

EL PROGRAMA DE MOVIMIENTO FUERTE DE PUERTO RICO

José A. Martínez Cruzado¹

El Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico (PRSMF por las siglas en inglés de Puerto Rico Strong Motion Program) tiene sus orígenes en la década de los setenta. Fue entonces cuando el Ing. José Luis Capacete, reconociendo la gran importancia de obtener registros sísmicos en caso de un terremoto de alta intensidad, y aprovechando la coyuntura de que el gobierno estadounidense estaba considerando construir una planta nuclear para la generación de energía, se dedicó a solicitar fondos a diversas agencias estatales de Puerto Rico para comprar e instalar varias estaciones sísmicas de movimiento fuerte.

Los esfuerzos del Ing. Capacete rindieron frutos obteniendo fondos suficientes para comprar varios acelerómetros SMA-1 (producidos por la empresa Kinematics). Mientras recolectaba los fondos contactó al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) para que se encargaran de la instalación y mantenimiento de las estaciones. Para el año 1976 se había logrado instalar ocho estaciones de movimiento fuerte y se instrumentó el Edificio Sur del Centro Gubernamental de Minillas, en San Juan, con un sensor triaxial en la base y otro en el piso más alto. El edificio rectangular de 17 plantas estaba recientemente construido, era para todos los efectos simétrico, y tenía la peculiaridad de haber utilizado hormigón liviano para las losas de piso. El sistema para resistir cargas gravitatorias y laterales del edificio constaba de un núcleo central de paredes de hormigón armado para las escaleras y los ascensores, y marcos de hormigón armado por toda la periferia.

En el año 1987 esta red de acelerómetros pasó a ser parte del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez (UPRM) y sería complementada con un proyecto con la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) que había obtenido el Dr. Rafael Jiménez, quien entonces fungía como profesor en dicho departamento. Sin embargo, no fue hasta enero de 1994 que la instrumentación obtenida por medio de NSF vino a instalarse en la isla. En esa ocasión el USGS instaló ocho acelerómetros SSA-2 y reorganizó la distribución de estaciones SMA-1 bajo las instrucciones del Dr. Milton R. Martínez Delgado, profesor de ingeniería civil en UPRM. Poco tiempo después se instrumentó otro edificio en el área de San Juan, el Edificio Plaza Inmaculada II. Éste es un edificio de 26 pisos con un sistema de resistir tanto cargas gravitatorias como laterales por medio de paredes de hormigón armado, y con la peculiaridad de tener una razón de esbeltez de aproximadamente 7.8.

Durante los años 1996 y 1998 pasaron sobre Puerto Rico los huracanes Hortensia y Georges, respectivamente, que dejaron grandes pérdidas en la infraestructura de la isla. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencia (FEMA por sus siglas en inglés) puso a la disposición fondos de mitigación donde tanto el PRSMF como la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) pudieron capitalizar en obtener fondos para densificar sustancialmente ambas redes. Con los fondos obtenidos correspondientes al Huracán Hortensia se obtuvieron 21 acelerómetros ETNAs con los cuales se sustituyeron los SMA-1 y se instalaron once estaciones en la zona metropolitana de San Juan. Además se sustituyó la instrumentación sísmica del edificio de Minillas por un equipo digital y el triaxial que había en la planta más alta se sustituyó por tres sensores uniaxiales para poder captar sendos desplazamientos laterales ortogonales y la torsión. Además, como parte de la propuesta conjunta con la PRSN, se establecieron seis estaciones conjuntas con acelerómetros y sismógrafos de banda ancha formando casi una línea recta desde la Isla de Mona en el oeste hasta la Isla de Culebra en el este. Por último, de los fondos sobrantes del proyecto, se compraron e instalaron nueve acelerómetros ETNAs en la ciudad de Mayagüez y pueblos aledaños.

Con los fondos obtenidos por motivo del Huracán Georges se obtuvieron 25 estaciones digitales de las cuales se estableció una red de acelerómetros en la Ciudad Señorial de Ponce con 9 estaciones, y las otras 16 estaciones se distribuyeron por la isla. Toda esta nueva instrumentación se instaló con Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) formando así verdaderamente una red. Se instalaron otras siete estaciones conjuntas con la PRSN con acelerómetros y sismógrafos de banda ancha. Por último, se instrumentaron sísmicamente tres estructuras: la Represa Lucchetti en Yauco (de tipo de gravedad), el viaducto de Mayagüez y un puente en la autopista en la ciudad de Ponce.

Como parte de los proyectos con FEMA la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez se comprometía a proveerle mantenimiento periódico a toda su instrumentación, tarea nada fácil con 74 estaciones de movimiento fuerte a

¹ Director del Programa y Catedrático, Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. E-mail: jose.martinez44@upr.edu.

campo abierto, 25 estaciones sismológicas transmitiendo datos de forma continua y 5 estructuras instrumentadas. La presión de la prensa sobre la PRSN para adquirir información rápida y precisa combinada con un enjambre de sismos en octubre de 2001, el apoyo del rector interino de la UPRM, y del Presidente del Senado de Puerto Rico y, sin duda alguna, la habilidad de la Directora de la PRSN, la Prof. Christa von Hillebrandt se logró que se firmara la Ley 106 del 24 de julio de 2002 donde se le otorga fondos recurrentes tanto a la Red Sísmica de Puerto Rico como al Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico.

Con la Ley 106 ambas redes han logrado crecer vertiginosamente. En el PRSMP se decidió instalar GPS en todas y cada una de las estaciones, se obtuvo el administrador de red *Antilope*, se estableció una red de estaciones en la mayoría de los campus de la Universidad de Puerto Rico de modo que se comunicaran vía Internet al sistema de *Antilope*, unas 50 estaciones se comunican vía telefónica y tres vía satelital. Se han establecido convenios con la Autoridad de Energía Eléctrica para instrumentar represas (hoy en día hay nueve represas instrumentadas), con la Universidad Autónoma de Santo Domingo y con el Departamento de Mitigación de Desastres de las Islas Vírgenes Británicas (BVI) donde se ha establecido una pequeña red de 5 estaciones de movimiento fuerte y se han instrumentado dos edificios: la torre de control del aeropuerto principal y el Centro de Administración del Gobierno (el cual está cimentado en suelos recuperados de la bahía en Roadtown). Por último, se han auspiciado y se ha colaborado en múltiples proyectos de investigación.

Actualmente el PRSMP está preparando la base de datos de las 104 estaciones sísmicas que tiene en Puerto Rico, Islas Vírgenes Americanas y Británicas y en la República Dominicana. Está también preparando la base de datos de los sismos registrados desde sus comienzos en la era digital (1994) los cuales podrán ser obtenidos por medio del portal de Internet www.prsmp.uprm.edu.

La colaboración mutua ente el PRSMP en el Departamento de Ingeniería Civil y el PRSN en el Departamento de Geología ha sido un punto fundamental para el desarrollo de ambas redes. La colaboración ha ocurrido de forma natural, a pesar de los varios temas que pudieran crear fricción como lo son la distancia entre las estaciones, las condiciones del subsuelo y el ruido ambiental para solo mencionar unos pocos. La clave está en que cada parte comprenda, respete y apoye firmemente los objetivos de su contraparte. Después de todo, los objetivos primordiales de minimizar las fatalidades y las pérdidas económicas durante movimientos telúricos es el mismo para ambas partes.