a peligros por deslizamientos que desarrollara la coordinación científica alrededor de un evento mayor de deslizamientos en PR, causado por terremotos, tormentas o ambos. La iniciativa es una colaboración que incluye a la Universidad de Michigan, NASA y el USGS. El que dirige para UPRM es **Stephen Hughes**.
- ii. El Great PR Shake Out se llevó a cabo en octubre 2021, organizado por la Red Sísmica de PR.
- iii. En octubre 22, **Stephen Hughes** dirigió una reunión con Bill Schulz (USGS Landslide Hazards program) para los representantes de manejo de emergencias de las municipalidades de Lares, Utuado, y Naranjito. Directores de las zonas regionales de NMEAD de Arecibo y Caguas también participaron. La reunión estuvo enfocada en los productos de mapa de susceptibilidad por deslizamientos que se han desarrollado para Lares, Utuado y Naranjito.
- iv. En octubre 24-27, **Stephen Hughes** y colaboradores del USGS Landslide Hazards program trabajaron para rehabilitar las estaciones de monitoreo de humedad en Toro Negro y Lago Caonillas.

- v. En noviembre 17, **Stephen Hughes** se reunió con personal de Para la Naturaleza en el Cañón San Cristóbal, en Barranquitas, para identificar el lugar para instalar el equipo de monitoreo hidrológico del suelo.
- vi. En diciembre 1 y 3, **Stephen Hughes** trabajo con colegas del USGS Landslide Hazards program para instalar nuevas estaciones de monitoreo hidrológico del suelo en Cayey y Maricao. El estudiante subgraduado **Jonathan Pérez** y la exalumna **Tania Figueroa** asistieron en las instalaciones.
- vii. En diciembre 13, **Stephen Hughes** y el estudiante subgraduado **Jobel Villafañe** se reunieron en el campo con personal de la oficina de manejo de emergencias del municipio de Ciales para identificar lugares para la instalación de equipo de monitoreo hidrológico del suelo.
- viii. En enero 4, una contribución por **Alberto López** fue publicada en la sección Punto de Vista de El Nuevo Día. El título es “Los sismos de 2021 y la joven deformación del suroeste de Puerto Rico.” <https://www.elnuevodia.com/opinion/punto-de-vista/los-sismos-de-2021-y-la-joven-deformacion-del-suroeste-de-puerto-rico/>.
- ix. En enero 20, una contribución por **Alberto López** fue publicada en la sección Punto de Vista de El Nuevo Día. El título es “Tonga: las lecciones de la erupción volcánica que se sintió al otro lado del mundo.” <https://www.elnuevodia.com/opinion/punto-de-vista/tonga-las-lecciones-de-la-erupcion-volcanica-que-se-sintio-al-otro-lado-del-mundo/>.
- x. En enero 28, **Stephen Hughes** se reunión con personal de DRNA en el Bosque Guilarte para identificar un lugar para la instalación de equipo de monitoreo hidrológico del suelo.
- xi. En febrero 2, una contribución por **Lizzette A. Rodríguez** fue publicada en la sección Punto de Vista de El Nuevo Día. El título es “Atentos a los volcanes activos desde el Caribe hasta el Pacífico.” <https://www.elnuevodia.com/opinion/punto-de-vista/la-actividad-volcanica-continuara-en-el-2022/?r=85160>.
- xii. En febrero 9, 2022 **Stephen Hughes** se reunión con el alcalde de Lares, el Hon. **Fabián Arroyo Rodríguez**, y varios miembros de la oficina de manejo de emergencias para discutir el potencial de instalar una estación de monitoreo hidrológico del suelo en Lares.
- xiii. En febrero 12-16, **Stephen Hughes** y algunos estudiantes participaron con colegas del grupo del USGS Landslide Hazards program para instalar 4 estaciones nuevas para el sistema de monitoreo de deslizamientos de PR. Se instalaron en Ciales, San Lorenzo, Barranquitas y Maunabo. Participaron estudiantes subgraduados y graduados: **Kiara Cunillera**, **Desiree Bayouth**, y **Juxxara Ortiz**.
- xiv. En febrero 23, **Lizzette A. Rodríguez** participo en un Facebook Live de la Red Sísmica de Puerto Rico, en el tema de Tsunamis Volcánicos, en preparación para el ejercicio Caribe Wave, de marzo 10.
- xv. En marzo 18 y 23, **Stephen Hughes** organizo la instalación de 2 nuevas estaciones de monitoreo que son parte del Puerto Rico Landslide Forecast Network. Una estación fue instalada en terreno privado en el Bo. Pezuela de Lares y otra en el terreno estatal de DRNA en el Bosque Guilarte. Estudiantes subgraduados participaron: **Kiara Cunillera** y **Jonathan Pérez**.
- xvi. En abril 5, **Stephen Hughes** recibió la notificación de que un acuerdo de colaboración entre UPRM y Para la Naturaleza fue finalizado y registrado con la Oficina del Contralor de PR. El acuerdo es para un periodo inicial de 5 años

y permite la instalación de estaciones de monitoreo para la red de vigilancia de deslizamientos en tierras manejadas por el grupo de conservación.

- xvii. En abril 20, **Stephen Hughes** ofreció una charla para el EcoExploratorio: Museo de Ciencias EXPO Planeta Digital, en Plaza Las Américas: "Deslizamientos de tierra en Puerto Rico y la nueva red de "Landslide Forecasting".
- xviii. En abril 20, representando el International Tsunami Information Center - Caribbean Office, la estudiante graduada **Desireé Bayouth** y la exalumna Stephanie Soto ofrecieron una charla para el EcoExploratorio: Museo de Ciencias EXPO Planeta Digital, en Plaza Las Américas: "Preparación ante un tsunami en Puerto Rico y el Caribe".

I. Fortalecer el sentido de pertenencia y "Orgullo Colegial"

- ✓ **Vínculos con ex alumnos**
- ✓ **Donativos recibidos de los ex alumnos**

J. Actividad internacional

- ✓ **Lizzette A. Rodríguez** fue oradora invitada en el "Taller FOCARD Amenaza Volcánica", organizado por la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED) de Guatemala, en julio 13. Dio una presentación sobre gases volcánicos y monitoreo al personal de la agencia.
- ✓ **Lizzette A. Rodríguez** dirigió un viaje de campo a Guatemala para continuar realizando trabajo de investigación en sus volcanes activos, específicamente relacionada a las investigaciones de Maestría de **Jarelys González** y **Karla Ayala**. El viaje fue entre octubre 16 y noviembre 1.
- ✓ **Lizzette A. Rodríguez**, junto con las estudiantes graduadas **Karla Ayala** y **Jarelys González**, participaron en un viaje de campo a Guatemala, entre marzo 2 y 26. El viaje consistió de 2 partes. Entre marzo 2-12 fueron parte de un grupo más grande de estudiantes y facultad de Michigan Technological University y la University of South Florida, continuando trabajo de campo del proyecto NSF RAPID, titulado *Lethal pyroclastic density current generation and transport from combined column and/or upper volcanic slopes collapse, at basaltic Fuego volcano, en el cual LR es Co-I*. La segunda parte, entre marzo 12-25, fue para continuar el monitoreo de emisiones de dióxido de azufre de los volcanes Fuego, Santiaguito y Pacaya, usando cámaras UV y espectrómetros de gas. El grupo también asistió en los estudios relacionados a la erupción explosiva del volcán Fuego en marzo 7, 2022, y otras evaluaciones de actividad reciente.





*Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Decanato: Artes y Ciencias*

*Informe Anual 2021-2022*

*Sometido por:*

*Red Sísmica de Puerto Rico – Departamento de Geología*

*12 de agosto de 2022*

**Tabla de Contenido**

	<i>Página</i>
<b><i>Información general del Decanato y Unidades Adscritas</i></b>	
<i>A. Misión y Visión</i>	3
<i>B. Descripción y funciones</i>	3
<i>C. Estructura de la unidad</i>	4
<i>D. Perfil del Decanato</i>	4
<b><i>Informe de iniciativas, actividades y logros de acuerdo al Plan Estratégico</i></b>	
<i>A. Resumen Ejecutivo</i>	5
<i>B. Misión</i>	6
<i>C. Aumentar y Diversificar las Fuentes de Ingreso de la Institución</i>	6
<i>D. Fortalecer la Investigación y Labor Creativa Competitiva</i>	6
<i>E. Impactar a Nuestra Sociedad Puertorriqueña</i>	17
<i>F. Fortalecer el Sentido de Pertenencia y “Orgullo Colegial”</i>	18

## **Información General del Decanato y Unidades Adscritas**

### **A. Misión y Visión**

Misión: Monitorear y determinar rápidamente la localización y magnitud de los terremotos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Así como apoyar al Tsunami Warning Center en la determinación de los niveles de alerta de tsunami en nuestra área de responsabilidad. Informar y diseminar de manera confiable y oportuna la generación y efectos de terremotos y tsunamis que afecten la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes.

Visión: Ser el centro líder de monitoreo, alerta e información, investigación y educación de terremotos y tsunamis en el Caribe.

### **B. Descripción y Funciones**

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) es parte del Departamento de Geología de la Facultad de Artes y Ciencias del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. En 1974 fue instalada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) para la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA, por sus siglas en inglés). El objetivo principal de la RSPR consistía en evaluar la sismicidad local con miras a la construcción de las plantas de energía nuclear de Aguirre e Islote. Estas metas fueron realizadas en 1979. Entre 1982 y 1987 la RSPR fue operada por el Centro para la Investigación de Energía y Ambiente. Para ese mismo año fue transferida al Departamento de Geología de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Durante el 2015 las facilidades de la RSPR se reubicaron en el Edificio D del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

Es responsabilidad de la RSPR proveer datos de óptima calidad a las agencias federales a cargo de las alertas de tsunamis y de información sísmica a nivel nacional, Pacific Tsunami Warning Center (PTWC) de NOAA y National Earthquake Information Center (NEIC) del USGS, respectivamente. Como parte del protocolo de información de Puerto Rico y bajo los requisitos de ser un Punto Focal Alterno del Sistema de Alerta de Tsunamis, la RSPR provee soporte a las agencias locales de emergencia, el Negociado de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD) y las Oficinas Municipales para el Manejo de Emergencias (OMMES). Para cumplir con su misión, la RSPR opera una densa red de instrumentos y cuenta con personal especializado que labora 24 horas los 7 días de la semana.

### **C. Estructura Organizacional**

La RSPR está dirigida por el Dr. Víctor Huérfano Moreno, Catedrático Asociado y pertenece al Departamento de Geología de la Facultad de Artes y Ciencias, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez. Está subdividida en seis áreas de especialidad, Administración, Educación, Cómputos, Técnicos, Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos e Investigación.

### **D. Perfil del Decanato y Departamentos**

#### *a. Personal docente y no docente*

##### *Personal docente:*

1. Dr. Víctor Huérfano Moreno
2. Dra. Elizabeth Vanacore

##### *Personal no docente:*

1. Sr. Ángel J. Feliciano Ortega
2. Sr. Benjamín Colón Rodríguez
3. Sr. Celestino Lucena Cabassa
4. Sr. David Alvarez Santiago
5. Sr. Haniel Cordero Nieves
6. Sr. Javier Santiago Acevedo
7. Sr. Jonathan Rosado Class
8. Sr. José Cancel Casiano
9. Sr. José M. Rivera Torres
10. Sr. Josean Barbosa Toro
11. Sr. Roy Ruiz Vélez
12. Sra. Annie Plaza Rodríguez
13. Sra. Dalixza Irizarry Martínez
14. Sra. Gisela Báez Sánchez
15. Sra. Glorymar Gómez Pérez
16. Sra. Jesenia M. Figueroa Nieves
17. Sra. María del C. Torres Vega
18. Sra. Meganlee Rivera Avilés
19. Sra. Viridis M. Miranda Berrocales
20. Sra. Yamilette Vargas Rivera
21. Srta. Yanira Santiago Pérez
22. Srta. Mariana Olivencia Feliú
23. Srta. Peggy González Ojeda

**Informe de iniciativas, actividades y logros de acuerdo al Plan Estratégico**

**A. Resumen Ejecutivo**

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) es parte del Departamento de Geología de la Facultad de Artes y Ciencias del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. En 1974 fue instalada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) para la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA, por sus siglas en inglés). El objetivo principal de la RSPR consistía en evaluar la sismicidad local con miras a la construcción de las plantas de energía nuclear de Aguirre e Islote. Estas metas fueron realizadas en 1979. Entre 1982 y 1987 la RSPR fue operada por el Centro para la Investigación de Energía y Ambiente. Para ese mismo año fue transferida al Departamento de Geología de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Durante el 2015 las facilidades de la RSPR se reubicaron en el Edificio D (remodelado para este fin) del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. La RSPR es responsable del monitoreo, detección e información de la actividad sísmica y tsunamis en los archipiélagos de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (Americanas y Británicas).

Es responsabilidad de la RSPR proveer datos de óptima calidad a las agencias federales a cargo de las alertas de tsunamis y de información sísmica a nivel nacional, Pacific Tsunami Warning Center (PTWC) de NOAA y National Earthquake Information Center (NEIC) del USGS, respectivamente. Como parte del protocolo de información de Puerto Rico y bajo los requisitos de ser un Punto Focal Alterno del Sistema de Alerta de Tsunamis, la RSPR provee soporte a las agencias locales de emergencia, el Negociado de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD) y las Oficinas Municipales para el Manejo de Emergencias (OMMES). Para cumplir con su misión, la RSPR opera una densa red de instrumentos y cuenta con personal especializado que labora 24 horas los 7 días de la semana.

## **B. Misión**

Informar de manera confiable y oportuna la generación y efectos de terremotos y tsunamis para Puerto Rico y las Islas Vírgenes.

**Durante el año 2021, la RSPR localizó un total de 6,736 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes** (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y las longitudes 63.5°O–69°O). **En el 2021, el mes de mayor actividad fue enero con 3,724 temblores**, mientras que en diciembre se observó la menor sismicidad con 203 sismos. (Cabe señalar que aún no se han procedado todos los eventos sísmicos y estos datos son preliminares, debido a la cantidad de sismicidad generada por la Secuencia Sísmica del Sur-Suroeste de Puerto Rico de 2020). **Del total de terremotos procesados para el 2021, 277 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.** Para obtener una lista detallada de los sismos localizados por la RSPR durante 2021, o cualquier información relacionada a terremotos y tsunamis, en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes puede visitar nuestro portal electrónico oficial <http://redsismica.uprm.edu>.

## **C. Aumentar y Diversificar las Fuentes de Ingreso de la Institución**

La RSPR recibe \$1,102,000.00 otorgados por la Legislatura de Puerto Rico bajo la Ley 106 del 24 de julio de 2002 para los gastos de funcionamiento. Además, recibe fondos de la NOAA para los proyectos de NTHMP (\$377,879.00) para el Programa de Tsunami Ready y de NOAA Operaciones (\$149,923.00) para el mantenimiento de las estaciones mareográficas. Por otra parte, recibe del Servicio Geológico de los Estados Unidos (\$31,964.00) para el estudio de la sismicidad en Puerto Rico y en las Islas Vírgenes y de la Resolución Conjunta R.C. de la C. 591 (\$326,734.00) para la compra de equipo.

## **D. Fortalecer la Investigación y Labor Creativa Competitiva**

### **José Cancel Casiano**

#### **Instrumentación de la Red Sísmica de Puerto Rico**

La RSPR opera actualmente unas 35 estaciones sísmicas en Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas y británicas. Existen dos tipos de estaciones según su tecnología; están las estaciones análogas las cuales consisten en un sensor, un sistema de comunicación, baterías y panel solar y otro equipo electrónico periférico. Y las estaciones digitales que además de contener los equipos ya mencionados necesitan de un digitalizador.

Hay tres tipos principales de sensores: Período Corto, Banda Ancha y Acelerómetro. Las estaciones de período corto (SP) y banda ancha (BB) se conocen también como estaciones

de movimiento suave pues detectan los eventos de menor intensidad muy bien, pero cuando son muy fuertes, se pueden saturar. Los acelerómetros se consideran de movimiento fuerte porque están diseñados para registrar en escala los eventos de mayor intensidad.

Los sensores de período corto son Teledyne Geotech S-13(uso discontinuado) de componente vertical y los Mark L-4 de tres componentes, tienen una frecuencia natural de 1 Hz. Entre los sensores de banda ancha la RSPR tiene los siguientes modelos: CMG-40T (30s a 50 Hz), CMG-3ESP (100s a 50 Hz) y CMG-3T, STS-1 (360s a 50 Hz), Reftek 120-151 y Trillium 120s (PH, QA, Compact PH y Horizon) de Nanometrics. Los sensores de movimiento fuerte (SM) son Episensor-EST, Etna2 y Titan (Nanometrics). Todas las señales son digitalizadas antes de su procesamiento. Los de periodo corto se digitalizan en las oficinas de la Red Sísmica de Puerto Rico, mientras que las de banda ancha y movimiento fuerte se digitalizan en la misma estación. En la actualidad los instrumentos de período corto, acelerómetros y los sismómetros se digitalizan a 100 muestras por segundo. Para la digitalización de las estaciones de banda ancha se utilizan digitalizadores de la compañía Refraction Technology, Digital Acquisition Systems, Q330 (Quanterra de Kinometrics) y Nanometrics.

Para la transmisión de los datos, en tiempo real, son utilizados radios en las bandas de VHF, UHF. También se utilizan radios spread spectrum, microonda, líneas telefónicas dedicadas e Internet. Los datos de las estaciones se envían directamente o a través de repetidoras a Mayagüez. Existen tres estaciones repetidoras: Cerro La Santa en Guavate, Cerro Santa Ana en Maricao y Cerro Punta en Jayuya. En estas repetidoras las señales de las estaciones se combinan y se retransmiten. En Tortola (**BVI**) se envían los datos vía Internet. Los datos de la estación de Anegada, BVI y Virgen Gorda se envían vía satélite. En la oficina central situada en las oficinas de la RSPR en el Recinto Universitario de Mayagüez se reciben y se almacenan todas las señales. Todos los datos son procesados de manera digital e incorporados en los catálogos. En las estaciones de banda ancha, así como las de movimiento fuerte. También hay un grabado de datos temporero en el campo.

La RSPR también cuenta con **16** estaciones de GPS (Global Position Sistem) permanentes, localizadas en Puerto Rico, islas adyacentes e Islas Vírgenes Americanas y Británicas. Los instrumentos de adquisición son de las compañías **Trimble y Topcon. Los modelos son NetRs, NetR9, Alloy y Net3GA. Las antenas son de la marca Trimble y Topcon.**)

También la RSPR opera **8** estaciones mareo gráficas (Tide Gauges) localizadas en las costas de Puerto Rico y sus islas adyacentes e Islas Vírgenes Británicas. En adición, la RSPR opera **2** estaciones mareográficas fuera de Puerto Rico localizadas en la República Dominicana. Estas estaciones fueron financiadas por FEMA y son operadas con fondos de NOAA y locales. Los equipos de adquisición de datos para los mareógrafos son de la compañía Sutron (SatLink, Xpert), de la compañía AquatraK (Sensor Aquatrak) **y la marca YSI (Radar Water Level Sensor modelo NILE 502).**

Durante el 2021 se instalaron nlas estaciones de ISPR, ZCPR, Mareografo de Salinas, el GPS-ECPR y el GPS-ISPR.

### ***Dr. Alberto López Venegas***

Durante el año 2021 los estudios geodésicos de la división de Investigación y Desarrollo de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) se enfocó en la instalación de estaciones de monitoreo de deformación de la corteza en el suroeste de Puerto Rico. Previo a la secuencia sísmica de enero de 2020, el área suroeste de Puerto Rico contaba con tres estaciones del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) operadas por la Red Sísmica de Puerto Rico. Sin embargo, las ubicaciones de dichas estaciones, a más de 25 km del área epicentral, resultaron ser muy lejanas y de muy poca utilidad en identificar las fallas activas. Las estaciones en la isla de Caja de Muerto, Isla Magueyes en La Parguera, Lajas y Sierra Bermeja en Cabo Rojo se encuentran a se encuentran o al oeste o este de la zona epicentral por lo que provee una distribución poco óptima para determinar la dinámica de la falla. Por tal motivo, era necesario incrementar la densidad de estaciones en el área. Para cumplir con este objetivo, la RSPR sometió una propuesta de formato inmediato (RAPID) a la Fundación Nacional para las Ciencias (NSF) para auscultar la posibilidad de instrumentar con mayor densidad el área suroeste de Puerto Rico. Con esta iniciativa la RSPR logró obtener fondos para poder instalar 6 estaciones permanentes de GPS para el área afectada por los terremotos. Aunque los fondos fueron otorgados para el año 2020, no fue hasta el 2021 que se pudieron instalar la mayoría de estas estaciones, esto debido a atrasos causados por la pandemia. La preparación del equipo, la búsqueda de los lugares y obtener los permisos para su construcción se comenzó en el año 2020 y culminó a principios del año 2021. Para noviembre y diciembre de 2020 se instaló la primera estación en La Parguera, al norte de la estación existente en Isla Magueyes, cruzando la ubicación sugerida de la falla que proviene de Punta Montalva al este. En los próximos 6 meses se instalaron las otras 5 estaciones en el siguiente orden; Betances en Cabo Rojo, Bosque Seco de Guánica, Punta Verraco en Guayanilla, Valle de Lajas este y finalmente en la Reserva del Servicio de Vida Silvestre en Cabo Rojo. El objetivo de los lugares escogidos para su instalación es tener estaciones tanto al norte como al sur de la falla y de esta manera descubrir el desplazamiento en la falla. Todas las estaciones actualmente están transmitiendo datos en tiempo-real y proveen información de desplazamientos de surgir algún evento sísmico significativo en el área. Durante los próximos dos años, las posiciones de estas estaciones estarán llegando a un nivel de maduración que podrán ser utilizados para determinar movimientos tectónicos y con mayor certeza ayudarán a identificar la ubicación de fallas y cuantificar su desplazamiento.

Adicional a la instalación de estaciones permanentes, también la subvención de la NSF proveyó fondos para ocupar las estaciones de GPS que hay en Puerto Rico de tipo campaña. A diferencia de las estaciones permanentes que proveen datos para todos los días de un año, las estaciones de campaña obtienen datos solamente para el tiempo en que se ocupan, lo cual puede consistir desde varios días a varias semanas. Esta red de estaciones de campaña es mas antigua que la red permanente y cubre todo Puerto



Rico. Con las medidas de estas estaciones es posible actualizar el campo de velocidades del bloque de Puerto Rico e Islas Vírgenes (PRVI) y poder observar su desplazamiento en términos regionales. Los datos de la red de estaciones de campaña nos han permitido comprender que la mayoría del bloque de PRVI es rígido a primer orden, pero posee una excepción, y es que la esquina suroeste de la isla posee un desplazamiento separado al resto de la isla. Por lo tanto, no es sorpresa que la actividad sísmica reciente se haya concentrado en esa área, ya que era conocido que esa área es la de mayor actividad sísmica en la parte insular de Puerto Rico.

Finalmente, la red de estaciones de GPS mantenida por la RSPR ha subido a 24, con las última dos estaciones instaladas en la Estación Experimental Agrícola de Corozal y el Recinto de San Germán de la Universidad Interamericana de Puerto Rico. Ambas estaciones ya figuran en el sistema de recopilación de datos en tiempo-real y el archivo de datos de la RSPR.

### **Geol. Gisela Báez Sánchez**

#### ***Upgrade the PRSN to Provide Local and Regional Tsunami Warning Capabilities***

El ambiente tectónico del Caribe es muy complejo, con el potencial de producir diversos escenarios de terremotos y tsunamis catastróficos. La posibilidad de que ocurra un tsunami representa un grave peligro para los 3.4 millones de personas que viven en Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses, así como para muchas más personas en la cuenca caribeña. Por esta razón, mantener y mejorar el sistema de alerta de tsunamis en el Caribe es importante y necesario. Desde el 2003, la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) ha asumido una parte importante en este rol, el **Proyecto *Upgrade the PRSN to Provide Local and Regional Tsunami Warning Capabilities*** o mejor conocido como **NOAA Operaciones**, es parte fundamental de estas iniciativas. Para mantener operaciones las 24 horas del día, los 7 días de la semana, con personal especializado la RSPR mantiene acuerdos colaborativos con NOAA, la Universidad de Puerto Rico, el Gobierno de Puerto Rico y el Negociado Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD). Las operaciones y el monitoreo son, en parte, subvencionados por el **Proyecto NOAA Operaciones** que beneficia, no sólo a los Centros de Alerta de Tsunami de NOAA (TWC), si no a los residentes y visitantes de Puerto Rico, el Caribe y las regiones adyacentes. A través de este proyecto, la RSPR brinda apoyo a los TWC de NOAA manteniendo las siguientes funciones esenciales:

- transferencia de datos en tiempo real
- diseminación de información de terremotos y tsunamis a las agencias de manejo de emergencia y al público en Puerto Rico y las Islas Vírgenes
- operación de canales de comunicación redundantes con las agencias federales y estatales.

Como parte de los esfuerzos para la diseminación de información de tsunamis y como *Tsunami Warning Focal Point Alterno* de Puerto Rico, se provee información al gobierno de

Puerto Rico, así como al gobierno federal. Además, personal de la División de Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos de la RSPR participamos de las iniciativas del Programa Tsunami Ready. La geóloga Báez-Sánchez participó de varios talleres y conferencias, como recurso experto en los protocolos de la RSPR y la mensajería y productos que se emiten en caso de tsunami, incluyendo el entrenamiento de analistas de datos geofísicos de la RSPR. Además, se actualizó el Protocolo de Tsunami de la RSPR. En otras iniciativas (como los **Ejercicios Caribe Wave 2021, Shake Out 2021 y COVID-QUAKE**) tuvimos la oportunidad de educar y entrenar a los manejadores de emergencias de Puerto Rico. Se realizan además entrenamientos en el Protocolo de Tsunami de Puerto Rico y las Islas Vírgenes, el Protocolo de Comunicaciones y en la utilización de la información proveniente de los *Tsunami Warning Center* y los *Tsunami Warning Focal Point (TWFP)* de Puerto Rico, según sea requerido. Además, trabajamos mano a mano con el Programa Tsunami Ready en el desarrollo y corrección de la Guía de Operadores del Programa Tsunami Ready de Puerto Rico.

Durante el 2021, la RSPR continuó mejorando sus capacidades para la detección de tsunamis (locales y regionales), mediante la actualización y el mantenimiento de la infraestructura: sísmica, mareográfica, operacional y de comunicaciones. A lo que se suma brindar oportunidades de capacitación para nuestro personal y colegas de otras redes regionales. También se realizaron esfuerzos de colaboración para fortalecer el Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe enmarcado en los trabajos de la Comisión Intergubernamental Oceanográfica de la *UNESCO*, dentro del *Intergovernmental Coordination Group for the Tsunami and Other Coastal Hazards Warning System for the Caribbean and Adjacent Regions* (ICG CARIBE EWS).

### **Ejercicios Caribe Wave 2021 y ShakeOut 2021**

La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) es la agencia líder en la coordinación de dos ejercicios de comunicaciones anuales para Puerto Rico y las Islas Vírgenes, durante los ejercicios Caribe Wave y ShakeOut. El Ejercicio Regional de Tsunamis Caribe Wave, se lleva a cabo en el mes de marzo, mientras que el Ejercicio Gran ShakeOut de Puerto Rico, se realiza durante el mes de octubre. Estos ejercicios se ejecutan en coordinación con todas las agencias de respuesta de emergencias dentro de la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (PR/IV), nuestra área de responsabilidad sísmica y son parte integral del mejoramiento continuo de nuestras operaciones y respuestas a emergencia. Durante estos ejercicios se prueban las comunicaciones con: el Negociado de Manejo de Emergencia y Administración de Desastres (NMEAD, Puerto Rico), Servicio Nacional de Meteorología Oficina de Pronósticos de San Juan (SNM-SJ, Puerto Rico), Department of Disaster Management (DDM, British Virgin Islands), Virgin Islands Territorial Emergency Management Agency (VITEMA, US Virgin Islands), Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET, República Dominicana) y el Centro Nacional de Sismología (República Dominicana). Entre los medios de comunicación utilizados por la RSPR, para la difusión de mensajería de emergencia, se probaron los siguientes: el Sistema Broadcast (Sistema de Diseminación de Información de Terremotos y Tsunamis), teléfonos dedicados (ring

downs y línea privada), radio frecuencia de NMEAD, RSS News (RSPR), mensajería de texto (TWFP, Tsunami Warning Focal Points), listas de correos electrónicos (Emergencia), fax, página Web y redes sociales (Facebook y Twitter). Además, se probó el sistema de envío de mensajería masiva, como método redundante de comunicaciones para las listas de servicio de emails, mensajes de texto y llamadas automáticas a los TWFP en nuestra región.

NMEAD y SNM-SJ, entre otras agencias locales. Este año utilizamos el recurso de la página oficial del ejercicio de la RSPR (<https://www.uprm.edu/shakeout/>) para compartir con los manejadores de emergencias la información del Ejercicio de Comunicaciones Shake Out 2020. Debido al impacto de la Pandemia de COVID19 promovimos la realización del ejercicio de comunicaciones con los manejadores de emergencias de Puerto Rico y las Islas Vírgenes y la participación de toda la población desde sus hogares o lugares de trabajo manteniendo las medidas de distanciamiento. Los días 15 de septiembre, 30 de septiembre, 10 de octubre y 14 de octubre se realizaron pruebas previas al ejercicio, por todos los medios de comunicación disponibles en la RSPR, para promocionarlo en nuestra región.

### **Operaciones, Preparación y Continuidad**

Durante el 2021, se continuó trabajando la actualización del Manual de Operaciones y Procedimientos de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR), enfocándonos en la respuesta a la Secuencia Sísmica del Sur-Suroeste de Puerto Rico y en la Pandemia de COVID19. El manual describe los trabajos de las distintas áreas de la RSPR como lo son: Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos, Instrumentación e Investigación, entre otros. Incluye además los trabajos de seguridad para el cumplimiento cabal de nuestra misión y los objetivos como institución de monitoreo sísmico y de tsunamis. Este año continuamos evaluando y actualizando los protocolos relacionados al plan de emergencia y la continuidad de operaciones, enfocándonos en la respuesta a los Sismos Sentidos de la Secuencia Sísmica del Sur-Suroeste de Puerto Rico, en la Pandemia de COVID19 y en las Guías de Teletrabajo o trabajo remoto. Se trabajó en la mejora de los sistemas de comunicación y diseminación de nuestros datos y productos de emergencia. Participamos en sin número de reuniones virtuales y presenciales con agencias estatales y federales. Además, recibimos en nuestras facilidades a personal de manejo de emergencia y prensa para asuntos relacionados a Secuencia Sísmica del Sur-Suroeste de Puerto Rico.

Como parte de los esfuerzos de educación y preparación, trabajamos en la Guía de Continuidad de Operaciones para Influenza Pandémica, en el Plan de Continuidad de Operaciones en una facilidad alterna y la Guía de Trabajo Remoto de la RSPR, así como el Plan de Reincorporación tomando las medidas ante la Pandemia de COVID19. El Continuity of Operation Plan (COOP) es un requisito establecido a nivel federal, con el objetivo de mantener la continuidad de operaciones durante y pasada una emergencia. En una situación de emergencia la RSPR tiene que garantizar que se cumplan las siguientes funciones:

- Monitoreo y determinación rápida de la localización y magnitud de sismos en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes.
- Diseminar de manera rápida y oportuna la información sobre la generación y el impacto de terremotos y tsunamis en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes.
- Apoyar al PTWC en la evaluación de amenazas de tsunami para determinar los niveles de Alerta de Tsunami para la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes.
- Cumplimiento de los requisitos y responsabilidades de un Punto Focal de Alerta de Tsunami (según sus siglas en inglés, TWFP) Alterno designado por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico, a través de la NMEAD.

Las responsabilidades de la RSPR incluyen: transferir data en tiempo real desde la RSPR y las redes regionales al NEIC, PTWC y NTWC; diseminar información de terremotos y tsunamis a las agencias de manejo de emergencias y al público general; y asegurar comunicaciones abiertas y funcionales con las agencias de emergencia dentro de nuestra área de responsabilidad. En caso de una emergencia, donde la RSPR pierda comunicaciones o no pueda asegurar el cumplimiento de una de las funciones, se activará el Plan COOP y el Plan de Devolución de Operaciones. Esto en coordinación con las agencias federales (NEIC y PTWC) y con las agencias de emergencias dentro de nuestra área de responsabilidad.

### ***Angel Feliciano Ortega, Haniel Cordero Nieves, Jonathan Rosado Class***

La División de Cómputos y Sistemas de Información está encargada del diseño, desarrollo, análisis, monitoreo y mantenimiento de los sistemas de cómputos e información de la RSPR. Estos sistemas son parte importante durante la respuesta a terremotos y tsunamis, así como el monitoreo rutinario de los datos geofísicos. El servicio esencial lo brindamos al grupo de Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos quienes aseguran las operaciones 24 X 7, con el soporte técnico, adquisición y mantenimiento de equipo de computación. Parte de nuestro grupo de trabajo diseña, mantiene y actualiza el portal de internet de la RSPR y sus nodos de servicio. Otro grupo diseña y desarrolla programas que permiten el despliegue de datos al público y comunidad científica y el monitoreo de las operaciones de la RSPR. Provee además asistencia a los usuarios de las aplicaciones de la RSPR, (como el RSS). Entre los servicios provistos al público para el despliegue rápido y sencillo de información de terremotos y tsunamis están la página oficial **redsismica.uprm.edu** y las redes sociales Facebook (**redsismicadepuertorico**) y Twitter (**@redsismica**). También se distribuye información y contenido por la red social Youtube (**@redsismicapr**).

## ***Proyectos Operacionales de Analistas de Datos Geofísicos***

Los proyectos operacionales de los analistas de datos geofísicos de la RSPR son:

### ***Geol. Benjamín Colón Rodríguez***

#### ***Mareógrafos, SUTRON y Tide Tool***

El sistema que monitorea los cambios en el nivel del mar (por tsunami) en la Red Sísmica de Puerto Rico consiste básicamente de una recopilación de datos adquiridos de estaciones mareográficas y de boyas DART (Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis). Estos datos son transmitidos en diferentes métodos y formatos. Los métodos de transmisión de datos utilizados regularmente son por conexión a internet y satélite. Los mareógrafos instalados a lo largo de las costas de Puerto Rico forman parte de las estaciones que son transmitidas en ambos métodos. Esta redundancia, nos permite recibir los datos al menos por uno de los métodos cuando otro se ve afectado. Las estaciones mareográficas locales están instaladas a lo largo de las costas de Puerto Rico y las Islas Vírgenes, las regionales en las costas del Caribe y las internacionales en las costas del Atlántico. Para cada estación nueva es necesario realizar unas actualizaciones al sistema, que nos permiten los siguientes procesos: adquisición de los datos, procesamiento y decodificación de datos y graficar o desplegar los datos para el monitoreo. Trabajamos además en la instalación y actualización del sistema de SUTRON en la RSPR para trabajar con los datos de las estaciones mareográficas. Continuamos actualizando el sistema **Tide Tool** que nos permite el monitoreo de tsunamis en tiempo real, así como el entrenamiento de los analistas de datos geofísicos en el uso de dicho sistema.

### ***Geol. María Torres Vega***

#### **Broadcast Server, Respaldo de Datos y ShakeMaps**

El sistema **BroadCast Server** (BC-Server) es un programa desarrollado en la RSPR. Este sistema es utilizado para enviar toda la mensajería de eventos locales o tsunamigénicos a las agencias de emergencia, prensa y a los individuos, mediante la utilización de los servicios de emails, RSS, mensaje de texto, web page, y las redes sociales. La RSPR cuenta con un **sistema de almacenamiento** para guardar los datos de los sistemas automáticos de adquisición, que a su vez son los encargados de detección rápida de los eventos. El EarlyBird es un sistema de detección rápida, localización automática y revisada de eventos sísmicos. En adición, los datos de las estaciones sísmicas remotos son guardados en sus formatos nativos para salvaguardar la integridad de los mismo. Todos los datos se almacenan en sistemas robustos en la RSPR. Los datos de la RSPR se encuentran disponibles para todos aquellos investigadores que lo soliciten. También sirven para estudios que se realicen en la RSPR. Los **Shakemaps** o mapas de movimiento fuerte, son una representación gráfica del movimiento de la tierra producido cuando ocurre un evento sísmico. Estos mapas ayudan a estimar la intensidad de un evento sísmico,

utilizando datos geológicos y velocidad de onda S, entre otros. La RSPR tiene instalada actualmente la versión de Shakemaps 4.0, que fue creada por un grupo de investigadores del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). La versión Shakemap 4.0 que fue instalada en la RSPR está corriendo actualmente de forma empírica. Para la generación de estos mapas se utiliza la latitud, longitud y profundidad del evento. Esto nos ayuda a estimar la intensidad que las personas sienten el evento y daños que pudieran ocurrir.

## ***Geol. Viridis Miranda Berrocales***

### **EMWIN, NOAA Weather Wire, RSS y Sistemas de Comunicaciones**

El **Sistema EMWIN** (Emergency Managers Weather Information Network) permite la llegada de mensajería cuyo contenido puede ser de tipo meteorológico o relacionado a boletines de tsunamis. Estos mensajes de tsunamis indican un nivel de alerta vigente para Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Esta mensajería se divide en: boletín informativo, vigilancia de tsunamis, advertencia tsunami o aviso de tsunami. Los mensajes son utilizados por los manejadores de emergencia para la toma de decisiones, como por ejemplo activar sirenas costeras o los planes de desalojo en caso de tsunamis. Este sistema recibe información de agencias autorizadas por la National Oceanic Atmospheric Administration (NOAA), bajo el National Weather Service (NWS) y los centros de tsunamis, Pacific Tsunami Warning Center (PTWC) y National Tsunami Warning Center (NTWC). El **NOAA Weather Wire** es un producto de NOAA Weather Wire Service el cual disemina información oficial del National Weather Service (NWS). La información que disemina son las alertas y avisos de productos tsunamigénicos y de meteorología. También puede activar el EAS (Emergency Alert System). El sistema **RSS (Really Simply Syndication)** de la RSPR es se prueba todos los segundos martes de cada mes. Este opera con el software "RSSOwl" y les permite a los usuarios (manejadores de emergencia) recibir mensajes de emergencia en tiempo real. Este sistema permite a cada zona de NMEAD y OMME recibir mensajería relacionada a simulacros de Terremotos y Tsunamis (como el ShakeOut y Caribe Wave, respectivamente), eventos significativos, sismos sentidos y protocolos de tsunami. Esta herramienta, instalada en las computadoras con sistema EMWIN, es sumamente importante para los manejadores de emergencia dado que es una fuente complementaria para transmitir información oficial de la RSPR, en adición al Weather Message Client. Semanalmente se realizan pruebas de todos los sistemas de comunicaciones de la RSPR esto con el fin de asegurar la redundancia a la hora de emitir mensajes de terremotos y tsunamis para la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes.

## ***Fis. José M. Rivera Torres***

### **PRDANIS, Early Bird y Herramientas de Análisis**

Los sistemas de detección automática (Early Bird) y localización (PRDANIS) de la RSPR requieren de revisión continua para asegurarse que contienen la información más actualizada de las estaciones sísmicas en nuestra región. Debido a la instalación de nuevos

instrumentos para el monitoreo de la Secuencia Sísmica del Sur-Suroeste de Puerto Rico se realizaron actualizaciones en la configuración y verificación de los parámetros de las estaciones que se utilizan en el sistema de procesamiento de sismos locales PRDANIS y Early Bird.

### ***Geol. Josean Barbosa Toro***

#### **Mapas de Desalojo Tsunami Ready**

Como parte de este proyecto operacional, se trabaja en la actualización de los Mapas de Desalojo e Inundación por Tsunami utilizando la herramienta de GIS. Estas actualizaciones siguen las guías de la NOAA/NWS y se realizan según sea necesario para todos los municipios costeros o reconocidos como TsunamiReady en Puerto Rico. Los mapas de inundación y desalojo están diseñados para ayudar a las comunidades que se encuentran en áreas costeras a identificar y reducir su vulnerabilidad ante el efecto de inundaciones causadas por tsunamis.

### ***Peggy E. González Ojeda***

#### **Jiggle**

**Jiggle** es un software que se utiliza para analizar datos de formas de onda (sismogramas) de terremotos y calcular parámetros precisos de terremotos (localización de eventos sísmicos). Es parte del paquete de software de post procesamiento del Sistema de Monitoreo de Sismos (AQMS) del Sistema Sísmico Nacional Avanzado (ANSS, por sus siglas en inglés). Los analistas de la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN), como los analistas de otras redes sísmicas regionales de EEUU, utilizarán Jiggle para procesar formas de onda de eventos y producir un catálogo de terremotos de alta calidad. Estos catálogos son esenciales para monitorear los peligros sísmicos en la región de interés y para los esfuerzos de investigación en la ciencia de los terremotos. En este proyecto se prepara y desarrolla la documentación necesaria para los usuarios de Jiggle de la RSPR.

### ***Geol. Yanira Santiago Pérez***

#### ***Organización de documentos de respuesta y análisis de tiempo de respuestas***

Este proyecto comprende la organización y revisión de los Informes de Respuestas Sismos Significativos, Sentidos y Protocolo de Tsunamis (Hojas de Broadcast y Protocolos de eventos de la región) de la RSPR que se generan cuando los analistas de datos geofísicos responden a un terremoto, tsunami o potencial tsunami según los criterios de activación establecidos en la RSPR. Con especial énfasis en la organización de los documentos relacionados a la Secuencia Sísmica del Sur-Suroeste de Puerto Rico de 2020. Se espera además completar la digitalización de Hojas de Respuestas Sismos Significativos, Sentidos

y Protocolo de Tsunamis, así como la creación de hojas de respuesta digitales y su base de datos asociadas. Además, se vislumbra crear un sistema de análisis de los Tiempo de Respuestas durante cada activación para así mejorar la respuesta de los analistas durante los terremotos y tsunamis e identificar mejoras potenciales a los sistemas de análisis y diseminación de información de la RSPR.

### ***Geol. Gisela Báez Sánchez y Geol. Benjamín Colón Rodríguez***

#### **Entrenamiento de Analistas de Datos Geofísicos y Módulos de entrenamiento de analistas nuevos**

La RSPR cuenta con módulos para el entrenamiento de analistas de datos geofísicos. Estas herramientas y recursos proveen a los analistas de nuevo reclutamiento (empleados y estudiantes) las capacidades, destrezas y competencias necesarias para obtener el conocimiento científico y poder tomar decisiones importantes en el área de trabajo durante un turno operacional. El entrenamiento está diseñado como módulos educativos con dos objetivos principales: [1] obtener una medida cuantitativa de los conocimientos y/o habilidades que poseen en geología, procedimientos y protocolos de la División de Análisis y Procesamientos de Datos Geofísicos; [2] y que los participantes puedan comprender, evaluar, tomar decisiones, procesar e informar de manera oportuna sobre terremotos y tsunamis en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. De esta forma se obtiene una evidencia sustancial para determinar si el analista está capacitado o no para cumplir con los requisitos y expectativas de respuesta operacional durante un turno. También se contempla dentro del segundo objetivo el ámbito teórico-práctico para que el analista tenga la capacidad de gestionar conocimientos aprendidos de diferentes envergaduras, desenvolverse adecuadamente y tomar decisiones importantes, utilizando la herramienta *Broadcast Dummy*. El entrenamiento teórico-práctico es de suma importancia, ya que el tiempo es un factor fundamental en la respuesta a una emergencia de terremotos y tsunamis debido a la naturaleza de nuestro trabajo.

### ***Geol. Gisela Báez Sánchez y Geol. Benjamín Colón Rodríguez***

#### **Protección de Documentos y Colección de Sismogramas Históricos**

En este proyecto tomamos capacitaciones en temas relacionados a la conservación y protección de material histórico, para eventualmente comenzar a trabajar con nuestras colecciones que son de incalculable valor histórico-científico para la Región. En la colección de la RSPR podemos encontrar sismogramas análogos, sismogramas en cintas Kodak y en cintas magnéticas, líneas sísmicas, libros y documentos relacionados a temas de geología, sismología y geofísica de la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes y el Caribe. Esto se suma a los esfuerzos de conservación de sismogramas análogos (Proyecto Escáner), liderados por el Dr. Víctor Huérfano.



## **E. Impactar a Nuestra Sociedad Puertorriqueña**

### **Glorymar Gómez Pérez y Jesenia Figueroa Nieves**

El Programa Educativo es una iniciativa conjunta de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) y el Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico (PMFPR). Recibe además la aportación de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA, por sus siglas en inglés) a través del Programa Nacional de Amenaza y Mitigación de Tsunamis (NTHMP, por sus siglas en inglés).

Durante el año 2021, se impactaron personas en su gran mayoría mediante plataformas tales como ZOOM, Google Meet, Teams y WEBEX. Se ofrecieron entrevistas a través de diferentes medios masivos de difusión pública. La RSPR continuó con el contrato subsidiado por la NOAA con la Asociación de Radiodifusores de Puerto Rico para la emisión de pautas radiales educativas diarias a través de las emisoras adscritas a dicha asociación.

Se llevó a cabo el ejercicio de terremotos, El Gran Puerto Rico ShakeOut, con la participación de sobre 300,000 personas. Este ejercicio se promovió ampliamente en las redes sociales, plataformas, entrevistas, emisoras de radio, entre otros. Dada la pandemia y el distanciamiento físico, se promovió la participación en el hogar, practicando el método de protección sugerido por expertos en manejo de emergencias, “Agáchate, Cúbrete y Sujétate”. Igualmente, se recomendó a los ciudadanos a que revisaran sus planes de emergencia, a repasar el mapa de desalojo por tsunamis, a reforzar su hogar y asegurar aquellos objetos pesados y peligrosos que pudieran caer, a remover objetos en entradas y pasillos, entre otras medidas.

### **Roy Ruiz Vélez**

El programa TsunamiReady® es un componente del “National Tsunami Hazard Mitigation Program” (NTHMP). El mismo, es un esfuerzo colaborativo del Servicio Nacional de Meteorología (NOAA), coordinado para documentar la amenaza real de tsunamis en nuestras costas, preparar las comunidades para que puedan responder ante esta amenaza, establecer sistemas de alerta temprana y minimizar la pérdida de vidas y propiedades. En Puerto Rico, la Red Sísmica administra los fondos del programa TsunamiReady en estrecha coordinación con el Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD). El año 2021 fue uno de grandes retos para Puerto Rico, en especial para la Red Sísmica de Puerto Rico. No obstante, nuestra oficina y el programa de tsunamis pudo continuar con la misión educativa y de preparación.

En Puerto Rico, 44 municipios costeros y 2 no costeros (Bayamón y Canóvanas) mantienen su reconocimiento y han adoptado las guías del programa TsunamiReady como la base para preparar sus planes de respuesta ante eventos de tsunami. Los municipios dentro del programa cuentan con puntos focales de aviso 24/7 y sistemas para recibir y diseminar las alertas de tsunami. La RSPR apoya a los municipios a mantener su reconocimiento; (1)

proveyendo talleres y materiales educativos a los manejadores de emergencia; (2) reforzando los puntos focales de aviso con sistemas para recibir las alertas de tsunami; (3) proveyendo apoyo técnico en el desarrollo y revisión de los planes de respuesta a tsunami; (4) desarrollando material educativo y manuales. Durante el 2021 varios municipios recibieron apoyo para su renovación TsunamiReady dado que dicho reconocimiento era otorgado por el SNM por espacio de tres años, ahora sube a cuatro años. A estos municipios se les entregaron mapas de desalojo y letreros (para reponer los perdidos o dañados), sistemas de computadora y equipos para reforzar sus puntos focales.

Como parte del trabajo educativo del programa TsunamiReady, se ofrecieron varios talleres virtuales durante el año con el fin de impactar diversos sectores de la comunidad (incluyendo manejadores de emergencia y líderes comunitarios). En el mes de agosto, se ofreció un taller para líderes comunitarios. El mismo se ofreció en modalidad virtual y contó con la participación de líderes comunitarios y voluntarios de emergencia de la zona oeste. Durante el taller los participantes aprendieron sobre los tsunamis, los mapas de desalojo, la herramienta del “tsunami map tool”, entre otra información relevante para la preparación de las comunidades. Fue una experiencia muy enriquecedora para todas las partes. Durante el próximo año se espera finalizar un portal educativo en línea que permitirá adiestrar a otros líderes comunitarios en el futuro.

Durante el año, diferentes municipios lograron reponer letreros de tsunami que habían sido dañados, además de re establecer sus sistemas de sirenas fijas. Además, investigadores de la Red Sísmica, junto a miembros del comité de tsunamis de Puerto Rico publicaron varios artículos en la revista digital de tsunami TsuInfo Alerts

Durante el próximo año se espera continuar apoyando en las renovaciones de los municipios que vence su reconocimiento, ampliar el programa para incluir facilidades que quieran apoyar como TsunamiReady Supporters. También, se continuará trabajando con líderes comunitarios en el desarrollo de ideas creativas para llevar el mensaje de preparación. Se trabajará para mantener a Puerto Rico como modelo a seguir, dentro del programa TsunamiReady, a nivel nacional e inspirando a otros países en la región del Caribe.

#### ***F. Fortalecer el Sentido de Pertenencia y “Orgullo Colegial”***

Durante el año la RSPR contó con 13 estudiantes sub graduados y 7 estudiantes graduados que colaboraron en las distintas divisiones de nuestra oficina. También contó con estudiantes internacionales a los cuales, según la disponibilidad de fondos, se le otorgó exención de matrícula. Estos estudiantes pertenecen en su mayoría al Decanato de Artes y Ciencias, aunque también tenemos estudiantes de otros decanatos, todos contratados por medio de Requisiciones a Jornal o Ayudantías Graduadas.

En el Programa Educativo los estudiantes realizan distintas tareas, como participar de mesas informativas, repartir material informativo, participan en los ejercicios de desalojo por

Tsunami en distintas comunidades, ferias educativas en las distintas escuelas y actividades dentro del Recinto, como la Semana de las Ciencias, Open House del Recinto Universitario de Mayagüez y Semana de Orientación para estudiantes de nuevo ingreso. También contamos con estudiantes de apoyo en el área de administración y en el área de cómputos, así como para la digitalización de sismogramas.

En la División de Análisis y Procesamiento de Datos Geofísicos los estudiantes colaboran con las operaciones rutinarias del área de análisis y sus proyectos operacionales, así como en sus respectivos departamentos, en investigaciones graduadas relacionados a terremotos y tsunamis. Algunas de las investigaciones en proceso son:

***Ing. Diego F. Claros Gómez***

***Ground Motion Equation Prediction for Puerto Rico***

Considerando el hecho de que desde el año 2003 no se ha realizado una actualización en los factores de amenaza sísmica para Puerto Rico, este proyecto pretende considerar elementos e información actual que permitan establecer un acercamiento a la respuesta real de las edificaciones en Puerto Rico ante un sismo. Para el año 2019 se realizó la verificación de por lo menos 50 documentos relacionados con los factores y metodologías de amenaza sísmica, considerando también las herramientas disponibles a nivel mundial para este tipo de análisis, como lo son R-CRISIS, EqHaz (open source), OpenQuake (open source), entre otros. De esta evaluación se ha considerado centralizar la investigación en la generación de un modelo de predicción de movimiento del suelo (Ground Motion Model), insumo de los análisis de amenaza sísmica. Del resultado de este modelo se pretende obtener la respuesta sísmica de un sitio considerando los factores de atenuación asociados a la propagación de las ondas.

***Sandra Rosero Rueda***

***Calibración de Magnitud Local para Eventos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes***

En esta investigación se trabaja en el desarrollo de la calibración de magnitudes locales (MI) que comprende el estudio de terremotos y, la principal finalidad que tienen las magnitudes es de cuantificar la energía sísmica. En el caso de MI se utiliza para eventos sísmicos locales en Puerto Rico e Islas Vírgenes, estos análisis de los eventos se realizan dentro de los sistemas de procesamiento de datos sísmicos de la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR). El primer paso para calcular MI es conocer como trabajan los diferentes sismómetros dentro

de una red, junto con los parámetros de calibración como son los modelos de amplitudes, que van de pico a pico en una traza de un terremoto registrado por un sismograma estándar de torsión Wood-Anderson (WA). Si la amplitud es leída por un sismómetro electromagnético, (actualmente utilizados en cualquier red) básicamente se debe hacer unas correcciones a la respuesta de esa señal (WA) que sería equivalente al uso de las conocidas ecuaciones de Eaton. Ese nuevo registro digital, se encuentra desarrollado en la plataforma llamada HYPOINVERSE, así como lo expresa la guía de usuario de este, este programa se creó para proveer la lectura de paquetes de datos generados por estaciones sísmicas para terremotos. Los paquetes proporcionan información como el tiempo de arribo de la onda sísmica, amplitudes y duración. Teniendo claro los conceptos anteriores, se pueden obtener datos de diferentes eventos por cada estación y se prosigue a calcular una Magnitud local, de ahí se toma un valor promedio por cada estación y este valor se compara con los sistemas sísmicos de la RSPR, como, por ejemplo, el Early Bird (EB). El EB estima magnitudes preliminares del cual lo que se busca es, la toma de los valores proporcionados por el sistema para realizar una comparación con los que se obtengan del valor promediado por cada estación.

### ***Hernán Porras***

#### ***Segmentación de estructuras y parámetros sismotectónicos a partir del patrón de fallas y la sismicidad en el sector NE de la placa Caribe, Puerto Rico.***

Posterior al último estudio de zonificación sísmica se han publicado una serie de trabajos en zonas puntuales alrededor de la isla de Puerto Rico, basados en sísmica de reflexión, deformación cortical y geología de campo que han contribuido al entendimiento de la configuración tectónica del área. Dados estos antecedentes, es necesario realizar una actualización de las zonas sismotectónicas locales en Puerto Rico integrando las fuentes sísmicas y estilo estructural, con el fin de actualizar y obtener nuevos resultados para los estudios de amenaza sísmica y eventos de tsunamis.

Esta clasificación se realiza partiendo del hecho de que las estructuras de primer y segundo orden representan las variaciones en los campos de esfuerzos regionales y locales. Además, incluimos la sismicidad registrada en la región con el fin de discutir la actividad de cada segmento. Conocer la extensión de cada segmento es fundamental para definir los parámetros sismotectónicos y evaluar el potencial de amenaza.

Nos enfocamos en actualizar la geometría y la cinemática del patrón de fallas cuaternarias a través de un mapeo estructural detallado tomando como base, la batimetría, las imágenes de sísmica de reflexión, mapas geológicos y estructurales publicados por varios autores e integrados en una base de datos con la cual construimos nuestro modelo.

**Jarelys González Pérez**

***Desarrollo de Proyecto Piloto de Sistema de Alerta Temprana de Terremoto***

La Red Sísmica de Puerto Rico en unión con entidades como el Fideicomiso de Ciencias de Puerto Rico, IBM y Linux, y la compañía Grillo, están desarrollando un proyecto piloto para una futura implementación de un Sistema de Alerta Temprana para Terremotos en Puerto Rico. Actualmente, se está trabajando con el diseño del sistema e instalación de 90 equipos de detección de bajo costo. Al momento se han instalado 24 equipos en distintas regiones de la Isla. El propósito de este proyecto es investigar la viabilidad de tener un Sistema de Alerta Temprana de Terremotos en Puerto Rico. Además, tiene como objetivo reforzar el sistema educativo y crear conciencia sobre nuestra vulnerabilidad a eventos sísmicos y sus efectos secundarios. Promover el interés y participación de investigadores en el desarrollo de nuevas tecnologías.