

**ACUERDO ENTRE LA AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE PUERTO RICO  
Y LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO, RECINTO DE MAYAGÜEZ  
PARA EL SISTEMA DE ALERTA  
TEMPRANA PARA LA REPRESA DE PATILLAS**

----**DE UNA PARTE:** La Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (Autoridad), una corporación pública y entidad gubernamental del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, creada por la Ley Núm. 83 del 2 de mayo de 1941, según enmendada, representada en este acto por su Principal Oficial Ejecutivo/Director Ejecutivo, José F. Ortiz Vázquez, ingeniero, mayor de edad, casado y vecino de San Juan, Puerto Rico adelante denominada La Autoridad.-----

----**DE LA OTRA PARTE:** La Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, representada en este acto por su Rectora Interina, Wilma Lissette Santiago Gabrielini, mayor de edad, casada y vecina de Mayagüez, Puerto Rico, quien en el ejercicio de las facultades y poderes que le confiere el Artículo 7 de la Ley 1, del 20 de enero de 1966, según enmendada, otorga el presente Contrato de Servicios Profesionales en adelante denominado La Universidad.-----

Ambas partes manifiestan tener la capacidad legal para el otorgamiento de este Acuerdo de Colaboración, en adelante "el Acuerdo", libre y voluntariamente: -----

**EXPONEN**

**POR CUANTO:** La Represa de Patillas (Represa) es una represa de tierra construida en 1914 y su uso principal es de irrigación. Esta es susceptible a licuación, lo cual generaría deformaciones durante un evento sísmico. El orden de magnitud de las deformaciones esperadas, de ocurrir un evento sísmico, se encuentran en el rango de los 23 pies, lo que incrementa el riesgo de un desbordamiento. Por razones de seguridad, la Represa funciona por debajo de su nivel máximo de operación; lo que hace que pierda capacidad de almacenamiento.-----

**POR CUANTO:** La Autoridad evaluó la conveniencia de establecer en la Represa, un sistema de monitoreo continuo y alarma temprana, que permitirá aumentar los niveles actuales de operación y contribuirá a mitigar los riesgos ante la eventualidad de un fallo por desbordamiento. Todo ello bajo los siguientes: -----

**-----TÉRMINOS Y CONDICIONES-----**

----**PRIMERA:** La Universidad instalará antenas de *Global Positioning System (GPS)* para medir las deformaciones en diferentes partes de la Represa. Además de medir deformaciones, se integran al sistema de monitoreo los acelerógrafos existentes y un sistema de cámaras de video. De no poder lograr la integración de los acelerógrafos

existentes se instalará uno que formará parte del sistema de monitoreo. Las lecturas que registren estos instrumentos se analizarán por un programa de monitoreo que activará las sirenas, según el protocolo que se establezca. El programa de monitoreo se instalará en una computadora en la represa. Estas mediciones se podrán monitorear en tiempo real y de forma remota, a través de internet. -----

----**SEGUNDA:** La Autoridad tendrá las siguientes responsabilidades bajo este Acuerdo:

- a) Construirá la base de acero y las fundaciones para instalar los postes de metal. ----
- b) Proveerá el sistema de data para los *celular modem*, suplirá la conexión de internet y cubrirá el costo de las mensualidades por concepto de tales servicios.-----
- c) Suplirá e instalará los postes a ser utilizados como parte de este Acuerdo así como obtendrá los permisos para su instalación.-----
- d) Instalará 16 monumentos de tubería galvanizada de cuatro pulgadas de ancho y tres pies de altura. Los mismos tendrán un empotramiento en el suelo de dos pies y se pintarán con pintura que refleje la luz para una mayor visibilidad de los mismos.--

----**TERCERA:** La Universidad tendrá las siguientes responsabilidades bajo este Acuerdo:

- a) Instalará de tres a nueve antenas de *GPS*, a través de la Represa y una en campo abierto. Estas se instalarán en un poste de metal, cimentado en una zapata cuadrada de hormigón. Las especificaciones se le proveerán a la Autoridad para aprobación al comienzo de los trabajos. La Universidad utilizará placas solares con un sistema de baterías y un sistema de *celular modem*. -----
- b) Integrará al sistema de monitoreo los acelerógrafos existentes en la Represa y aceleraciones que registre se utilizarán para establecer los niveles de alerta. De no poder lograr la integración de los acelerógrafos existentes, se instalará un acelerógrafo, el cual formará parte del sistema de monitoreo -----
- c) Podrá instalar una a dos cámaras de video. Las cámaras se colocarán en postes de 40 pies de altura y estarán localizadas en ambos extremos de la Represa.-----
- d) Instalará tres sirenas en postes de 40 pies de altura. -----

----**CUARTA:** Los equipos que se utilizarán para estos trabajos se describen en la propuesta, Anejo 1, la cual se incluye y se hace formar parte de este Acuerdo. Para poder procesar el pago de estos equipos se deberá incluir la factura de compra de los mismos. Las cotizaciones relacionadas a estas compras deberán ser aprobadas previamente por la Autoridad-----

----**QUINTA:** Las partes desarrollarán y establecerán el protocolo según los niveles de alerta que se establecen en el Anejo I.-----

----**SEXTA:** En conformidad con los términos y condiciones la facturación total de este Acuerdo no excederá de cuatrocientos ochenta y nueve mil dólares (\$489,000) incluyendo gastos reembolsables, si alguno, durante su vigencia. Todos los desembolsos efectuados por la Autoridad bajo las disposiciones de este Acuerdo se pagarán de las cuentas 20-5003-60215-550-213 y 206003-60260-550-213 en un cincuenta por ciento (50%) cada una. La Autoridad reembolsará a la Universidad aquellos gastos extraordinarios que sean necesarios, sin embargo, la Universidad tendrá que obtener la aprobación previa por escrito de la Autoridad antes de incurrir en un gasto extraordinario. Para ello, la Universidad notificará por escrito a la Autoridad la necesidad del gasto y esta determinará si lo aprueba. Por gastos extraordinarios se entienden: viajes, estadías en hoteles, moteles u otro establecimiento de similar naturaleza, alquiler de automóviles u otro vehículo de motor, alquiler de equipo y materiales de oficina, al igual que aquellos gastos que no se incurren frecuentemente y regularmente en relación con los servicios que se prestarán bajo este Acuerdo. No se reembolsarán gastos de viaje que se incurran en la zona metropolitana de San Juan. Aquellos gastos que sean reembolsables, se pagarán de acuerdo con la tarifa económica. La Autoridad no pagará el tiempo de viaje. Los gastos reembolsables no excederán del seis por ciento (6%) del monto total de este Acuerdo. La Universidad facturará al costo, presentará evidencia de ello, los gastos misceláneos esenciales para llevar a cabo cada asignación de trabajo, tales como: millaje, peaje, fotos, copias de documentos en oficina, reproducción de documentos o envíos fuera de la oficina y llamadas telefónicas de larga distancia. Dichos costos estarán incluidos en el monto total del Acuerdo.-----

----**SÉPTIMA:** La Universidad enviará las facturas por el trabajo realizado, no más frecuente que una vez al mes. La factura estará certificada y contendrá una descripción detallada de los servicios rendidos, un desglose de toda actividad por hora y los desembolsos y gastos reembolsables. La factura tiene que incluir los documentos que evidencien los gastos, es decir cuando se solicite el reembolso de algún gasto, se incluirá copia de la autorización previa de la Autoridad. La factura contendrá además la tarifa por hora de un personal investigador principal de \$250.00 la hora, un ayudante de investigador a \$50.00 la hora y un personal administrativo de ser necesario, a \$25.00 la hora. Las horas

use  
use

dedicadas por estos recursos será evidenciada mediante la presentación de las hojas de tiempo certificadas como correcta por el Investigador Principal. Todas las facturas tendrán la aprobación de la Autoridad antes de procesarse para pago. El mismo se efectuará dentro de los sesenta (60) días posteriores a la fecha de aprobación. El Director de Generación o su representante autorizado verificará la corrección de la factura y certificarán que el trabajo se realizó en conformidad con el Acuerdo.-----

Toda factura enviada por la Universidad debe incluir la siguiente Certificación para poder proceder con el pago de la misma. Aquella factura que no contenga la Certificación, no se procesará para pago.-----

Certificación de Ausencia de Interés:

Bajo pena de nulidad absoluta, certifico que ningún empleado, funcionario o director de la Autoridad de Energía Eléctrica es parte o tiene algún interés en las ganancias o beneficios producto del Acuerdo objeto de esta factura y de ser parte o tener interés en las ganancias o beneficios producto del Acuerdo, medió una dispensa previa. Certifico, además, que la única consideración para suministrar los servicios objeto del Acuerdo es el pago acordado con el representante autorizado de la Autoridad de Energía Eléctrica.

El importe de esta factura es justo y correcto. Los servicios se prestaron y no han sido pagados.

\_\_\_\_\_  
Firma de la representante de la Universidad  
Nombre en letra de molde

La Universidad informará, inmediatamente, a la Autoridad cuando el total de la cantidad facturada alcance el setenta y cinco por ciento (75%) del monto total del Acuerdo. Una vez realizada dicha notificación, la Universidad, en coordinación con la Autoridad, se asegurará de que sus servicios no excedan la cuantía contratada, excepto que medie enmienda escrita al Acuerdo. Además, informará los trabajos realizados pendientes de facturar.-----

-----**OCTAVA:** Este Acuerdo estará vigente a partir de la fecha de su otorgamiento hasta el 30 de junio de 2020, con extensión de dos (2) años adicionales sujeto a la disponibilidad de fondos.-----

No obstante lo dispuesto en este Acuerdo, en cuanto a la vigencia o duración del mismo, la Autoridad podrá, en cualquier momento, terminarlo, cancelarlo o acelerar su vencimiento, mediante notificación a la Universidad hecha con, por lo menos, treinta (30) días de anticipación, cuando ello, a juicio de la Autoridad, responda a sus mejores intereses. Disponiéndose que, en caso de que la Universidad incumpla con alguna de sus

obligaciones en este Acuerdo, la Autoridad podrá decretar la terminación, cancelación o resolución inmediata del mismo sin necesidad de notificación previa. El ejercicio del derecho de terminar, cancelar o resolver este Acuerdo, no se entenderá que constituye una renuncia de la Autoridad a cualesquiera remedios adicionales provistos por este Acuerdo por la ley para casos de demora o incumplimiento en las obligaciones contractuales de la Universidad.-----

En caso de que la Autoridad termine, cancele o acelere el vencimiento del Acuerdo, según dispuesto anteriormente, la Universidad tendrá derecho solamente a que se le compense por los trabajos realizados hasta el momento de la terminación, cancelación o aceleración del Acuerdo, en proporción a las tarifas mencionada en el Anejo I de este Acuerdo.-----

-----**NOVENA:** La Universidad se considerará como un contratista independiente, a todos los fines pertinentes en este Acuerdo, y todas las personas contratadas por ella para el cumplimiento de sus obligaciones se considerarán como empleados o agentes de la Universidad o sus subcontratistas y no como empleados o agentes de la Autoridad. La Universidad y todas las personas contratadas por ella, por su condición de Universidad independiente, no tendrán derecho a licencias por enfermedad, beneficios por la Corporación del Fondo del Seguro del Estado, vacaciones, sistema de retiro, ni disfrutará de otros beneficios marginales concedidos por la Autoridad a sus empleados en virtud de las leyes vigentes.-----

-----**DÉCIMA:** La Universidad acuerda relevar y exonerar de responsabilidad e indemnizar a la Autoridad por todos los gastos y costos de cualquier naturaleza (incluyendo honorarios de abogados) en que esta incurra y que se originen o surjan en relación con reclamaciones de terceras personas por daños personales, incluyendo la muerte, o por daños a la propiedad, pero cuyos daños se ocasionaran por acciones u omisiones de la Universidad en el cumplimiento o incumplimiento de sus obligaciones en este Acuerdo.-----

-----**UNDÉCIMA:** Las partes comparecientes convienen que sus respectivas responsabilidades por daños y perjuicios en este Acuerdo serán según establecidas por el Código Civil de Puerto Rico y la jurisprudencia del Tribunal Supremo de Puerto Rico.-----

-----**DUODÉCIMA:** La Autoridad y la Universidad acuerdan expresamente que ninguna enmienda u orden de cambio que se efectúe en este Acuerdo, durante su vigencia, se entenderá como una novación contractual, a menos que ambas partes pacten por escrito específicamente lo contrario. -----

W.  
W.

----**DECIMOTERCERA:** La Universidad, a su costo, defenderá a la Autoridad de cualquier demanda o reclamación que se presente contra esta que se origine por cualquier composición o utilización de escrito protegido o por derechos de autor utilizados en la ejecución de este Acuerdo, incluyendo su uso por la Autoridad. La Autoridad deberá notificar con prontitud y por escrito dicha demanda o reclamación a la Universidad. Además, la Autoridad deberá proveerle a la Universidad toda la información y la ayuda para llevar a cabo la defensa del caso. La Universidad pagará todos los daños, las costas y gastos que se adjudiquen contra la Autoridad por tal concepto.-----

----**DECIMOCUARTA:** Cualquier notificación que deban hacerse las partes contratantes en conformidad con este Acuerdo se enviarán por escrito y se entenderá que la misma fue efectiva al momento de su entrega personal o por correo a las siguientes direcciones:

A la Autoridad: Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico  
PO Box 364267  
San Juan, Puerto Rico 00936-4267

Atención: José F. Ortiz Vázquez  
Principal Oficial Ejecutivo

A la Universidad: Universidad de Puerto Rico  
Recinto Universitario de Mayagüez  
Oficina de Asuntos Legales  
PO Box 9000  
Mayagüez, Puerto Rico 00680

Atención: Wilma Santiago Gabrielini  
Rectora Interina

----**DECIMOQUINTA:** La Universidad no subcontratará ni cederá los derechos adquiridos u obligaciones contraídas bajo este Acuerdo, excepto en el caso de que la Autoridad así lo autorice por escrito. -----

----**DECIMOSEXTA:** Si algún tribunal con jurisdicción competente declara nula o inválida alguna de las cláusulas de este Acuerdo, ello no afectará la validez y eficacia de las restantes cláusulas del mismo y las partes contratantes se comprometen a cumplir con sus obligaciones bajo las cláusulas que no se afectaron por la determinación judicial de nulidad o invalidez.-----

----**DECIMOSÉPTIMA:** La Universidad obtendrá y mantendrá en vigor, durante la vigencia de este Acuerdo y subsiguientemente, pólizas de seguros que cubran todas sus actividades contractuales, formalizadas con aseguradoras de Puerto Rico y proveerá certificados de seguro y endosos en original, como sigue: -----

A. Seguro de Compensación por Accidentes en el Trabajo-----

*W.F.*  
*Wes*

La Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez (UPRM) proveerá y mantendrá un Seguro de Compensación para Accidentes en el Trabajo como lo exige la Ley de Compensación para Accidentes en el Trabajo del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. La UPRM será responsable de que todos sus subcontratistas, agentes e invitados cumplan con dicha Ley.-----

La UPRM proveerá a la Autoridad una Certificación del Fondo del Seguro del Estado que demuestre que el personal empleado en los trabajos está cubierto, conforme a este contrato.-----

**B. Seguro de Responsabilidad Patronal-----**

La UPRM proveerá un Seguro de Responsabilidad Patronal con límites mínimos de \$1,000,000 por persona en el caso de lesiones corporales y \$1,000,000 por accidente, para cubrir la responsabilidad impuesta por Ley a la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, en caso de lesiones corporales por causa de accidentes o enfermedad, inclusive la muerte, que surjan del empleo y en el transcurso del mismo, aparte de cualquier reclamación bajo la Ley de Compensación para Accidentes en el Trabajo del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.-----

**C. Seguro de Responsabilidad Pública General-----**

La UPR Mayagüez proveerá y mantendrá una Póliza de Seguro de Responsabilidad General con límite de \$1,000,000 por ocurrencia y \$1,000,000 agregado.-----

**D. Seguro de Responsabilidad Pública para Automóviles-----**

La UPR Mayagüez proveerá y mantendrá un Seguro de Responsabilidad Pública para Automóviles con un límite sencillo combinado de \$500,000 que cubra todos los automóviles, sean o no de su propiedad y los automóviles alquilados.-----

**Requisitos para las Pólizas: -----**

Las Pólizas de Responsabilidad Pública General y Responsabilidad Pública de Automóvil se endosarán como sigue: -----

- Como Asegurado Adicional: -----

Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico  
Oficina de Administración de Riesgos  
PO Box 364267  
San Juan, Puerto Rico 00936-4267

En lo que respecta a su cancelación, todas las pólizas se endosarán como sigue: -----

*Handwritten initials in blue ink.*



- Esta póliza no podrá ser cancelada ni podrá hacersele cambio alguno que cambie, limite o reduzca el seguro provisto o que cambie el nombre del asegurado, sin que medie una notificación escrita de tres (30) días al Administrador de Riesgos de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico, PO Box 364267, San Juan, Puerto Rico 00936-4267, evidenciada por el acuse de recibo de carta certificada.-----
- Endoso que incluya este Acuerdo bajo la cobertura de responsabilidad contractual identificándolo por número, fecha y partes del Acuerdo.-----
- Relevo de Subrogación a favor de la Autoridad.-----
- El incumplimiento de cualquier garantía o condición de esta Póliza no perjudicará el derecho de la Autoridad de Energía Eléctrica bajo dicha póliza.-----

-----**DECIMOCTAVA:** Las partes contratantes se excusarán del cumplimiento de sus obligaciones contractuales y no serán responsables por daños y perjuicios ni por cualquier otro concepto, en la medida en que su incumplimiento se deba a un evento de fuerza mayor. Para fines de este Acuerdo, fuerza mayor significa cualquier causa no atribuible a la culpa o negligencia, y que quede fuera del control, de la parte que reclame la ocurrencia de un evento de fuerza mayor. Fuerza mayor puede incluir, pero sin limitarse, a lo siguiente: disturbios industriales, actos del enemigo público, guerra, bloqueos, boicots, motines, insurrecciones, epidemias, terremotos, tormentas, inundaciones, disturbios civiles, cierres patronales, fuegos, explosiones, interrupción de servicios debido a acciones u omisiones de cualquier autoridad pública; disponiéndose que estos eventos, o cualesquiera otro que se reclame como uno de fuerza mayor, o sus efectos, estén fuera del control y no sean consecuencia de la culpa o negligencia de la parte que reclama la ocurrencia de un evento de fuerza mayor, y que dicha parte, dentro de diez (10) días, contados a partir de la ocurrencia de la alegada fuerza mayor, notifique la misma por escrito a la otra parte y describa los pormenores del evento y su duración estimada. El peso de la prueba, en cuanto a si ocurrió un evento de fuerza mayor o no, será de la parte que reclame que la misma ocurrió.-----

-----**DECIMONOVENA:** Ambas partes contratantes reconocen y acceden a que los servicios contratados podrán ser brindados a cualquier entidad de la Rama Ejecutiva con la cual la entidad contratante realice un acuerdo interagencial o por disposición directa de la Secretaría de la Gobernación. Estos servicios se realizarán bajo los mismos términos y condiciones en cuanto a horas de trabajo y compensación consignados en este

U.S.C.  
U.S.C.



Acuerdo. Para efectos de esta cláusula, el término "entidad de la Rama Ejecutiva" incluye a todas las agencias del Gobierno de Puerto Rico, así como a las entidades y corporaciones públicas.-----

----**VIGÉSIMA:** Cláusula de Terminación: La Secretaría de la Gobernación tendrá la facultad para dar por terminado el presente Acuerdo en cualquier momento.-----

----**VIGÉSIMO PRIMERA:** Este Acuerdo estará sujeto a y se interpretará por las leyes del Estado Libre Asociado de Puerto Rico. Además, las partes acuerdan expresamente que los tribunales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico serán los únicos tribunales con jurisdicción competente y exclusiva para resolver las controversias que surjan o que requieran la intervención de la autoridad judicial para su dilucidación.-----

----**VIGÉSIMO SEGUNDA:** Ambas Partes se comprometen a ser custodios y conservar todos los documentos relacionados a este Acuerdo, tales como: informes, hojas de trabajo y asistencia y demás documentos en relación con los servicios objeto del mismo, para que puedan ser examinados o copiados por la Oficina de Auditores Internos de la Universidad, por auditores internos de la Autoridad, por una firma de auditores externos contratados por la Universidad o por la Autoridad, por auditores de la Oficina del Contralor de Puerto Rico en sus intervenciones a la Universidad o a la Autoridad. Las auditorías se realizarán en fechas razonables durante el transcurso de los servicios o con posterioridad a los mismos, en conformidad con las prácticas de auditoría generalmente reconocidas. Dichos documentos se conservarán por un período no menor de seis (6) años, o hasta que se efectúe la investigación antes indicada, lo que ocurra primero.-----

----**VIGÉSIMO TERCERA:** Las Partes se comprometen a garantizar la absoluta y total confidencialidad de la información a la que tengan acceso como resultado de este Acuerdo. En conformidad con lo anterior, las partes realizarán todas las medidas y llevarán a cabo las actuaciones necesarias para salvaguardar la confidencialidad de la información que puedan adquirir, pero sin limitarse a incoar cualquier acción legal que se requiera para preservar la confidencialidad de la misma.-----

----En caso de ocurrir un uso, acceso o divulgación no autorizado de información confidencial, la parte que adquiera conocimiento de dicha divulgación vendrá obligada a notificar inmediatamente a la otra parte la fecha en que ocurrió tal evento, así como todas las circunstancias pertinentes al mismo.-----

use.  
llus

---VIGÉSIMO CUARTA: Cada una de las partes acuerda relevar y exonerar de responsabilidad e indemnizar a la otra parte por los gastos y costos de cualquier naturaleza (incluye honorarios de abogado) en que ésta incurra y surjan en relación con reclamaciones de terceras personas por daños personales, muerte, o por daños a la propiedad que hayan ocurrido, por acciones u omisiones de dicha parte en el cumplimiento o incumplimiento de sus obligaciones en este Acuerdo.-----

---VIGÉSIMO QUINTA: Las Partes aceptan y estipulan que a tenor con la Ley 127-2004 ninguna prestación o contraprestación objeto de este Acuerdo podrá exigirse hasta tanto el mismo se presente para registro en la Oficina del Contralor de Puerto Rico conforme con lo dispuesto en la Ley 18 de 30 de octubre de 1975 según enmendada.-----

---VIGÉSIMO SEXTA: Las partes estipulan que cualquier enmienda, cambio o modificación que las partes acuerden con respecto a los términos y condiciones del presente Acuerdo deberá incorporarse al mismo mediante enmienda escrita del presente Acuerdo.-----

----VIGÉSIMO SÉPTIMA: Ambas partes hacen constar que no habrá discrimen por razones de raza, color, sexo, nacimiento, edad, origen o condición social, ascendencia, estado civil, ideas o creencias religiosas o políticas, género, preferencia sexual, nacionalidad, origen étnico, condición de veterano de las Fuerzas Armadas o incapacidad física o mental en las prácticas de selección y trato de estudiantes y profesores.-----

----VIGÉSIMO OCTAVA: Las partes hacen constar que, a su mejor conocimiento y creencia, ningún funcionario o empleado de éstas tiene interés pecuniario directo o indirecto, en el otorgamiento de este Acuerdo, en conformidad con la Ley 1-2012, Ley de Ética Gubernamental de 2011, según enmendada.-----

----VIGÉSIMO NOVENA: Ambas partes, luego de revisar el contenido de este Acuerdo y por entender que el mismo refleja lo convenido entre ellas, otorgan el mismo y se obligan a su fiel cumplimiento.-----

En San Juan, Puerto Rico, el 30 de junio de 2019.

AUTORIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
DE PUERTO RICO

\_\_\_\_\_  
José F. Ortiz Vázquez  
Principal Oficial Ejecutivo  
Seguro Social Patronal 660-43-3747

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO DE MAYAGÜEZ

\_\_\_\_\_  
Wilma Santiago Gabrielini  
Rectora Interina Recinto Universitario  
de Mayagüez  
Seguro Social Patronal 660-43-3761

usf.  
ues



---

Melissa Garcia Lugo

Directora Interina

Centro Investigación y Desarrollo



*Sistema de Alerta Temprana para la Represa de Patillas*

*Propuesta sometida a la  
Autoridad de Energía Eléctrica*

*c/o Ing. José Miguel Bermúdez Díaz, Jefe Interino de División de Riego,  
Represas y Embalse / Administrador Unidad Inspección de Represas.*

1 de mayo de 2019

Por: Ricardo Ramos Cabeza, Ph.D., P.E.  
Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura  
Universidad de Puerto Rico en Mayagüez

## TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCION .....	2
II.	REPRESA PATILLAS .....	4
III.	SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA .....	8
IV.	INSTRUMENTACION PROPUESTA .....	9
V.	NIVELES DE ALERTA .....	15
VI.	JUSTIFICACIÓN DE PRESUPUESTO .....	18
VII.	TIEMPO DE DURACIÓN .....	19

col.

## *I. INTRODUCCION*

La Represa de Patillas es una represa de tierra y su construcción finalizó en el 1914. La misma está localizada a una milla al noroeste del pueblo de Patillas y su uso primordial es el de irrigación. La represa es catalogada como grande y de alto riesgo. Estudios recientes han determinado que la represa es susceptible a licuación y como consecuencia se esperan grandes deformaciones en la represa durante un evento sísmico. El orden de magnitud de las deformaciones esperadas se encuentra en el rango de los 23 pies. Esto claramente aumenta el riesgo de un desbordamiento de la represa lo que resultaría en una catástrofe. Análisis de rompimiento de represa indican que el nivel de inundación podría alcanzar alrededor de 30 pies y abarca gran parte del pueblo de Patillas. Este panorama se complica cuando se considera la cercanía del pueblo a la represa.

166-1.

Puerto Rico es considerado una región de continua actividad sísmica debido a las severas fallas geológicas localizadas en la isla y alrededor de la misma como se muestra en la Figura 1. La isla de Puerto Rico está localizada en el límite entre la Placa de Norte América y la Placa del Caribe como se puede apreciar en la Figura 2. La actividad sísmica de Puerto Rico está concentrada en 8 zonas sísmicas claramente definidas por la Red Sísmica de Puerto Rico donde desplazamientos laterales y un componente de subducción oblicua existe entre ambas placas. La subducción oblicua es el movimiento descendente de la cresta oceánica hacia el manto terrestre a un ángulo y donde debido a la fricción entre las placas se producen movimientos sísmicos.

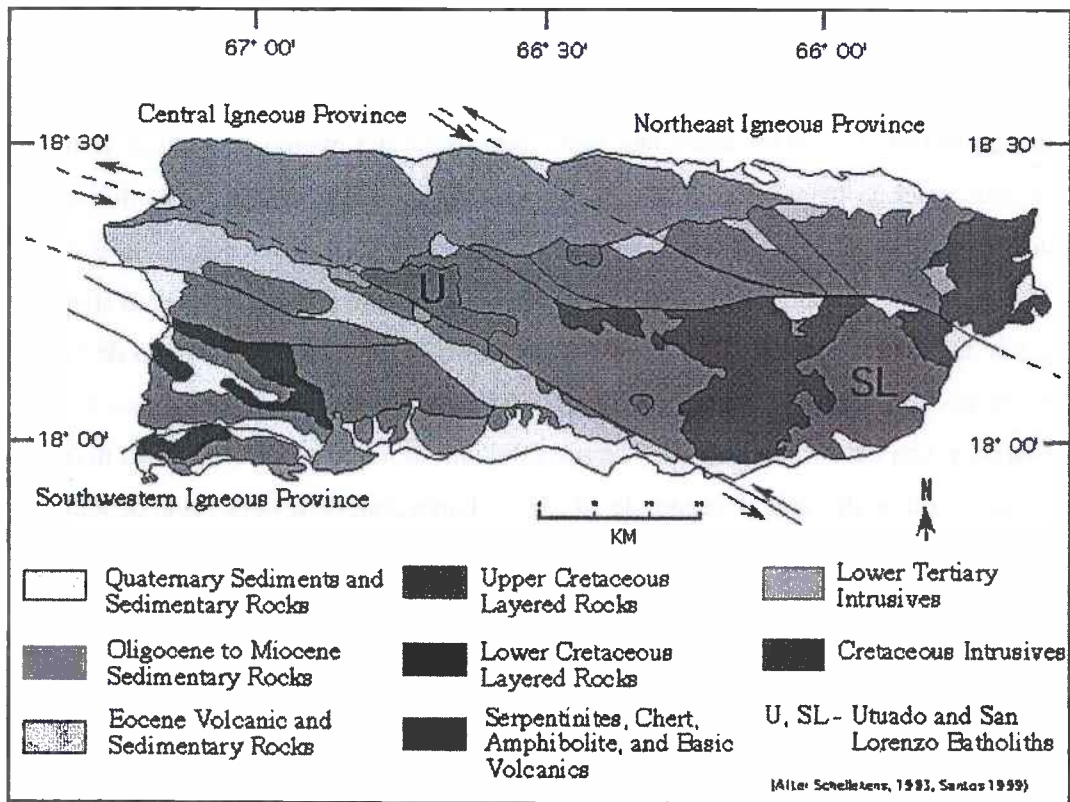


Figura 1: Fallas Geológicas dentro de Puerto Rico (De Schellekens, 1993 y Santos, 1999)

Los terremotos más dañinos documentados han ocurrido en 1670, 1787, 1867, y 1918 con una magnitud registrada de 7.3. Este último ocasionó licuación en la costa de Mayagüez.

Con este panorama en mente, se propone establecer un sistema de alarma temprana. Para esto se contempla la utilización de instrumentación a tiempo real y de forma remota. Más adelante se presenta en detalles de la instrumentación propuesta.



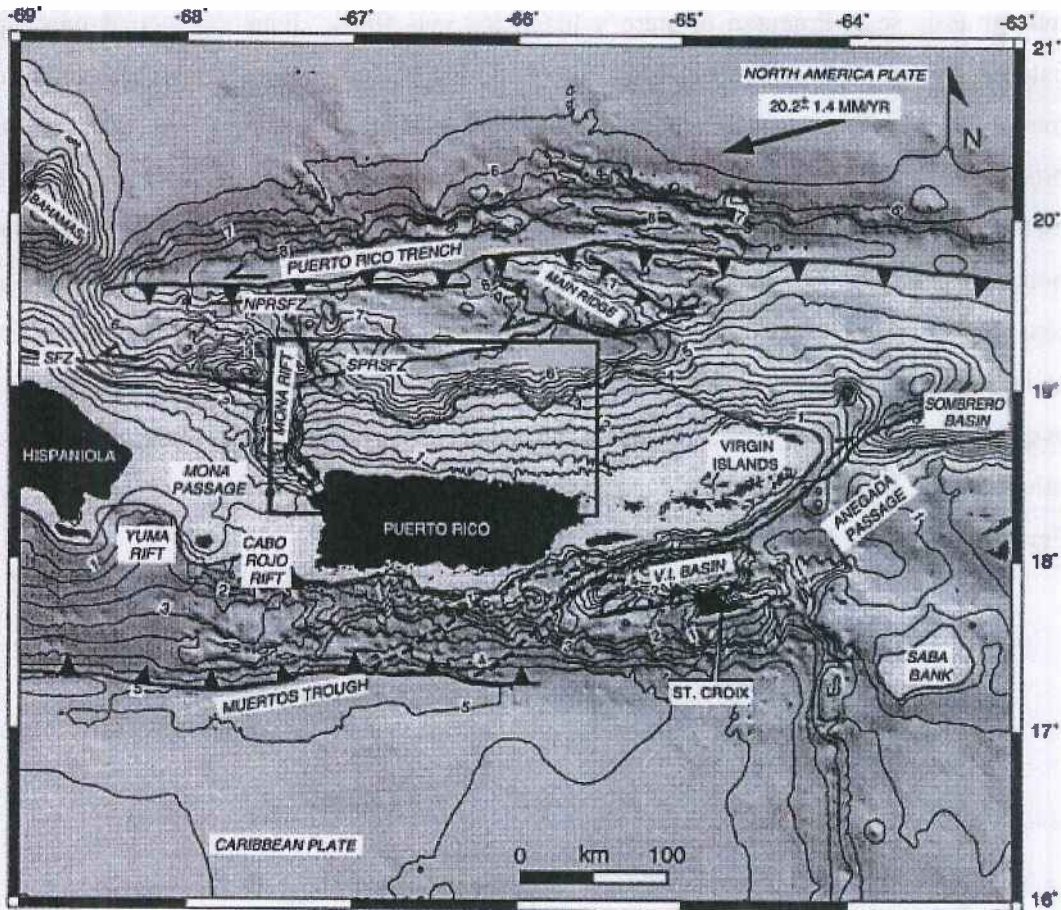


Figura 2: Arreglo Tectónico y batimetría de la Isla de Puerto Rico (De Van Gestel, 2000)

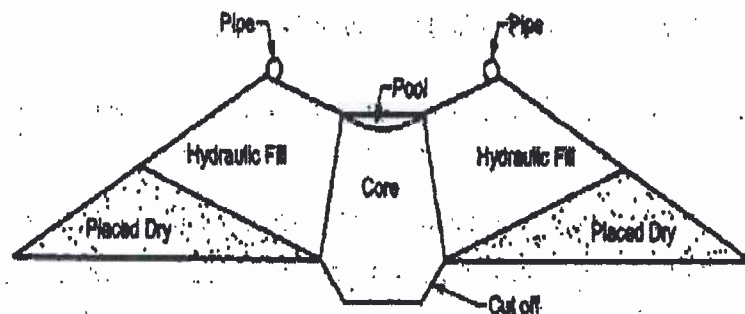
## II. REPRESA DE PATILLAS

La represa de Patillas es una de tierra y está ubicada en el noroeste del pueblo de Patillas, a unos 237 pies sobre el nivel del mar. La estructura de tierra, tiene una altura de 147 pies y una extensión de 1,067 pies. Su área de captación es de 25.5 millas cuadradas y la capacidad del embalse es de 14,305 acre-pie. Su construcción finalizó en el 1914 por lo que tiene más 100 años de construida.

El método de construcción de la represa de Patillas fue el método de relleno hidráulico. Este método de construcción es uno en donde el material de relleno es transportado en suspensión en agua. Controlando la velocidad del flujo de agua en la represa se logra controlar la sedimentación del suelo suspendido en el agua. Los materiales

más gruesos se sedimentan primero y luego los más finos. Esto logra crear una capa exterior de la represa compuesta mayormente de materiales gruesos y una capa central de materiales más finos y por lo tanto más impermeable. Este procedimiento de construcción produce rellenos de pobre calidad ya que el material nunca es compactado. Esto resulta en material suelto y muy heterogéneo. En la actualidad este método de construcción no puede ser utilizado en zonas de actividad sísmica ya que se ha encontrado que este tipo de represa tiende a ser susceptible a licuación durante eventos sísmicos. Un ejemplo de esto es la represa de Lower San Fernando en donde ocurrió licuación en la represa durante un evento sísmico. La Figura 3 ilustra la forma de construcción de un relleno hidráulico mientras que las Figuras 4 a la 6 muestran las condiciones de la represa de Lower San Fernando luego de la falla.

## HYDRAULIC FILL DAM



1/8/2014

24

Figura 3. Construcción de una represa por el método de relleno hidráulico.

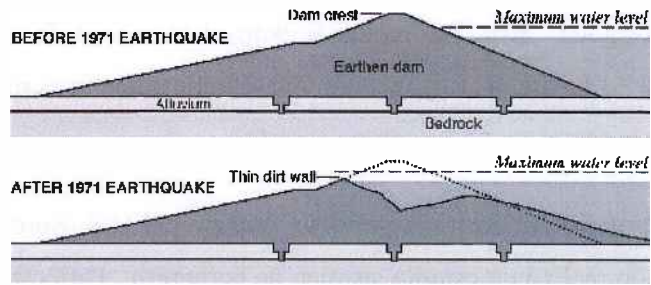


Figura 4. Deformación ocurrida en la represa de Lower San Fernando luego del sismo.

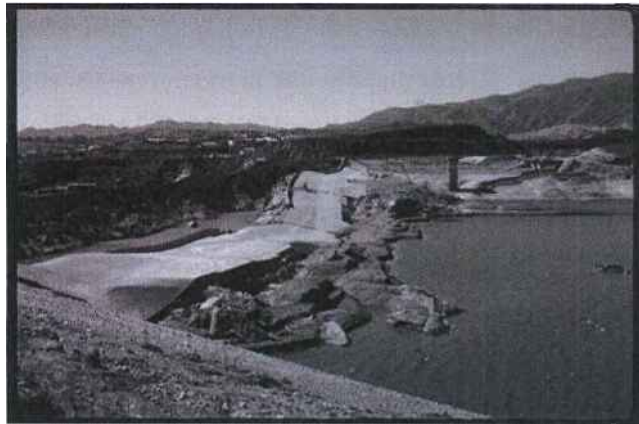


Figura 5. Deformación ocurrida en la represa de Lower San Fernando luego del sismo.



Figura 6. Deformación ocurrida en la represa de Lower San Fernando luego del sismo.

La represa de Patillas fue instrumentada por el Programa de Movimiento Fuerte del Recinto de Mayagüez. Esto fue realizado bajo el memorial de entendimiento entre la universidad y la AEE. La instrumentación consiste de cinco acelerógrafos a lo largo de la parte central de la represa y uno a campo abierto.

Recientemente el Centro de Servicio Técnico del U.S. Bureau of Reclamation en Denver, Colorado realizó un estudio sísmico de la represa. Para este estudio se realizó un análisis de riesgo sísmico en el cual encontraron una falla que se desconocía. Determinaron que dicha falla esta activa y puede generar aceleraciones pico en el rango de 0.6 g para la zona de la represa de Patillas. Con esta información realizaron análisis sísmico y de deformación de la represa. Determinaron que la misma es susceptible a licuación y que la deformación de la cresta puede estar en el orden de los 23 pies. Esta magnitud de deformación es excesiva por lo que ocasionaría una falla por desbordamiento.

Por razones de seguridad, actualmente la represa opera por debajo de su nivel máximo de operación, por lo que pierde capacidad de almacenamiento.

Un sistema de monitoreo continuo y de alarma temprana permitirá aumentar los niveles actuales y reducir los riesgos de pérdida de vidas en la eventualidad de una falla da la represa.

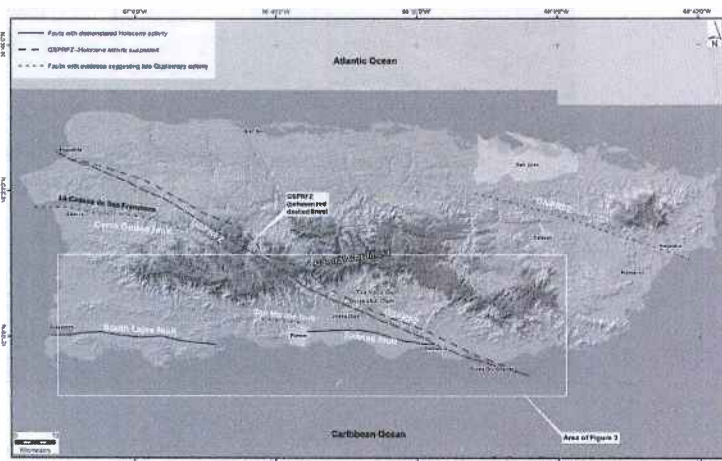


Figura 7. Falla encontrada en el estudio de riesgo sísmico realizado por el Centro de Servicio Técnico del U.S. Bureau of Reclamation.



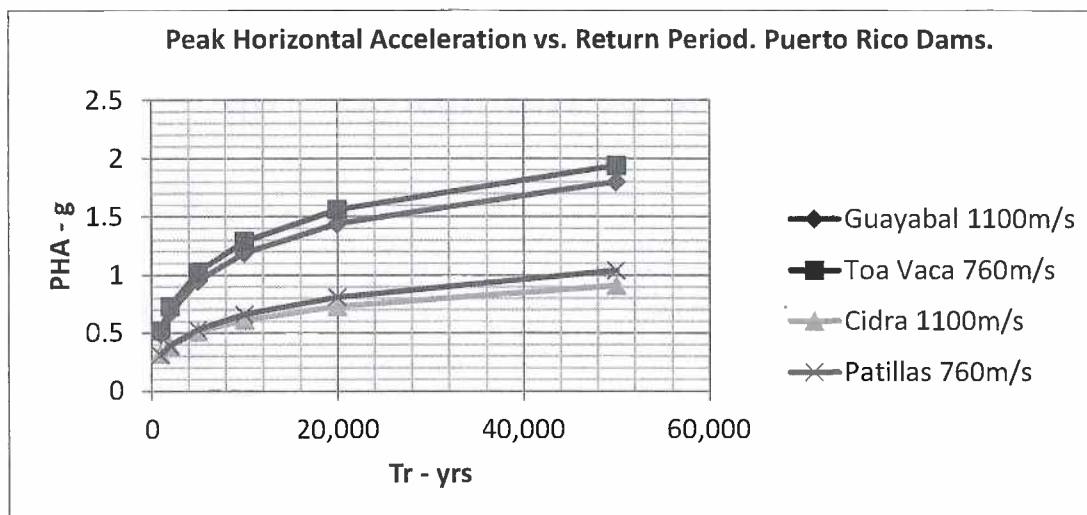


Figura 8. Posibles aceleraciones pico debido a la falla encontrada.

### III. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Considerando el riesgo de un fallo por desbordamiento de la represa se propone el uso de un sistema de monitoreo continuo y un sistema de alarma para alertar a la población de un desalojo de emergencia. Para el sistema de monitoreo se propone la instalación de antenas de GPS el cual mida las deformaciones en diferentes partes de la represa. Además de las mediciones de deformación, se propone integrar al sistema de monitoreo los acelerógrafos existentes. De no poder integrar los acelerógrafos existentes se instalará uno nuevo. Se podrá establecer un sistema de cámaras de video. Más adelante se explica en detalles los instrumentos que se utilizaran como parte del sistema de monitoreo. Todas las mediciones de los instrumentos podrán ser accesados a tiempo real y vía remota a través de internet. La Figura 9 muestra un diagrama del sistema. Toda la información podrá ser transmitida a través de internet a una nube en donde un programa analizará los datos y activará el protocolo establecido, ya sea enviar mensajes de texto y de correo electrónico y/o activar la alerta y sirenas.

## Sistema de Monitoreo Propuesto

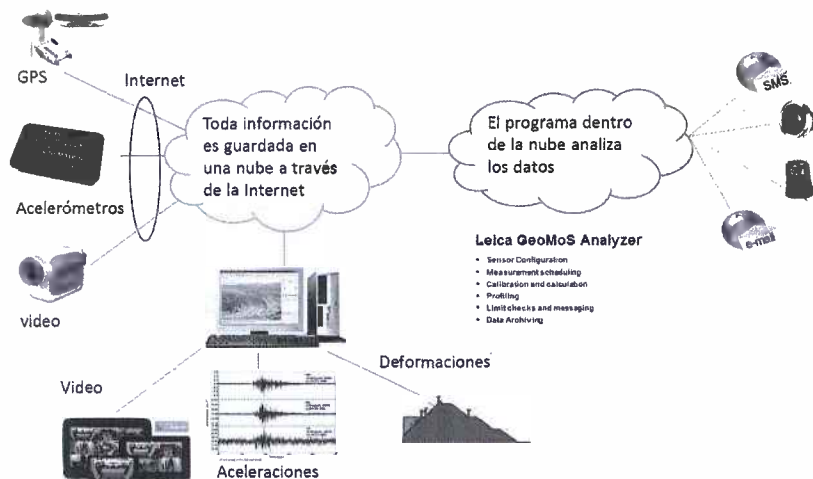


Figura 9. Diagrama del sistema propuesto.

Como parte del sistema de alerta se proponen tres niveles de alerta los cuales dependerán de las mediciones obtenidas por la instrumentación, específicamente las aceleraciones y las deformaciones. El protocolo a activarse dependerá del nivel de alerta.

### ***IV. INSTRUMENTACION PROPUESTA***

**Antenas GPS** - se propone la instalación entre tres a diez antenas de GPS, de tres a nueve en la represa y uno a campo abierto el cual servirá de referencia. La Figura 10 muestra la localización sugerida de las antenas de GPS. Las antenas serán de la compañía Leica o de la compañía Trimble o marca de similar calidad. Se establecerá tres secciones a ser instrumentadas, la sección central, a una cuarta parte y a tres cuartos como se muestra en la Figura 11. La localización de las antenas dependerá de la cantidad. Por lo menos una antena será instalada en cada sección. El propósito es asegurarnos de poder medir deformaciones a lo largo de la represa.



Figura 10. Localización de las antenas de GPS. Las antenas circuladas en negro son opcionales y dependerán del costo final.

604.

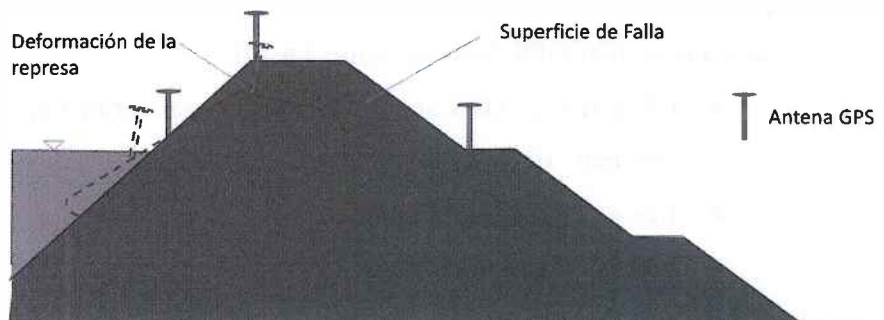


Figura 11. Localización de las antenas de GPS

La antena de GPS se instalará en un poste de metal el cual estará cimentada en una zapata cuadrada de hormigón (el poste de acero y a zapata no están incluidas en la propuesta). Las especificaciones serán sometidas durante el proyecto. En cuanto a la energía eléctrica se propone utilizar placas solares con un sistema de baterías. Con relación a la comunicación entre las diferentes antenas y el internet se propone utilizar sistema de celular-modem. La intención de utilizar todos estos sistemas es todo sea inalámbrico ya que al esperarse grandes deformaciones es de esperarse que los cables se rompan por lo



que se perderían la comunicación. Con los equipos propuestos las estaciones serían independientes y seguirían trabajando aun cuando ocurrieran grandes deformaciones. La Figura 12 muestra el equipo propuesto.

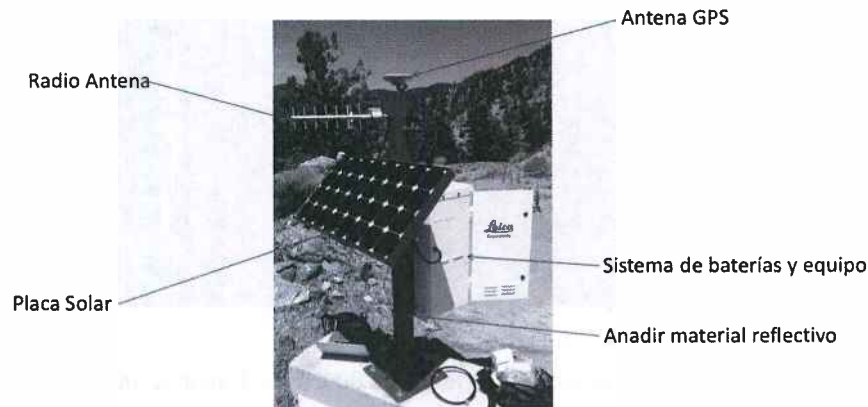


Figura 12. Equipo de la antena de GPS propuesto.

El equipo propuesto consiste en los siguientes componentes:

1. Leica or similar GPS Antenna (entre 7 a 10)
  - GMX910, L1 GPS Smart Antenna for monitoring applications, 555 channels, 10 Hz position output.
  - Leica GM200, Multi Frequency
  - Leica GM201, GLONASS
2. Solar Power Systems (entre 7 a 10)
  - Properly sized solar power for integrated system
  - Equipment water tight enclosure with bulkead equipment connector
  - Pole-mount bracket
3. Leica Software
  - Leica Spider Basic Site Server
  - Leica Spider File Product
  - Leica Spider Positioning
  - Leica GeoMoS Monitor
  - Leica GeoMoS Sensor License

Los equipos propuestos son de la marca Leica pero podrán ser sustituidos por equipos de

similar calidad de compañías reconocidas.

La AEE será responsable del construir la base de acero y las fundaciones. También proveerá el sistema de data para los celular-modem y será responsable de las mensualidades correspondientes a estos servicios.

**Acelerómetros** – Se propone la integración al sistema de monitoreo remoto de los acelerógrafos que actual se encuentran instalados en la represa. Las aceleraciones registradas por estos instrumentos serán utilizadas para la toma de decisiones para establecer el nivel de alerta. De no lograr la integración de los acelerógrafos existentes se instalará uno nuevo el cual formará parte del sistema de monitoreo.

**Cámaras de video** – Se podrá instalar de una a dos cámaras de video. De instalarse, las cámaras podrán estar conectadas a internet por lo que los videos pudiesen ser accesados a tiempo real y de forma remota. Las cámaras estarán colocadas en postes de 40 pies de altura y estarán localizadas en ambos extremos de la represa. Una agua abajo y una agua arriba. Los postes no forman parte de la propuesta y serán suplidos e instalados por la AEE. Para poder mejorar la visión nocturna y la detección de las deformaciones se instalaran un total de 16 monumentos que consisten en tubería galvanizada de 4 pulgadas de ancho y tres pies de altura. Los mismos tendrán un empotramiento de dos pies dentro del suelo y estarán pintados con pintura que refleje la luz para una mayor visibilidad de los mismos. La AEE será responsable se suplir e instalar los postes para las cámaras así como los monumentos así como el servicio de internet y las mensualidades correspondientes a estos servicios. Las especificaciones se someterán durante la ejecución del proyecto.

**Sirenas** - El sistema tiene en su diseño tres sirenas, dos son sirenas Modulators con cobertura de tono y voz a 360° y una DSA direccional que emite tonos y voz también a 90°. Estas sirenas estarán ubicadas de forma que cubran las áreas con sonidos de tono y voz las áreas que serán afectadas en caso de una ruptura o alerta de posible ruptura de la represa.

Cada una de las tres sirenas tiene un gabinete doble compuesto por una parte superior compartimiento Nema 4X para componentes electrónicos y la parte inferior

independiente para contener las baterías y cargador.

Cada sirena va instalada en un poste de 40 pies de altura y su instalación que no está incluida en esta cotización. La localización exacta será establecida durante el proyecto. La AEE será responsable de suplir e instalar los postes así como la obtención de los permisos necesarios para la instalación de los postes y de suplir la energía eléctrica.

El sistema cuenta con un codificador / decodificador SS2000+ que recibe la señal del programa de monitoreo y transmite los códigos a las sirenas para que estas emitan el mensaje según el código activado por el programa de monitoreo. Esta consola tiene la interface con un radio base el cual emite los códigos por Radio Frecuencia. La consola SS2000+ tiene capacidad para recibir 20 señales de contactos discretos o capacidad para activar 20 mensajes diferentes según reciba del programa de monitoreo.

La Figura 13 muestra el alcance de las sirenas propuestas mientras que la Figura 14 muestra los niveles de inundación el cual fue utilizado para establecer el sistema de alarma.

Los equipos serán de la compañía Federal o similar.

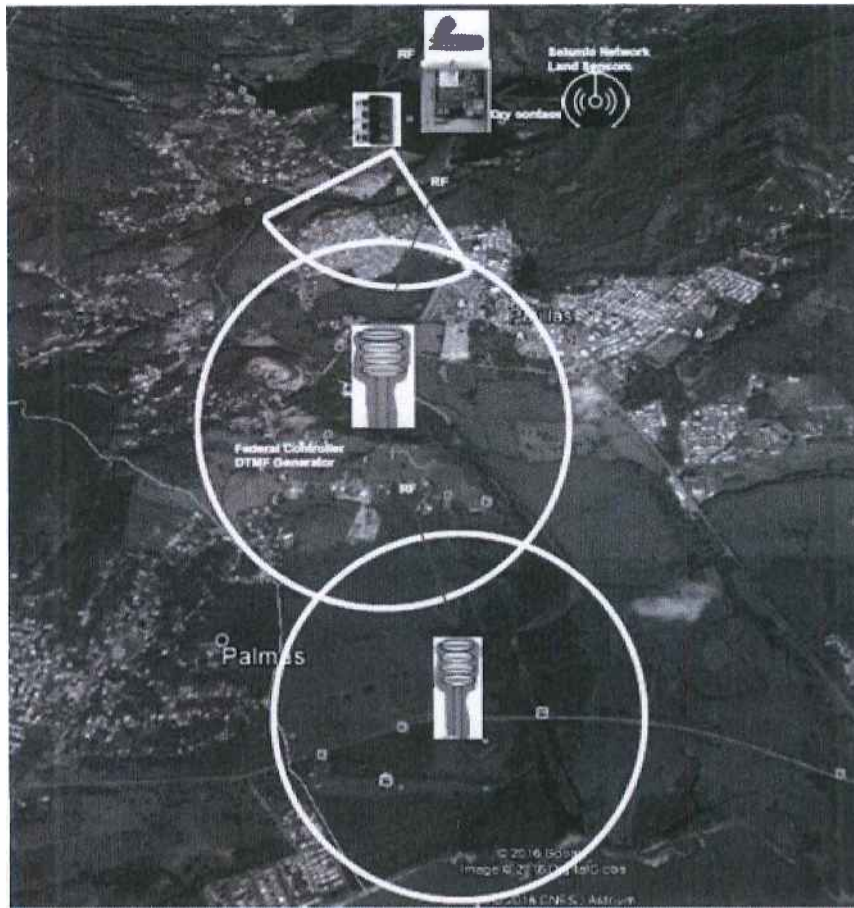


Figura 13. Localización y alcance de las sirenas propuestas.

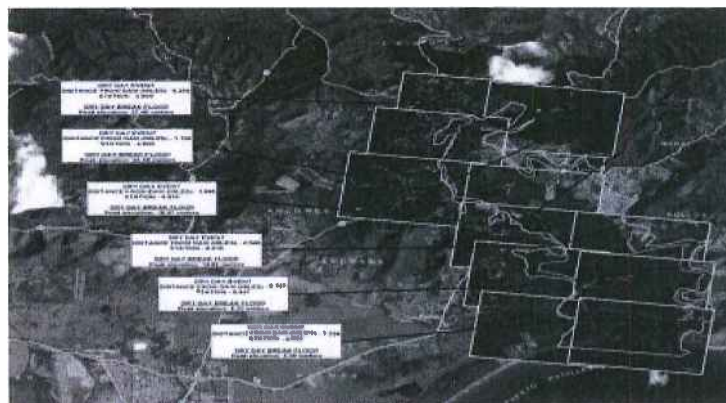


Figura 14. Niveles de inundación en caso de un rompimiento de la represa.

Ush

## V. NIVELES DE ALERTA

Como mencionado anteriormente para el sistema de alerta temprana se propone tres niveles de alerta los cuales dependerán de los daños esperados en la represa ocasionados por el sismo. Los daños en la represa dependerán de la aceleración horizontal máxima registrada y/o de las deformaciones medidas. La aceleración máxima está asociada a la magnitud del terremoto. La Figura 15 muestra una gráfica de las deformaciones esperadas en la represa en función de la aceleración horizontal. Es importante mencionar que la gráfica es para propósitos de la explicación y que los mostrados no son reales. Los valores reales deben ser determinados y establecidos por los consultores de la AEE. En la figura se puede observar que se han establecidos dos límites de deformación y aceleraciones. Estos valores corresponden a los límites entre los diferentes niveles de alerta. Al establecerse estos límites se crean tres rangos de deformaciones que corresponden a los tres niveles de alerta propuestos. El protocolo a seguirse dependerá del nivel de alerta. A continuación se explica lo que implica cada límite:

1. Primer nivel de alerta: Para este primer nivel de alerta, los valores de las aceleraciones y/o las deformaciones medidas son menores que el primer límite, entonces se espera que los daños en la represa sean mínimos lo que implica que no hay peligro inminente.

El protocolo a seguir sería el siguiente:

- a. Programa de monitoreo podrá avisar al personal pertinente que ocurrió un evento indicando el nivel de alerta.
  - b. Se informa a Manejo de Emergencia el estatus. Se activan las sirenas con mensaje de voz indicando que la represa es segura.
  - c. Se activa las sirenas con mensaje de voz indicando que la represa no ha sufrido daños y es segura.
2. Segundo rango: Para este rango, las aceleraciones y/o las deformaciones medidas son mayores al primer límite pero menores al segundo límite. En este rango se esperan daños considerables en la represa pero no necesariamente una falla que ocasionen el desbordamiento de la represa.

El protocolo a seguir sería el siguiente:

- a. Programa de monitoreo podrá avisar al personal pertinente que ocurrió un evento indicando el nivel de alerta.
  - c. Se informa a Manejo de Emergencia el estatus. Se activan las sirenas con mensaje de voz indicando que la represa es segura.
  - d. Se activa las sirenas con mensaje de voz indicando que la represa no ha sufrido daños y es segura.
3. Tercer rango: En este último rango, las aceleraciones y/o las deformaciones medidas son mayores al segundo límite. En este rango se espera que los daños en la represa ocasionen el desbordamiento de la misma.

9/20

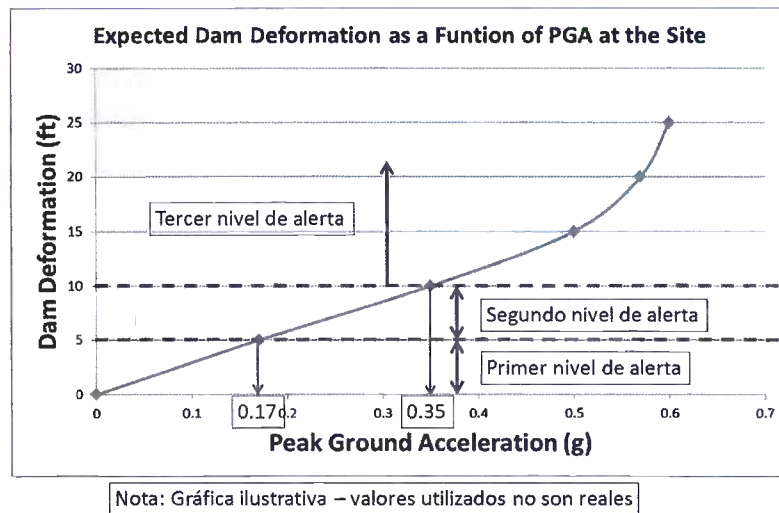


Figura 15. Grafica ilustrativa mostrando lo límites para los diferentes niveles de alerta.

Basado en los niveles establecidos se propone el siguiente protocolo:

1. Instrumentos miden deformación y aceleraciones menores al límite establecido donde no se esperan daños significativos

2. Programa de monitoreo avisa al personal pertinente que ocurrió un evento indicando el nivel de alerta.
3. Se informa a Manejo de Emergencia el estatus. Se activan las sirenas con mensaje de voz indicando que la represa es segura.
4. En la eventualidad en que los instrumentos midan deformación y aceleraciones mayores al límite establecido donde se esperan daños significativos el sistema activará las sirenas

## **VI. JUSTIFICACION DEL PRESUPUESTO.**

A continuación se explica el presupuesto.

### **SALARIOS:**

1. **Personal Senior:** El investigador principal comprará tiempo durante medio año académico. El Dr. Ricardo Ramos será responsable de la coordinación y ejecución del Proyecto.

El Dr. Ramos recibirá una compensación durante los dos meses de verano.

La tarifa por hora del investigador principal será de \$250.00 por hora y se estima un total de 200 horas. La cantidad de horas es un estimado por lo que puede variar, principalmente de extenderse el periodo del proyecto.

2. **Otro Personal:** Se solicitan fondos para estipendio para un estudiante graduado y asistente administrativo que asistirán al investigador principal en el proyecto.

La tarifa por hora será de \$50.00 por hora y \$25.00 para el estudiante graduado y el personal administrativo. Se estima un total de 200 horas para el estudiante graduado y de 126 horas para el personal administrativo. La cantidad de horas es un estimado por lo que puede variar, principalmente de extenderse el periodo del proyecto.

3. **Beneficios Marginales:** La Universidad requiere beneficios marginales de 9.2% para todo personal senior (Social security 6.20%, Medicare 1.45%, State insurance fund 1.55%).
4. De extenderse el proyecto, se incluirá la compra de tiempo de medio año académico y compensación adicional durante dos meses de verano. También se solicitará apoyo secretarial y estipendio adicional para un estudiante graduado.



Se estima un total de \$63,150.00 para la partida de salarios

- B. **Viaje:** Como parte del proyecto se requerirá viajar al lugar del proyecto para la supervisión y coordinación de los trabajos. También será necesario viajes a los estados unidos para reuniones con los suplidores de los equipos.
- C. **Equipo Permanente:** Todo equipo a ser comprador será instalado en la represa y en el Municipio de Patillas y será propiedad de la AEE, exceptuando por un servidor (computadora) a ser instalada en las facilidades de UPRM. El equipo propuesto para realizar el proyecto es el siguiente:
1. Sistema de Sirenas. Marca Federal o similar
    - (2) Sirenas Tipo Modulator 2,400 Watts cada una. Marca Federal o similar
    - Una (1) Sirena DSA 6 con 600 watts
    - Un (1) SS 2000+ - Codificador / Decodificador para comunicación con las sirenas
    - Un (1) Radio Base con antena
  2. Instrumentación sistema antenas GPS, Marca Leica o similar
    - De tres (a) a diez (10) antenas GPS Leica o similar
    - Monitoring Software
  3. Integración de los acelerógrafos existentes o un acelerógrafo nuevo.
  4. Se podrá instalar de una a dos cámaras de videos  
Se estima la cantidad de \$425.850.00 para la partida de equipos.
- D. **Costos Directos:** Se explica solo.
- E. **Total Costos Indirectos:** Costos indirectos son requeridos a una razón de 26% MTDC, como acordado con el DHHS, en 04-12-13, Mr. Darryl W. Mayes, 301-492-4852. La base de los costos indirectos es calculado como los costos directos excluyendo los equipos.
- F. **Total:** El costo total incluye es la suma de las partidas de salarios, viaje, equipo y costos indirectos.

El presupuesto para la instrumentación y trabajo propuesto es de \$489,000.00, ver Tabla 1.

Es importante señalar que el presupuesto es aproximado y podría cambiar debido a aumento de precio de los equipos ya que los suplidores no pueden garantizar los precios por un tiempo prolongado.

## ***VII. DURACIÓN DEL PROYECTO.***

Se estima que la duración del proyecto es de un año.

Personal	Tarifa	Horas Estimadas	Cantidad
Investigador Principal	\$ 250.00	200	\$ 50,000.00
Estudiante Graduado	\$ 50.00	200	\$ 10,000.00
Personal Administrativo	\$ 25.00	126	\$ 3,150.00
		Subtotal	\$ 63,150.00
Equipos / Materiales			\$ 425,850.00
		TOTAL	\$ 489,000.00

**Tabla 1 Resumen de costos del proyecto.**

yes