



Ingeniería y Agrimensura Dimensión

Revista del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico

Año 35, Vol. 1, 2022

Disponible en el internet: www.ciapr.org



EXPO

CONVENCION 2022

LA DÉCADA DE LA INGENIERÍA Y LA AGRIMENSURA

**Monorrieles Marinos: Solución al
Desarrollo de los Municipios de
Fajardo, Ceiba, Vieques y Culebra**

**Cool Technology, Now Who Keeps
It Running?**

**Relación de la Calidad del Agua
del Acuífero de la Costa Sur de
Puerto Rico y los Periodos de
Sequía de los Años 2015 y 2019**



MAC Engineering & Electrical Testing, P.S.C

Your Power Quality Consultant!

Certified Power Quality Consultants and Energy Managers by the Association of Energy Engineers

Engineering & Services

- Electrical Design
- Electrical Construction
- Power Factor Correction
- Power Quality Analysis
- Power Quantity Surveys
- Arc Flash Hazard Analysis
- Short Circuit and Coordination Studies
- Energy Management
- Electrical Substation Maintenance and Acceptance Testing
- Thermal Imaging Surveys
- Power Quality Mitigation
- Educational Seminars
- NFPA 70E Training

Products

- Power Monitoring Equipment
- Power Factor Correction Capacitors
- Harmonic Filters
- High Voltage S&C Fuses and End Fittings
- HV & LV Voltage optimization systems
- Single-To-Three Phase Power Converters
- Current transformers (CT)
- Potential Transformers (PT)
- Customized Electrical Switchgears and Enclosures
- Static and Rotary UPS Systems

(787) 307-6581

428 Road 693, PMB-382, Dorado, PR 00646 • Fax (787) 796-7156 • Email: info@mac-engineering.com

CMA
ARCHITECTS &
ENGINEERS LLC

YOUR ONE STOP SHOP FOR YOUR NEXT PROJECT

Public Buildings • Housing • Health and Social Facilities • Communications • Energy • Transportation • Natural & Cultural Resources • Potable Water • Sanitary Sewer • Emergency Services Temporary Facilities



BUILDING A **STRONGER** PUERTO RICO

civil • transportation • structural • architecture • mechanical • electrical • environmental
permitting • project & construction management



Puerto Rico | Florida | US Virgin Islands

www.cmapr.com



Ingeniería y Agrimensura

Dimensión

Año 35, Vol. 1

Dimension (Online)
ISSN 2167-7832

Dimension (Print)
ISSN 2155-1618

CONTENIDO

www.ciapr.org

JUNTA DE GOBIERNO 2020-2022

Comité Ejecutivo

Ing. Juan F. Alicea Flores, **Presidente**
Ing. Faustino González Quiles, **Primer Vice-Presidente**
Agrim. Robzeida Rosa Berrios, **Segunda Vice-Presidenta**
Ing. Alejandro Pinto Flores, **Secretario y Presidente**
Capitulo De Carolina
Ing. Doel F. Muñoz Rivera, **Tesorero y Presidente**
Instituto Ing. Civiles
Ing. Ramón N. Plaza Montero, **Auditor y Presidente**
Capitulo De Ponce

Directores

Agrim. José I. Viruet Ramos, **Presidente Capitulo de Aguadilla**
Ing. Emma Cabrera Mercado, *Presidenta Capitulo de Arecibo*
Ing. Rebecca Ocasio Berrios, *Presidenta Capitulo de Bayamón*
Ing. Ferdinand Correa Méndez, *Presidente Capitulo de Caguas*
Agrim. Randolph Ortega González, *Presidente Capitulo del Exterior*
Ing. Ausberto Santisteban Rodríguez, *Presidente Capitulo de Guayama*
Ing. José M. Benítez Medina, *Presidente Capitulo de Humacao*
Ing. Wesley Rivera Cabrera, *Presidente Capitulo de Mayaguez*
Ing. Anthony Yrimia Herrera, *Presidente Capitulo de San Juan*
Ing. Hanna K. Rodríguez Morales, *Presidenta Instituto de Ing. Ambientales*
Agrim. Carlos R. Fournier Morales, *Presidente Inst. de Agrimensores*
Ing. José R. Lebrón González, *Presidente Inst. Ing. de Computadora*
Ing. Omar Rosado Santos, *Presidente Instituto de Ing. Electricistas*
Ing. Wilhelm W. Denizard Ramsamy, *Presidente Instituto de Ing. Industriales*
Ing. Miguel Lopez Rivera, *Presidente Instituto de Ing. Mecánicos*
Ing. Raquel Velázquez Rivera, *Presidenta Instituto de Ing. Químicos*

Ing. Pablo Vázquez Ruis, *Expresidente*
Lcdo. Gilberto Oliver Vázquez, *Asesor Legal*
Ing. Erasto García Pérez, *Director Ejecutivo*

REVISTA DIMENSIÓN

Ing. Francisco R. Klein, *ME, Editor*
Ing. Benjamín Colucci Ríos, *PhD, Asistente de Editor*
Ing. Juan Carlos Rivera, *ME, Asistente de Editor*
Ing. Alberto M. Figueroa, *PhD, Asistente de Editor*
Ing. José Ramiro Rodríguez Perazza, *Redactor Especial*
Sr. Jay Chevako, *Producción*

Mensaje del Presidente del CIAPR 4

Mensaje del Presidente de la Junta Editora 6

Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico anuncia su Expo Convención 2022 7

Monorrieles Marinos: Solución al Desarrollo de los Municipios de Fajardo, Ceiba, Vieques y Culebra 9
Iván Nicolau Nin - PE (Expresidente CIAPR)

Relación de la Calidad del Agua del Acuífero de la Costa Sur de Puerto Rico y los Periodos de Sequía de los Años 2015 y 2019 15
José M. Rodríguez Maldonado, PE

Cool Technology, Now Who Keeps It Running? 23
Tom Udell PE, PTOE, MSCE

Diccionario Zurdo 27

Portada: Photo 46090609 / Conquistador Puerto Rico © Raulrosa | Dreamstime.com

Año 35, Vol. 1, 2022

La revista oficial del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR), *Dimensión*, es publicada por el CIAPR de Puerto Rico. Las opiniones expresadas en el material sometido por los miembros del Colegio son la responsabilidad de sus autores individuales únicamente y las mismas no son necesariamente de *Dimensión* ni de su Junta Editora. Manuscritos para la revista pueden ser enviados a esta dirección: e-mail. dimension.ciapr@gmail.com. Tel. (787) 758-2250 Fax (787) 758-7639.

La revista *Dimensión* es producida por: Publishing Resources, Inc.: Ronald J. Chevako, Presidente y Principal Oficial Ejecutivo. Para información sobre ventas de anuncios comuníquese con Ronald Chevako (787) 647-9342.



MENSAJE DEL PRESIDENTE

Estimados Colegas

Reciban todos un cordial saludos y un abrazo fraternal.

Para mí, estar hoy ante ustedes tiene un significado muy profundo. Todos sabemos que nuestros últimos 5 años ha sido atípicos. El impacto del Huracán de mayor intensidad en territorio americano, el efecto en nuestra infraestructura de un terremoto de intensidad moderada, algo nuevo para nosotros en más de 100 años. Una pandemia que ha afectado la operación del mundo, algo totalmente nuevo para nuestras generaciones. Y todo esto, en un momento histórico, la quiebra de PR, la más grande en el sector público de los Estados Unidos. Sin embargo, todo esto ha representado grandes oportunidades para todos los que habitamos en este País. Y más importante aún, estos eventos han traído la oportunidad profesional más grande en la historia de PR para nuestras profesiones de la Ingeniería y Agrimensura.

Es un gran privilegio para nuestra generación, poder ser partícipes de la infraestructura de PR para los próximos 30 años. Es por eso que estamos en la década de la Ingeniería y la Agrimensura. Nunca antes generación alguna en PR, había tenido ante sus hombros el desarrollo de sobre 10,000 proyectos con una inversión que alcanza los \$65,000 millones.

En esta década de la Ingeniería y Agrimensura, les comparto esta edición de nuestra Revista Profesional Dimensión, donde presentamos temas de interés, de desarrollo, innovación en nuestras dos profesiones y la tecnología que nos permite mantenernos en la vanguardia.

Continuemos siendo parte de esta historia.

Ing. Juan F. Alicea Flores, PE
Presidente del CIAPR





COLEGIO DE INGENIEROS Y AGRIMENSORES DE PUERTO RICO ANUNCIA SU EXPO CONVENCION 2022

El evento en el cual se destacan los foros educativos se llevará a cabo del 12 al 14 de agosto en el Hotel El Conquistador

San Juan, PR (14 de julio de 2022) - El Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR) invita a la comunidad de colegiados y no colegiados a la edición anual de la “Expo Convención”, a llevarse a cabo del 12 al 14 de agosto en el Hotel El Conquistador en Fajardo.

Para este nuevo encuentro se han organizado distintos foros en los que se abordarán temas, como la Infraestructura, Cambio Climático y Ambiental, Manufactura, Seguridad y Salud Ocupacional, Energía e Innovación en Aplicaciones Tecnológicas.

“Nuestra convención de este año se enfoca en la importancia de nuestras profesiones, el rol de los ingenieros y agrimensores, la tecnología y la visión de futuro. La elección de un nuevo presidente y la continuidad de nuestro plan estratégico es parte de esta expo convención por lo que es importante que nos acompañen”, exhortó el ingeniero Juna F. Alicea, presidente del CIAPR.

Como parte de la agenda educativa se ofrecerá un amplio programa de conferencias en torno a, “¿Cómo estamos viviendo la cuarta revolución industrial?”, “Impacto del cambio climático sobre la infraestructura de agua potable y aguas usadas de Puerto Rico”, “Transición energética”, “Efecto de los fenómenos climáticos extremos en las infraestructuras / Impacto de los eventos meteorológicos extremos sobre la infraestructura urbana”, “Drones, la nueva era de las inspecciones técnicas” y “Cursos de acción para la protección de costas y el impacto en la infraestructura costera de Puerto Rico”.

La charla magistral del experimentado ingeniero Carl Soderberg, abordará un tema vital en la actualidad en nuestra isla “¿Como Posicionamos Estratégicamente a Puerto Rico para Afrontar el Cambio Climático y Promover el Desarrollo?”.

En este momento histórico para la infraestructura en Puerto Rico, la expo-convención anual del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico es de suma importancia en lo que será la “Década de la Ingeniería y la Agrimensura” que ha adaptado la institución como parte de su compromiso con el futuro del país.

Para más información, favor llamar al 787-639-9331, escribir al correo electrónico: expoconvencion@ciapr.org, o accezar el portal del CIAPR: <https://expo.ciapr.org>.

Contacto:
Flavia Fernández
flavia@perfectpartnerspr.com
787-484-7643

MENSAJE DEL PRESIDENTE DE LA JUNTA EDITORA



Estimados colegas y amigos:

Recientemente, hice un viaje en el tiempo. Me encontré con la serie televisiva de la década de los 1980's titulada *Knight Rider*, y no pude evitar volver a verla. Para quienes no tengan recuerdo de dicha serie o sean muy jóvenes para haberla visto, *Knight Rider* trataba de las aventuras de Michael Knight, un paladín de la justicia, quien contaba con su amigo y compañero de trabajo, KITT (*Knight Industries Two Thousand*), una poderosa computadora instalada en un brillante, moderno y prácticamente indestructible Pontiac Trans Am.

El ver nuevamente los episodios de *Knight Rider* me trajo bonitas memorias de mi niñez, cuando esperaba con emoción y expectativa los días en que se presentaba la serie en televisión. Ahora, con el correr de tiempo, las hazañas de Michael y KITT me han permitido realizar como aquellas ideas creativas de ciencia ficción de mi niñez hoy son toda una realidad.

Los avances que hemos podido ver durante estos últimos 40 años en infraestructura, telecomunicaciones, automóviles y sistemas de información, entre otros, parecen venir directamente de la ciencia ficción. "KITT: dame la ruta más rápida y directa a mi destino"; ¡hecho! "KITT: llama por teleconferencia a Devon"; ¡hecho! "KITT: comunícate con el semáforo en la próxima intersección"; ¡hecho! Me siento muy bendecido y privilegiado por haber visto todo estos avances convertirse en realidad, y, sobre todo, poder aportar como ingeniero a que estos avances estén disponibles al alcance para el beneficio de nuestra sociedad.

Nuestras profesiones de la ingeniería y agrimensura han estado siempre a la vanguardia y trabajando continuamente en el desarrollo de los sistemas que contribuyen al progreso de nuestra sociedad. Algo que me parece sumamente importante de destacar es que, de la misma manera en que veo hecho realidad los sueños de mi niñez, hoy nos toca soñar a nosotros con lo que será nuestro futuro. Hoy somos nosotros los responsables de construir las fundaciones de las próximas décadas de nuestra sociedad.

El desarrollo continuo de una infraestructura sostenible y resiliente es la columna vertebral para un futuro próspero.

El despliegue de nuevas tecnologías es fundamental para lograr mayores eficiencias en el transporte de personas y bienes. Es imperante que podamos contar con una infraestructura robusta para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, la cual nos permita enfrentar los retos ambientales a los que estamos naturalmente expuestos, sin impactar negativamente nuestro desarrollo económico y social. Seguir avanzando en la transformación de la infraestructura de transporte hacia un sistema multimodal representa mayor justicia social y equidad, ofreciendo acceso a más oportunidades a todos los sectores de la población. El acceso confiable y consistente a internet de alta velocidad es una necesidad actual, y debemos asegurarnos que todo niño pueda contar con la infraestructura que le permita navegar por los temas que más cautiven su imaginación y deseos de aprendizaje.

De todas las preguntas que Michael le hizo a KITT, nunca escuché que le preguntara acerca de lo que ocurriría en el futuro. Esto me parece razonable, ya que una computadora se programa con datos. Nos toca a nosotros soñar con el futuro que queremos construir y el legado que queramos dejarle a nuestros hijos y a las futuras generaciones. Motivemos a la nueva generación que hoy ve programas de ciencia ficción a que vean en la ingeniería y la agrimensura los vehículos para llevar esas ideas a la realidad. Es nuestro deber mostrarle a los niños y jóvenes el mundo las oportunidades que ofrecen nuestras profesiones: un mundo lleno de tecnología, avance y oportunidades, que a la misma vez, ofrece la gran recompensa de servir a toda nuestra sociedad.

El futuro nos espera. Tenemos todos los recursos que necesitamos: ingenieros y agrimensores a la altura de los tiempos y los retos que tenemos por delante. "KITT: ¡el futuro está en buenas manos!"

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Francisco R. Klein'.

Francisco R. Klein, PE, PTOE, RSP2I

MD ENGINEERS, P.S.C. INVITES YOU TO JOIN OUR TEAM

QUALIFICATIONS

- Bachelor degree in civil, mechanical or electrical engineering.
- **Professional Engineers (PE) and Engineers in Training (EIT)** in good standing with the Puerto Rico State Department Board of Professional Engineers and active members of the CIAPR.
- Experience with PRASA and Housing Industry infrastructure projects.

RESPONSABILITIES

- Adherence to company Values of Honesty, Responsibility, Commitment and Fairness.
- Manage all client contract Quality assurance and Quality Control requirements related to project Scope, Time and Cost.
- Assure strict compliance with project construction contract documents.
- Digital project documentation and communications.



Visit our website www.mdgpr.com and send your resumé to mdengineerspsc@gmail.com

GEOCONSULT

Soluciones en ingeniería geotécnica ...



RECURSOS DE AGUA

1997: Presa Fajardo, H = 34 metros, L = 514 metros, embalse 5,900,000 m3, relleno 1,035,000 m3

ENERGÍA RENOVABLE

2012: Finca de Viento Santa Isabel, 44 turbinas de 2.3 MW, H = 134 metros, aspas de 54 metros, diámetro 108 metros

Ing. Alan R. Crumley

GEOCONSULT, P.O. Box 362040, San Juan, PR 00936-2040

Tel. 787-505-3145
www.geoconsult.us

CARENTEC
D-9 Villa Beatriz, Manatí PR, 00674
tel. (787)884-0497 / 3355
fax. (787)854-7241

Our experience and proficiency makes us the **BEST HVAC SOLUTIONS PROVIDER** in Puerto Rico

Our Services include:

- TAB**
Testing and Balancing of HVAC and Hydronic Systems
- CPT**
Cleanroom Certification (ISO 14644)
HEPA testing and certification
- Commissioning and Validation**
Commissioning of HVAC, USP Water, and Facilities
- Validation**
- HEPA testing and certification**

NEBB
Certification Nos. 3291 CR167



METALECTRIK
Manufacturing, Service & Maintenance

You Think, We Create

Air Ducts | Electrical Substations | Dampers | Kitchen Hoods & Furniture | Metal Cutting
Much More...

Tel: 787.917.7888 | www.metaelectrikpr.com | sales@metaelectrikpr.com
#1 Calle Arizmendi Florida PR, 00650

OFRECIENDO A PUERTO RICO AIRE LIMPIO Y SALUD POR MÁS DE 25 AÑOS.

¡AIRE LIMPIO ES SALUD!

Limpieza en Alturas y Plenum

Estudios Microbiológicos

Micro-nebulizaciones

Mantenimiento y Restauración de
Manejadoras de A/C

Restauración Luego de Incendios e
Inundaciones

Remediación de Hongos

Limpieza de Archivos

HOSPITALES | FARMACÉUTICAS | FÁBRICAS
UNIVERSIDADES | HOTELES | ESCUELAS
OFICINAS | CENTROS DE CUIDO Y MUCHO MÁS



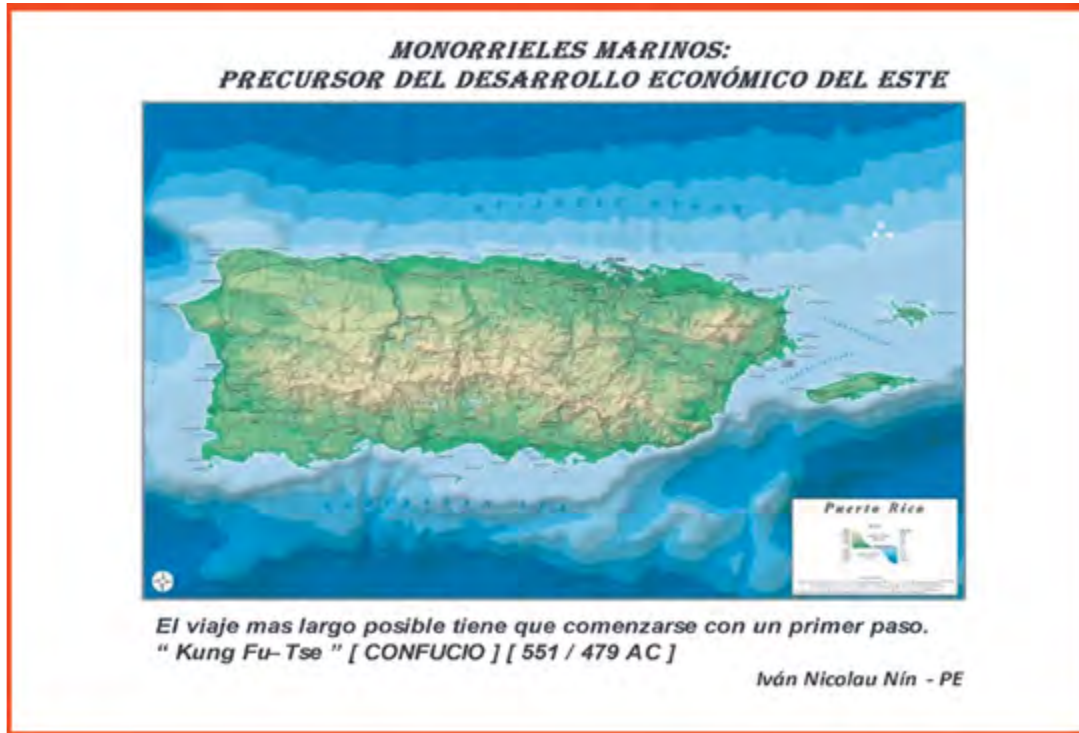
Higienización
de Sistemas
de Ductos de



Tel. 787.855.4869 787.600.7889 sales@cleanaircontractors.com | www.cleanaircontractors.com

MONORRIELES MARINOS:

SOLUCIÓN AL DESARROLLO DE LOS MUNICIPIOS DE FAJARDO, CEIBA, VIEQUES Y CULEBRA



Iván Nicolau Nín - PE (Expresidente CIAPR)

Trasfondo

El gran filósofo chino Confucio ["Kung Fu Tse" (551 AC- 479 AC)] dijo en uno de sus proverbios que, y cito: "El viaje más largo posible se tiene que comenzar con un primer paso". Las ideas aquí atendidas van dirigidas a ser el primer paso en esta gran cruzada, la cual entiendo es muy necesaria para lograr un desarrollo amplio y sustentable de las islas de Vieques y Culebra. Es un hecho irrefutable el que la transportación marítima entre los puertos de Fajardo y Ceiba hacia las Islas de Culebra y Vieques ha sido deficiente y que es, precisamente, la pobre accesibilidad que tienen sus ciudadanos hacia y desde la "Isla Grande" la principal causa de no poder lograr un desarrollo sustentable, amplio y de excelencia en toda esa zona. Ambas islas municipio tienen un arsenal de bellezas naturales que sobrepasa por mucho otros destinos del Caribe que ahora mismo le están sirviendo como su principal herramienta de desarrollo económico.

Como posible solución a esta condición, se propuso un puente de diez millas entre la península de Ceiba en la antigua base naval de Roosevelt Roads y el pueblo de Isabel II, en Vieques. Varios señalamientos referentes a los disloques sociales y la alteración a la paz debido al turismo automovilístico desbocado proyectado fueron indicados al alcalde de turno. Ese señalamiento causó que no se siguiese persiguiendo ese remedio y se optó por intentar otra solución menos

onerosa y factible a través de un sistema de lanchas más eficiente y efectivo de parte del gobierno de aquel momento, lo cual nunca ocurrió. Recordemos que el propósito ulterior de este proyecto del puente era resolver el problema de accesibilidad a la "Isla Grande" que tienen los viequeses de forma definitiva, sin alterar su entorno cotidiano. Además de que el proyecto del puente no atiende la problemática similar que experimentan los ciudadanos del Municipio de Culebra, que no son menos que los de Vieques, dicha propuesta no contempla el disloque social y el impacto ambiental que implicaría el dramático incremento del tránsito vehicular de automóviles y camiones desde y hacia Vieques.

La propuesta que aquí se presenta es muy factible y económicamente rentable. No solo atiende la situación precaria de ambas islas municipio, sino que también ayuda al desarrollo de los municipios de Fajardo y Ceiba. Ésta consiste en un lazo de monorrieles marinos y terrestres solo para pasajeros y carga liviana, tal como correo, medicinas, valores bancarios y alimentos, que discurrirían en ambas direcciones entre los cuatro municipios. El tramo de Fajardo a Culebra tendría un largo de 32 km (25 min.), el de Fajardo a Ceiba 16 Km (13 min.), y el de Ceiba a Vieques 16 km.(13 min.). Se construirían cuatro estaciones separadas de abordaje y carga liviana: una en Fajardo y otra en Ceiba, más una en cada

uno de los municipios islas. Las oficinas de administración e ingeniería, sala de controles y operación central, salón de simuladores y entrenamiento estarían ubicadas en la estación del Municipio de Ceiba.

La estación de Fajardo constaría de tres módulos; uno para abordar hacia Culebra, otro para Ceiba y el tercero, entre medio de los anteriores, contendría el taller de mantenimiento, vagones de resguardo, carretones de emergencia e inspecciones. Luego de obtener los 32 permisos considerados hasta ahora necesarios, los dos tramos y sus correspondientes estaciones se construirían de forma concurrente en un periodo de dos años, desde el 2024 al 2026. Esta inversión resolvería de raíz el problema de la falta de desarrollo económico y social a estos municipios sin alterar la tranquilidad, paz y sosiego de sus residentes mediante un turismo peatonal y verde. El servicio existente de lanchas continuaría brindando la transportación de la carga pesada, tal como hasta ahora es.

Justificación

Para que la obra sea exitosa, debe resolver el problema de transportación a los residentes de forma económica, sin dejar de ser operacionalmente rentable y útil a los cuatro municipios envueltos. De esto no ocurrir, la inversión se convertiría en una carga económica insostenible para el estado. Este concepto habrá de mitigar el efecto psicológico que han experimentado los residentes por el daño que le ha causado a sus infraestructuras el paso de los huracanes de Irma y María, la quiebra del Estado, los temblores del 2020, la pandemia del COVID-19 y la reciente inflación descontrolada. Debido a estos hechos, el siguiente ejercicio económico preliminar proyectado se ha basado en los últimos estudios Socioeconómicos realizados por la Oficina del Contralor de ELA del 2020, los cuales representan el comportamiento poblacional para los próximos cinco años en los cuatro municipios. El cálculo económico se basó en que al 2026 residirán 9,000 ciudadanos en Vieques y 3,000 en Culebra, y que los movimientos de pasajeros sería como a continuación se describe:

- 1- se estima que se trasladan en lancha un promedio de 65,000 pasajeros anuales hacia y desde Fajardo a Culebra, donde el 30% son residentes (19,500) y el 70% turistas locales y extranjeros (45,500);
- 2- se estima que se trasladan en lancha un promedio de 65,000 pasajeros anuales hacia y desde Fajardo a Vieques, donde el 70% son residentes (45,500) y el 30% turistas locales y extranjeros (19,500); y finalmente,
- 3- se proyectaría un crecimiento anual de turistas de sobre 15% basado en una promoción agresiva con el objetivo de atraer nuevos visitantes a Vieques y Culebra.

De igual forma, es lógico presumir que la novedad y el gran atractivo visual de esta obra despierte el apetito a los residentes de la "Isla Grande" y de turistas extranjeros a visitar a Vieques y Culebra vía monorrieles. Además de

puntualidad, tendrían seguridad y el ofrecimiento de unas increíbles vistas panorámicas. El viaje de ida y vuelta, o el evento de solo ir y quedarse, sería tan ameno y valioso como el visitar las islas. Es lógico presumir en este análisis que, con el correr del tiempo, las visitas de turistas peatonales a ambas islas incrementarían sustancialmente, lo cual sería la bujía que actualmente le falta al comercio local de los cuatro municipios para florecer. Debido a la criticalidad del financiamiento de ambos proyectos y la necesidad ulterior de beneficiar a los residentes con una tarifa accesible, no se debe perjudicar el ingreso a generar. Su repago provendrá de los turistas locales y extranjeros, que tienen un poder adquisitivo mayor. Los boletos serán personalizados, adquiridos y pagados de antemano electrónicamente mediante internet, teléfono o tarjeta de crédito, y no podrán ser transferidos ni reembolsados, sin excepción alguna.

Estrategias

- A. Se promocionaría el uso de vehículos eléctricos e híbridos, se cobrará en los cuatro estacionamientos las siguientes tarifas:
 - 1- \$1.00 la hora a los vehículos totalmente eléctricos, \$20.00 el día de 24 horas y \$140.00 la semana de 168 horas.
 - 2- \$2.00 la hora a los vehículos híbridos, \$25.00 el día de 24 horas y \$175.00 la semana de 168 horas.
 - 3- \$4.00 la hora a los vehículos de combustión interna, \$40.00 el día de 24 horas y \$250.00 la semana de 168 horas.
- B. Subsanaríamos la Ley que prohíbe el discriminar con tarifas privilegiadas a grupos usando la siguiente estrategia:

Costo de Boletos e Itinerarios - Rutas de ida o vuelta, e ida y vuelta (Fajardo a Vieques o Fajardo a Culebra)

- 1- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 6:00 AM a 8:00 AM se cobraría la tarifa del día, ida y vuelta \$10.00. *
- 2- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 4:00 PM a 6:00 PM se cobraría la tarifa del día, ida y vuelta \$10.00.*
- 3- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 8:01 AM a 3:59 PM se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00. *
- 4- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 8:01 PM a 11:59 PM se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00.*
- 5- Los viernes, sábados, domingos y días feriados se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00; ida y vuelta \$ 40.00.

Costo de Boletos e Itinerarios - Rutas de ida o vuelta (Fajardo a Vieques, Vieques a Ceiba o Ceiba a Fajardo)

- 1- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 6:00 AM a 8:00 AM se cobraría la tarifa del mismo día ida y vuelta \$10.00.*
 - 2- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 4:00 PM a 6:00 PM se cobraría la tarifa del mismo día ida y vuelta \$10.00.*
 - 3- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 8:01 AM a 3:59 PM se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00.*
 - 4- Los lunes, martes, miércoles y jueves de las 8:01 PM a 11:59 PM se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00.*
 - 5- Los viernes, sábados, domingos y días feriados se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00, e ida y vuelta \$ 40.00.
 - 6- El viaje de Ceiba a Vieques o Ceiba a Fajardo, ida y vuelta ese mismo día, costará \$ 10.00. y finalmente, los viernes, sábados, domingos y días feriados se cobraría la tarifa de ida o de vuelta \$ 20.00; ida y vuelta \$ 40.00
- (*) Estas son las rutas consideradas básicas y que el Administrador tienen que proveer a los residentes regularmente sin interrupción. Un usuario que compre los boletos de ida y vuelta por los 5 días de la semana, el viernes no feriado se le cobrará como tarifa básica.
- C. Directrices a Pasajeros y Código de Conducta
- 1- Serán expuestos a una inspección rigurosa conducida por ujieres entrenados y certificados antes de abordar el tren.
 - 2- Solo podrán llevar como pertenencias una mochila (“back pack”) o una pequeña maleta de mano libre de costo; todo bulto adicional a éste será considerado como carga auxiliar, se cobrará aparte y viajará en el vagón de carga.
- 3- Carretones, barbacoas, neveras, patinetas, bicicletas, “scooters”, casetas y artículos similares serán carga auxiliar.
 - 4- El administrador del Monorriel preestablecerá los itinerarios no básicos de acuerdo con su estrategia de negocio.
 - 5- No se podrá portar botellas de licor abiertas; de esto ocurrir, serán confiscadas y dispuestas en el punto de cotejo.
 - 6- No se podrá portar sustancias controladas; de esto ocurrir, serán denunciadas a través de un oficial de la DEA.
 - 7- No se podrá portar armas de fuego, a menos que el pasajero esté debidamente autorizado a portarla.
 - 8- No se podrá fumar en los trenes ni en las estaciones.
 - 9- Todos los pasajeros estarán sujetos a cumplir con un código riguroso de conducta preestablecido.
 - 10- Cualquier persona que incurra en alguna de las violaciones anteriormente mencionadas será declarada “Non Grato” y será inhabilitada de viajar en el futuro en los monorrieles; sus futuras requisiciones de boleto serán rechazadas.

La Tabla 1 presenta un análisis preliminar de ingresos para el sistema de monorrieles propuesto. El total de ingresos preliminarmente esperado en los primeros diez años de operación del sistema asciende a \$262,176,054.00 a base de las estrategias planteadas anteriormente.

Tabla 1. Análisis Decenal Preliminar de Ingresos del Sistema de Monorriel Fajardo-Culebra y Fajardo-Ceiba-Vieques (000)

F-Culebra												Totales
años		2,026	2,027	2,028	2,029	2,030	2,031	2,032	2,033	2,034	2,035	10
Tarifa Res. viajes/a												
	3,000 24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Locales	\$5	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	360,000	3,600,000
Incremento	15%/año	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	
Turistas	\$20	4,800,000	5,647,059	6,643,599	7,815,998	9,195,292	10,817,991	12,727,048	14,972,998	14,972,998	17,615,291	105,208,274
Carga/4 viajes día	\$1,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	3,650,000
F-Ceiba-V												
año		2,026	2,027	2,028	2,029	2,030	2,031	2,032	2,033	2,034	2,035	
Tarifa Res. viajes/a												
	9,000 24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Locales	\$5	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	1,080,000	10,800,000
Incremento	15%/año	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	
Turistas	\$20	6,171,429	7,260,504	8,541,770	10,049,141	11,822,519	13,908,845	16,363,347	19,250,997	19,250,997	22,648,232	135,267,780
Carga/4 viajes-día	\$1,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	365,000	3,650,000
												\$262,176,054

- 26- Puerto Rico Fire Department Endorsement
- 27- Health Department Endorsement
- 28- Earth Guest Extraction Permit (DNRA)
- 29- Culebra Conservation and Development Authority
- 30- Puerto Rico Energy Power Authority Endorsement & Permits
- 31- Puerto Rico NET Endorsement
- 32- National Transportation Safety Board

Análisis, Estudios Técnicos y de Ingeniería

Luego de seleccionar las rutas y los predios de terrenos donde se ubicarían las estaciones de trenes, hay que efectuar la agrimensura, batimetría, estudios de suelo, análisis ambientales, viabilidad, repagos, ingeniería conceptual, planes operacionales y reclutamiento, más otros que se entiendan necesarios para asegurar el éxito esperado. La naturaleza compleja y multidisciplinariedad de ambos proyectos van a requerir el tener que anticipar condiciones adversas nunca vistas en PR, y habrá que resolver de forma preventiva muchos problemas técnicos donde el ingenio y el dominio del detalle serán la orden del día.

1- Agrimensura

- a) Mensuras
- b) Topografías y Batimetrías
- c) Trazados de Rutas y Perfiles Marinos

2- Geológicos

- a) Lecho Marino
- b) Geotécnicos
- c) Sismicidad

3- Marinos

- a) Meteorología Regional
- b) Oleajes y Corrientes Submarinas

4- Impactos

- a) Ambientales
- c) Sociológicos
- d) Económicos
- e) Financieros

5- Diseño

a) Civil y Arquitectónico

- a) Estructural (Estaciones y Taller)
- b) Rampas, Muros, Declives y Accesos
- c) Áreas Externas y Estacionamientos
- d) Patios de Servicios para Vagones y Emergencias
- e) Accesos y Salidas de Áreas Internas de Edificios, Terminales de Pasajeros y Oficinas
- f) Despliegue de Interiores de Edificaciones y Salones de Control
- g) Distribución de Estacionamientos por Categorías (eléctricos, híbridos y de combustión)

- h) Terminales de Trenes,
- i) Infraestructura de Operación
- j) Cuartos de Mecánicos y Eléctricos
- k) Edificio de Administración, Ingeniería, Operaciones, Entrenamiento y Mantenimiento

b) Monorrieles

- a) Pilotes, utilizando acero y hormigón marino
- b) Pilastras, utilizando acero y hormigón marino
- c) Vigas Continuas, utilizando acero y hormigón marino

c) Eléctrico

- a) Iluminación Solar de Pilastras y Distribución de "Ojos de Tigres"
- b) Iluminación de Terminales, Monorrieles y Estacionamientos
- c) Protección de Pilastras, Terminales y Vagones contra Pararrayos
- d) Transformadores Ultra eficientes (2% Máximo en "No Load Losses")
- e) Patios de Interruptores, Subestaciones, Distribución, Pararrayos y Etc.
- f) Generadores de Emergencia (Gas Natural)
- g) Redundancia Energética (Paneles Solares y Baterías para las Estaciones)

d) Mecánico

- a) Talleres, herramientas especializadas, grúas, vi-gas movibles y demás equipo pertinente.
- b) Acondicionadores de aire, ventiladores, extrac-tores, filtros y plomería
- c) Vagones de trenes para pasajeros y carga* (Correo, Medicinas, Víveres y Valores Bancarios)
- d) Almacenes y Despacho de Repuestos
- e) Sala Central de Control, Simuladores y Salones de Entrenamiento
- f) Carretones de Inspección para las Vigas de Trenes y Rieles
- g) Vehículos de Servicio (carretones de servicio e inspecciones (rayos X, grúas, camiones , etc.)

(*) Los vagones de carga pesan más, tienen motores eléc-tricos con mayor potencia y un chasis reforzado.

Conceptos de Ingeniería a Adoptar

Para poder lograr un costo capital bajo, sin sacrificar fun-cionalidad y con una calidad en la construcción que redunde en excelencia en una futura operación económica, hay que adoptar las siguientes recomendaciones en su ingeniería:

- 1- Las pilastras y piezas de acero deben ser prefabrica-das en predios de terreno cerca de sus respectivos destinos finales y las de hormigón marino refor-zado fundidas con un varillaje de alta resistencia bajo un férreo control de calidad.
- 2- Las pilastras y piezas de acero se transportarían en

barcazas con grúas para su instalación marina final y las destinadas a tierra, vía plataformas.

- 3- Las pilastras se instalarían en aperturas no menores de 100 metros (espacio mínimo para superbucles) y la base del arco del monorriel a una altura no menor de 50 metros sobre el nivel del mar.
- 4- Las secciones uniformes arqueadas de monorrieles serían de 0.8 metros de ancho y 2.50 metros de alto en su punto más fino; todas tendrían su base centrada al eje de la pilastra correspondiente.
- 5- Estas secciones serían provistas en ambos extremos de mecanismos especiales para absorber la expansión térmica, vibración de los vagones y flexibilidad capaz de absorber posibles movimientos correspondientes al huracán y el sismo de diseño.
- 6- Las estaciones y terminales de trenes deben ser prácticos, funcionales, sencillos, atractivos y con arquitectura de poco lujo.

Conclusiones y Recomendaciones

- 1- El concepto de monorrieles marinos es muy superior y más económico que el puente propuesto entre Ceiba y Vieques.
- 2- Resuelve el problema a ambos municipios; el puente sólo atiende el caso de Vieques.
- 3- Elimina la contaminación de un flujo desmedido y ataponamiento de vehículos que cruzasen el puente propuesto.
- 4- Simplifica la accesibilidad de ambos sistemas de trenes al tener los dos terminales de Fajardo separados por el Taller.
- 5- Incrementa dramáticamente y de forma “verde” el turismo peatonal a los municipios de Vieques y Culebra.
- 6- Crea empleos locales bien remunerados durante las respectivas construcciones y, luego, durante sus operaciones.
- 7- Desarrollará un polo de crecimiento turístico y comercial a toda el área noreste de PR.
- 8- Logrará que las comunidades de los municipios envueltos descubran las bondades de esta opción y las hagan suyas.

- 9- Discutir detalladamente el proyecto con los alcaldes y allegar esta información a la prensa como iniciativa sostenible de sistema de transporte para las islas municipio.

Concepto Operacional del Sistema de Monorrieles

La Figura 1 presenta un diagrama del concepto operacional del sistema de monorrieles propuesto para conectar a las islas municipio de Vieques y Culebra con los municipios de Ceiba y Fajardo.

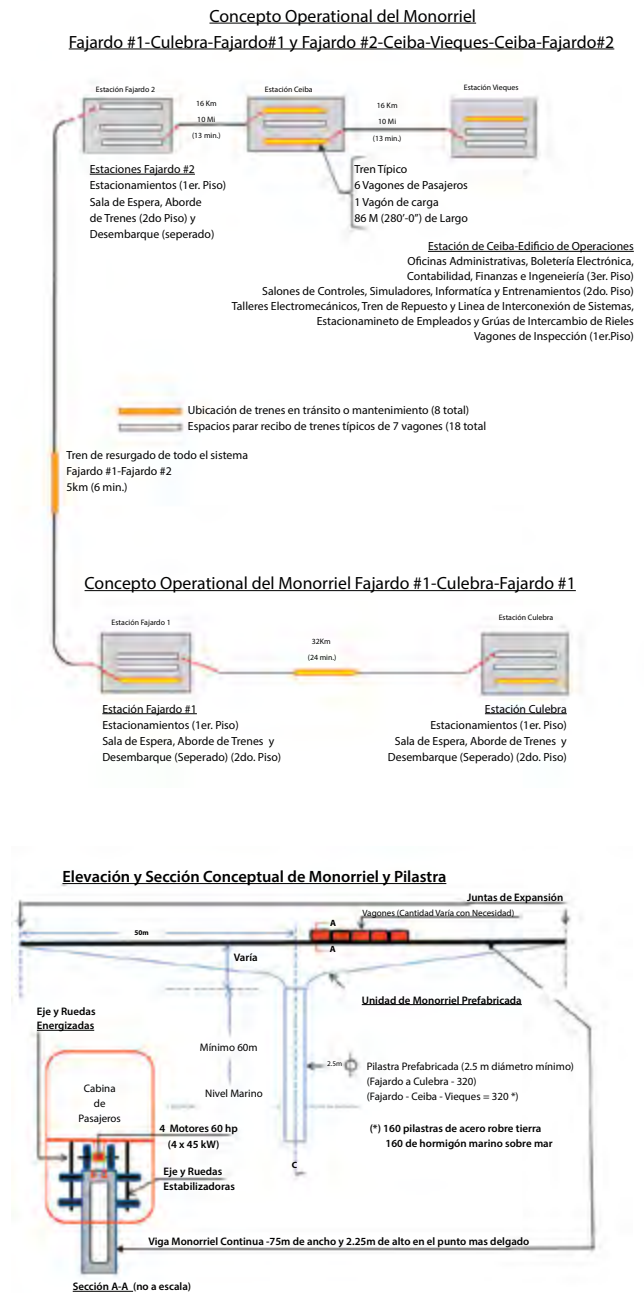


Figura 1. Diagrama esquemático del sistema de monorrieles.

RELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ACUÍFERO DE LA COSTA SUR DE PUERTO RICO Y LOS PERIODOS DE SEQUÍA DE LOS AÑOS 2015 Y 2019

José M. Rodríguez Maldonado, PE
Correo: ing.jmrod@gmail.com

RESUMEN

Los acuíferos costeros, como lo es el Acuífero de la Costa Sur (ACS) de Puerto Rico, por su condición de estar en contacto con el agua de mar, están en riesgo de que sean afectados por la intrusión salina. Este riesgo aumenta en periodos de déficit de lluvia, lo cual implica una menor recarga al acuífero. Es también, durante estos periodos, que aumentan las extracciones de agua subterránea para uso de riego para compensar el déficit de lluvia. Las características químicas del agua subterránea se usaron para evaluar el potencial de intrusión salina en el ACS utilizando resultados de muestras colectadas entre el 2011 y 2019. Para la evaluación se utilizaron varios métodos: el Diagrama Piper, el Índice de Revelle, la proporción de cloruro y bromuro como función de cloruro y el Diagrama de Evolución de Fases Hidroquímicas. Las características químicas del agua subterránea de varios pozos en Ponce, Santa Isabel y Salinas indicaron mezcla de agua dulce y agua salada. Los datos también indican que la salinización aumenta en periodos de sequía. Estos niveles de salinización ocurren con las extracciones actuales, y se puede concluir que el riesgo de salinización aumentaría si las extracciones del ACS aumentaran en estas áreas.

ABSTRACT

Coastal aquifers, like the South Coast Aquifer (SCA) of Puerto Rico, due to their condition of being in contact with the ocean, are at risk of being affected by saline intrusion. This risk increases during periods of rainfall deficit, which implies less recharge to the aquifer. During these periods, groundwater withdrawals for irrigation increase to compensate for the rainfall deficit. The chemical characteristics of the groundwater were used to evaluate the potential of saltwater intrusion in the SCA, using results from samples collected between 2011 and 2019. The methods used for the evaluation were: The Piper Diagram, the Revelle Index, the proportion of chloride and bromide as function of chloride, and the Hydrochemical Facies Evolution Diagram. The chemical characteristics of groundwater from various wells located in the municipalities of Ponce, Santa Isabel and Salinas indicated the occurrence of freshwater and saltwater mixing. The evaluation also indicates that salinization increases during drought periods. These salinization levels occur with the existing groundwater withdrawals, which means that the salinization risk will increase, if the groundwater withdrawals from the SCA are increased within these areas.

PALABRAS CLAVE: Acuífero de la Costa Sur de Puerto Rico, intrusión salina, sequía

INTRODUCCIÓN

El Acuífero de la Costa Sur (ACS) de Puerto Rico se extiende desde partes de los municipios de Ponce hasta Patillas, según se observa en la figura 1. El ACS está compuesto por depósitos de abanicos deltaicos y aluviales [1]. El ACS contiene agua subterránea bajo condiciones confinadas y no confinadas [1]. Las condiciones confinadas se presentan en secciones discontinuas a lo largo de la costa.



Figura 1. Localización del Acuífero de la Costa Sur de Puerto Rico [2].

El ACS es una fuente de abasto de agua importante para la región (figura 2). El promedio de extracciones de agua subterránea en los municipios sobre el ACS durante el 1995 al 2015 fue de aproximadamente 41 millones de galones por día (MGD) [3]. Los principales usos de agua subterránea en estos municipios son el abasto público y el riego agrícola. Durante el periodo del 1995 al 2015, las extracciones promedio fueron de aproximadamente 22 MGD para abasto público, 16 MGD para riego agrícola y 3 MGD para otros usos. El estimado de uso de agua subterránea del 2015 coincidió con un periodo de sequía, y se puede notar en la figura 2 el aumento en las extracciones para riego agrícola. Este aumento se relaciona con la necesidad de compensar con agua subterránea el déficit de lluvia durante ese periodo.

Los acuíferos costeros, como lo es el ACS, por su condición de estar en contacto con el agua de mar, están en riesgo de que sean afectados por la intrusión salina. El tipo de degradación de calidad de agua más común en acuíferos costeros es la intrusión salina [4]. Este riesgo aumenta en periodos de déficit de lluvia, ya que esto implica una menor recarga al acuífero. Este riesgo también aumenta cuando no se mantiene un balance entre el agua que se extrae del acuífero y la que lo recarga.

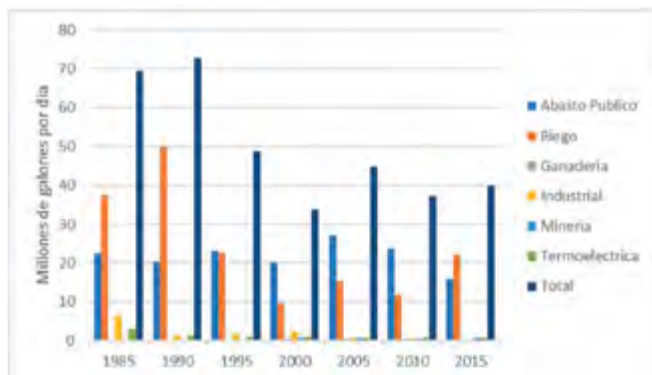


Figura 2. Extracciones de agua subterránea del Acuífero de la Costa Sur de Puerto Rico [3].

El riesgo de intrusión salina en acuíferos costeros existe en acuíferos confinados y no confinados [5]. Las condiciones de un acuífero se pueden evaluar utilizando varias características físicas de éste y las características químicas del agua subterránea que se extrae. Las entradas (recarga) de agua al acuífero son la lluvia y la infiltración de los cuerpos de agua superficial. Las salidas (descargas) de agua del acuífero son las extracciones por los pozos, la descarga de agua en la costa, la descarga a cuerpos de agua superficial y la evapotranspiración.

$\text{Entradas} - \text{Salidas} = \text{Almacenamiento de agua en el acuífero}$

LLUVIA Y NIVELES DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Una de las características del acuífero que nos brinda información de las condiciones de éste, son los niveles de agua. En un acuífero freático, este nivel indica la distancia entre la superficie del terreno y el límite superior de la zona saturada en el acuífero. En un acuífero confinado, por estar éste bajo una presión mayor a la atmosférica, indica la distancia entre la superficie del terreno y el nivel que representa la carga potenciométrica cuando el acuífero es penetrado por un pozo.

Los cambios en los niveles del agua subterránea nos ayudan a conocer la relación entre la recarga y la descarga del acuífero y cómo cambia el almacenamiento de agua en éste. La figura 3 presenta

la lluvia registrada desde 1997 al 2019 en la división climática Costera del Sur de Puerto Rico [6] (<https://www.ncdc.noaa.gov/IPS/cd/cd.html>). Las figuras 4 a 6 muestran la localización de pozos de observación del USGS localizados en Ponce, Santa Isabel y Salinas y los niveles del agua subterránea medidos en éstos desde 1997 al 2019 [7].

Durante los periodos donde los niveles descienden marcadamente es cuando aumenta el riesgo de intrusión salina al acuífero. Este potencial de intrusión salina ocurre cuando la recarga es menor a la descarga, y los niveles de agua en el acuífero disminuyen, haciendo, por consiguiente, que el gradiente hidráulico hacia la costa disminuya.

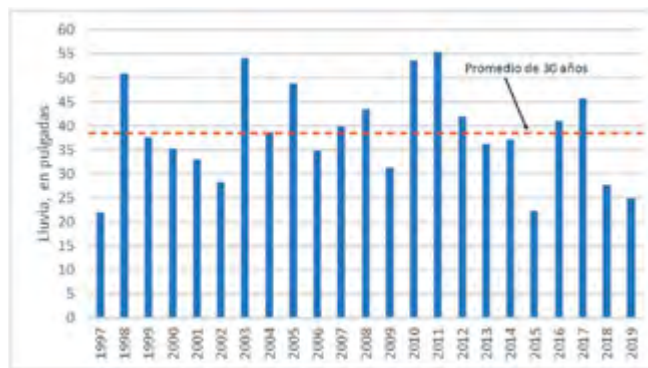


Figura 3. Promedio anual de lluvia registrada en estaciones pluviométricas de la división climática Costera del Sur [6].



Figura 4. Localización de pozos de observación seleccionados para presentar datos de niveles del agua subterránea del Acuífero de la Costa Sur.

Los periodos de recarga por lluvia más importantes ocurren durante eventos de lluvia relacionados a eventos atmosféricos como ondas, tormentas y huracanes. En las figuras 5 y 6 vemos aumentos en los niveles sobre el rango de niveles promedio histórico en 1998 (huracán Georges), 2003 (onda tropical- noviembre), 2008 (onda tropical pre-huracán Kyle), 2011 (tormenta Irene) y 2017 (huracán María).

Luego de eventos de recarga, se observan descensos en los niveles que indican la descarga del acuífero debido a los tipos de salidas antes mencionados. De los niveles medidos en estos pozos, podemos observar que los niveles descendieron por debajo del rango de niveles promedio históricos (figuras 5 y 6) y por debajo del nivel promedio del mar (figura 5) durante 1997, del 2002 al 2003, del 2014 al 2016 y en el 2019. Estos periodos coinciden con periodos de sequía donde la lluvia anual acumulada fue de 58 (1997), 75 (2002), 59 (2015) y 66 (2019) por ciento del promedio de 30 años (39.7 pulgadas) [8], para las estaciones de la división climática Costera del Sur [6].

En periodos de sequía, disminuye la recarga al acuífero por la lluvia, y aumentan las extracciones de agua subterránea para uso agrícola para compensar la falta de lluvia. El gradiente hidráulico representa la energía que tiene el agua para moverse hacia el punto de descarga.



Figura 5. Niveles de agua subterránea medidos en el pozo de observación Restaurada P8A, Ponce y Alomar 1, Santa Isabel, Puerto Rico.

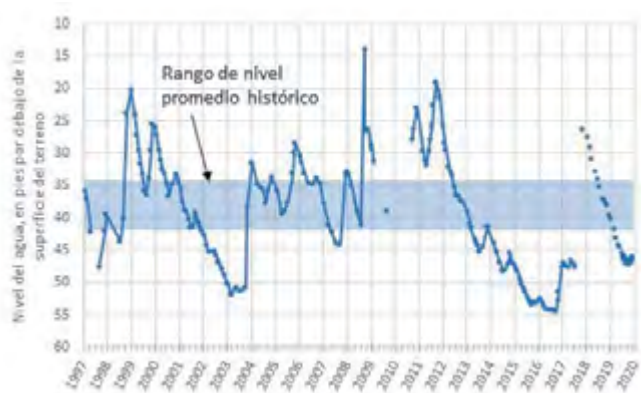


Figura 6. Niveles de agua subterránea medidos en el pozo de observación RASA D, Salinas, Puerto Rico.

En el caso de los acuíferos costeros, el punto de descarga principal es la costa. Al disminuir la energía del agua subterránea para moverse a la costa, el balance entre la zona de interfase entre el agua dulce y agua salada cambia, dando oportunidad para que el agua salada migre hacia el acuífero.

Estudios del USGS utilizando modelos para simular el flujo de agua subterránea en el área de Salinas [9] y Santa Isabel [10] indican el potencial de intrusión salina al acuífero durante periodos donde la lluvia está por debajo del promedio anual. En estos estudios, el flujo de agua subterránea se simuló en condiciones de acuífero confinado.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA

Las características químicas del agua subterránea se han usado extensamente para evaluar el potencial de intrusión salina en acuíferos costeros. Como parte de esta evaluación, se utilizaron el diagrama Piper [11], el Índice de Revelle [12, 13], la proporción de cloruro y bromuro como función de cloruro [14] y el Diagrama de Evolución de Fases Hidroquímicas [15]. En la evaluación se usaron resultados de muestras tomadas por el USGS del 2011 al 2015 [16] y muestras tomadas por la Autoridad de Acueductos y

Alcantarillados (AAA) durante el 2019 [Velázquez, N., Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, comunicación personal, 19 de febrero del 2020].

La figura 7 presenta la localización de los pozos en las áreas de Ponce, Santa Isabel y Salinas, de donde se obtuvieron muestras por el USGS y AAA, cuyos resultados se presentan en esta evaluación. Las áreas de Ponce, Santa Isabel y Salinas son las que en estudios previos del USGS [2] se han definido con el mayor potencial de intrusión salina.



Figura 7. Localización de pozos muestreados y cuyos resultados se presentan en esta evaluación.

En la figura 8 se presenta la composición química del agua subterránea en las muestras tomadas de pozos en el área de Ponce usando el diagrama de Piper. El diagrama indica que el pozo 1 presenta características del tipo de agua Ca-Cl, y el pozo 2 presenta una mezcla entre los tipos Ca-Cl y Na-Cl. Ambos pozos presentan el efecto de intrusión salina.

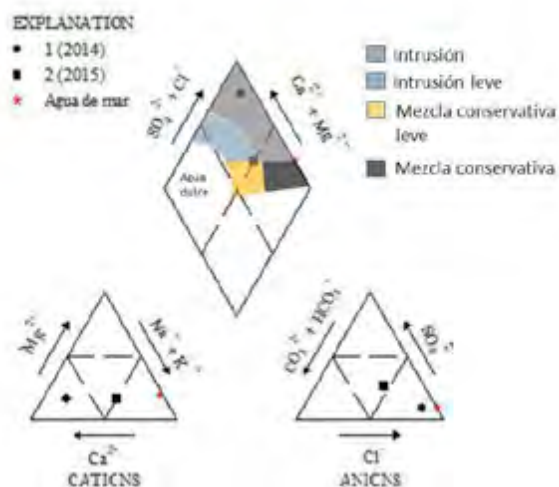


Figura 8. Diagrama Piper mostrando la composición química del agua subterránea en las muestras tomadas de pozos en el área de Ponce, Puerto Rico.

La proporción de masa de cloruro a bromuro se ha usado exitosamente para estudiar el origen de la salinidad del agua subterránea, y como indicador de la mezcla de agua dulce y agua salada [14]. En la gráfica de la proporción de cloruro

y bromuro que se presenta en la figura 9 podemos observar que, según la línea teórica de mezcla de agua dulce y agua salina, el pozo 1 tiene una mezcla más cercana a la del agua de mar.

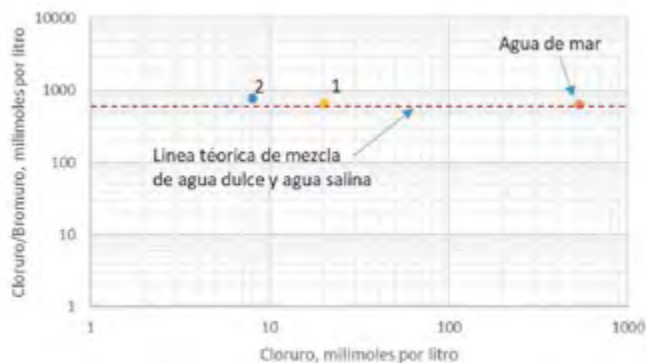


Figura 9. Proporción de cloruro y bromuro como función de cloruro en las muestras tomadas de pozos en el área de Ponce, Puerto Rico.

La figura 10 presenta el Índice de Revelle (RI) para los pozos muestreados en el área de Ponce. El RI clasifica el grado de salinización del agua basado en la proporción de masa de cloruro a bicarbonato. El $RI < 0.5$ indica que el agua no está afectada por salinización. Un RI entre 0.5 y 6.6 indica una salinización del agua de leve a moderada. Un $RI > 6.6$ indica que el agua está severamente afectada por salinización. Según esta clasificación, el agua de los pozos 1 y 2 presentan un RI en el rango de salinización de leve a moderada. Esta gráfica también nos indica un aumento en RI del pozo 1 que coincide con el periodo de sequía del 2014-2015.



Figura 10. Índice de Revelle (RI) en las muestras tomadas de pozos en el área de Ponce, Puerto Rico.

En la figura 11 se presenta el diagrama de Piper para las muestras tomadas de pozos en el área de Santa Isabel. Este diagrama indica que el pozo 5 presenta características del tipo de agua Ca-Cl y está afectado por intrusión salina. Los pozos 3 y 4 presentan una mezcla entre los tipos Ca-HCO₃, y presentan características químicas cercanas a intrusión salina leve. El pozo 6, el cual está localizado al sureste del pozo

5, presenta características de mezcla de Mg-HCO₃, pero cercana a la zona de mezcla conservativa con el tipo Na-Cl. Cuando comparamos las características químicas del pozo 5 y el pozo 6, que está más cercano a la costa, y es un pozo de observación, podemos inferir que la intrusión salina en el pozo 5 puede deberse al proceso de ascenso (*upconing*) de la zona de interfase del agua salada y el agua dulce, causada por la extracción en dicho pozo.

Las características químicas que se presentan del pozo 7, son de una muestra tomada en el 2007. Esta muestra indica características del tipo Ca-Cl, y que estaba afectado por intrusión salina. Se presentan los datos del pozo 7, debido a que posterior al año 2007, este pozo fue abandonado a causa de que el agua extraída afectaba los cultivos que se regaban.

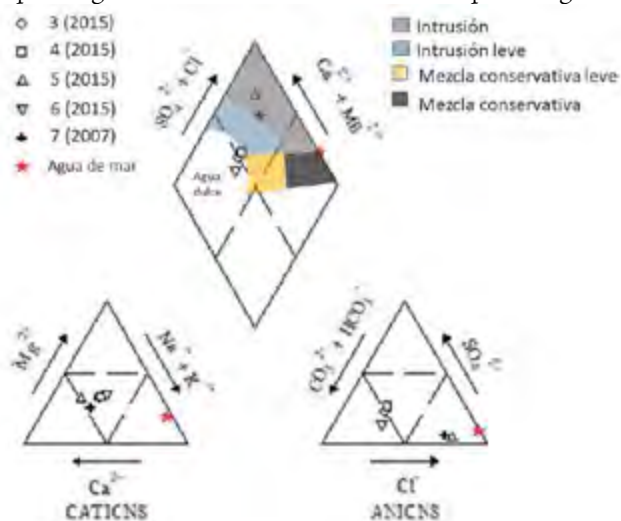


Figura 11. Diagrama de Piper mostrando la composición química del agua subterránea en las muestras tomadas de pozos en el área de Santa Isabel, Puerto Rico.

En la gráfica de proporción de cloruro y bromuro como función de cloruro que se presenta en la figura 12 podemos observar que los pozos 5 y 7 tienen una mezcla de agua dulce y agua salina más cercana a la del agua de mar.

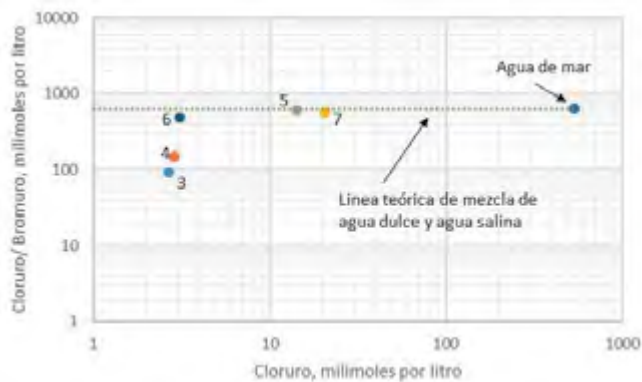


Figura 12. Proporción de cloruro y bromuro como función de cloruro en las muestras tomadas de pozos en el área de Santa Isabel, Puerto Rico.

La figura 13 presenta el Índice de Revelle para dos de los pozos muestreados en el área de Santa Isabel. Según esta clasificación, el agua de los pozos 3 y 5 presentan un RI en el rango de salinización de leve a moderado. También se puede observar el aumento en RI en el pozo 5, que coincide con el periodo de la sequía del 2014-2015.



Figura 13. RI en las muestras tomadas de pozos en el área de Santa Isabel, Puerto Rico.

En la figura 14 se presenta el diagrama de Piper para las muestras tomadas de pozos en el área de Salinas. Este diagrama nos indica que los pozos 8, 9 y 12 muestran características del tipo Ca-HCO_3 .

El pozo 10, el cual es de observación, presenta características del tipo de agua de Ca-Cl , y está afectado por intrusión salina. Los pozos 11 y 14, también de observación, presentan características de tipo Ca-Cl , pero muy cercano al tipo NaCl , los cuales también están afectados por intrusión salina.

Los pozos 13, 15 y 16, los cuales son de producción, presentan características del tipo Ca-HCO_3 , pero cercana a la zona de mezcla conservativa leve con el tipo Na-Cl .

Cuando observamos las características químicas del pozo 13 y el pozo 12, que está más cercano a la costa y es un pozo de observación, podemos inferir que las características del pozo 13 están relacionadas al ascenso (*upconing*) de la zona de interfase del agua salada y el agua dulce causada por la extracción de agua subterránea en ese pozo.

La gráfica de la relación de cloruro y bromuro que se presenta en la figura 15 confirma la mezcla de agua dulce y agua salina en los pozos 10, 11 y 14. Además, podemos observar que los pozos 15 y 16 se van separando en la línea de mezcla de los pozos 8, 9 y 12 que están en una zona más representativa de agua dulce.

La figura 16 presenta el RI para tres de los pozos muestreados en el área de Salinas. El RI del agua de los pozos 9, 15 y 16 fluctúa temporalmente entre el rango de sin efecto de salinización y el rango de salinización leve a moderado.

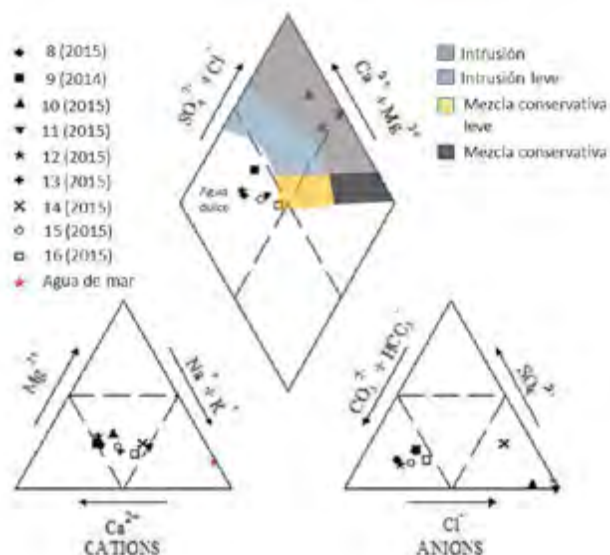


Figura 14. Diagrama de Piper mostrando las características químicas de muestras tomadas en el área de Salinas, Puerto Rico.

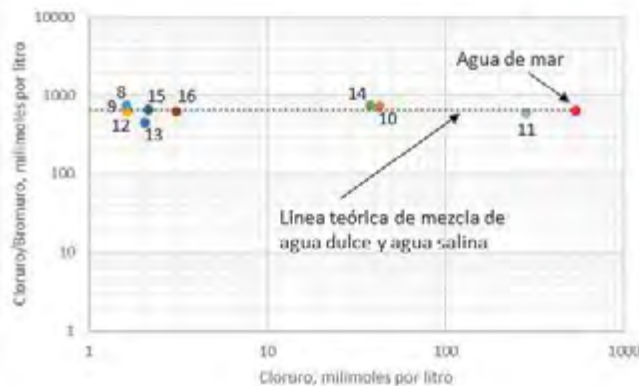


Figura 15. Proporción de cloruro y bromuro como función de cloruro en las muestras tomadas de pozos en el área de Salinas, Puerto Rico.

Similar a los pozos en el área de Ponce y Santa Isabel, se puede observar el aumento en RI coincidiendo con el periodo de la sequía del 2014-2015, como también la del 2019.

Datos de muestras en el área de Salinas se analizaron usando el Diagrama de Evolución de Fases Hidroquímicas [15]. Este método permite que se reconozcan las fases hidroquímicas según evolucionan, y ayuda a identificar si el acuífero está en proceso de intrusión salina o de recuperación por entrada de recarga. Las características de cada fase se identifican, lo cual indica el estatus del acuífero en términos de avance o regresión del frente salino. El agua dulce generalmente corresponde a las fases $\text{Ca-HCO}_3/\text{SO}_4$, mientras que la fase Na-Cl corresponde al agua salina.



Figura 16. Índice de Revelle (RI) en las muestras tomadas de pozos en el área de Salinas, Puerto Rico.

La intrusión salina se nota cuando ocurre un aumento temprano en salinidad y un intercambio reverso de Na-Ca, que se reconoce por la presencia de la fase Ca-Cl. Luego este tipo de agua cambia a fases más cercanas a agua salina (Na-Cl). La línea azul en la figura 17 representa la mezcla binaria de agua dulce y agua salina.

La figura 17 presenta los datos de las muestras colectadas en los pozos 9 y 10, utilizando el diagrama HFE-D. Para el pozo 10 se presentan datos del 2007 y del 2011 al 2015. Según este método, el tipo de agua de estas muestras son de mezcla Ca-Cl, el cual representa intrusión salina. Las muestras del pozo 9 fueron colectadas durante el 2007, 2011 al 2014 y el 2019. Los datos de las muestras hasta el 2013 obtenidos del pozo 9, se ubican mayormente a la izquierda de la línea de mezcla, en la zona representada por la fase mezcla Ca-HCO₃. Los datos de las muestras del 2014 y 2019 se separan del grupo anterior, y se ubican al lado derecho de la línea mezcla, indicativo de una evolución del agua hacia la intrusión salina. Según lo discutido anteriormente, los años 2014 y 2019 estuvieron dentro de periodos clasificados como de sequía.

CONCLUSIONES

Las características químicas del agua subterránea se usaron para evaluar el potencial de intrusión salina en el ACS utilizando resultados de muestras colectadas mayormente en el 2015. Las características químicas del agua subterránea de varios pozos en Ponce, Santa Isabel y Salinas indicaron mezcla de agua dulce y agua salada. Los datos también indican que la salinización aumenta en periodos de sequía. Los datos presentados en esta evaluación también confirman los resultados del estudio del USGS, que utilizando un modelo de flujo de agua subterránea para el área de Salinas, indicó que durante periodos de déficit de lluvia podía ocurrir movimiento de agua salina hacia el acuífero. Estos niveles de salinización ocurren con las extracciones actuales, y se puede concluir que el riesgo de salinización aumentaría si las extracciones del ACS aumentaran. El manejo del riesgo de salinización del acuífero también debe tomar en cuenta el efecto del aumento en el nivel del mar causado por el Cambio Climático.

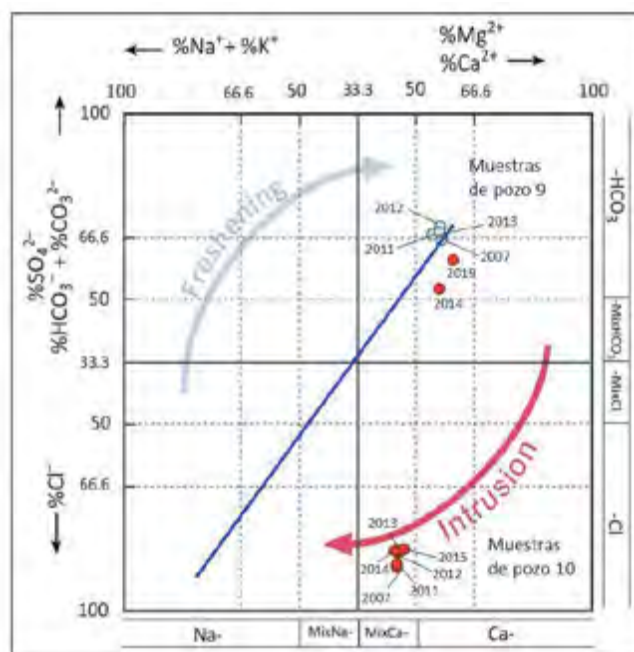


Figura 17. Diagrama de Evolución de Fases Hidroquímicas (HFE-D) de las muestras tomadas de pozos en Salinas, Puerto Rico.

Las condiciones del acuífero durante periodos de baja precipitación, y, por consiguiente, la disminución de la recarga al acuífero, se deben atender desde el enfoque de manejo de riesgo. La única variable que se puede controlar en el balance del agua que entra y sale del acuífero son las extracciones de agua subterránea por los pozos. La recarga artificial se ha propuesto como una alternativa para mitigar las disminuciones de almacenamiento de agua subterránea en algunas áreas del acuífero. Se recomienda que se desarrolle un sistema de monitoreo de salinidad en el acuífero comenzando por las áreas donde se ha identificado el mayor riesgo de intrusión salina: Salinas, Santa Isabel y Ponce. Este sistema debe consistir de piezómetros diseñados y construidos específicamente para el monitoreo de salinidad.

REFERENCIAS

- [1] Renken, R.A., Ward, W.C., Gill, I.P., Gómez-Gómez, Fernando, and Rodríguez-Martínez, Jesús, 2002, Geology and hydrogeology of the Caribbean islands aquifer system of the Commonwealth of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands: U.S. Geological Survey Professional Paper 1419, 139 p
- [2] Rodríguez, J.M., and Gómez-Gómez, F., 2008, Groundwater-Quality Survey of the South Coast Aquifer of Puerto Rico, April 2 through May 30, 2007: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3092, 1 sheet.
- [3] U.S. Geological Survey (n.d.). Water Use Data for Puerto Rico. Retrieved April 8, 2020, from https://waterdata.usgs.gov/pr/nwis/water_use.

- [4] Fetter, C. W. 1. (2001). Applied hydrogeology. 4th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall. 598 p.
- [5] Freeze, R.A., and Cherry, J.A., 1979, Groundwater: Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, 604 p.
- [6] National Oceanic and Atmospheric Administration (n.d.). Climatological Data Publications. Retrieved November 12, 2020, from <https://www.ncdc.noaa.gov/IPS/cd/cd.html>.
- [7] U.S. Geological Survey (n.d.) Groundwater Historical Instantaneous Data for Puerto Rico. Retrieved February 20, 2020 from https://waterdata.usgs.gov/pr/nwis/uv?referred_module=gw&search_criteria=county_cd&search_criteria=site_tp_cd&submitted_form=introduction.
- [8] Torres-González, Sigfredo, and Rodríguez, J.M., 2016, Hydrologic conditions in the South Coast aquifer, Puerto Rico, 2010-15: U. S. Geological Survey Open-File Report 2015-1215, 32 p
- [9] Kuniansky, E.L., and Rodríguez, J.M., 2010, Effects of changes in irrigation practices and aquifer development on groundwater discharge to the Jobos Bay National Estuarine Research Reserve near Salinas, Puerto Rico: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5022, 106 p., available at <http://pubs.usgs.gov/sir/2010/5022/>.
- [10] Kuniansky, E.L., Gómez-Gómez, Fernando, and Torres-González, Sigfredo, 2004, Effects of aquifer development and changes in irrigation practices on ground-water availability in the Santa Isabel area, Puerto Rico, U.S. Geological Survey Water-Resources Investigations Report 03-4303, 56 p.
- [11] Piper, A.M., 1944, A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses: American Geophysical Union Transactions, v. 25, p. 914-923.
- [12] Revelle, R., 1941, Criteria for recognition of seawater in ground water, Transactions of American Geophysical Union, 22:593-597.
- [13] Todd, D.K. and Mays, L. W., 2005, Groundwater Hydrology, 3rd Edition, Wiley, 656 p.
- [14] Custodio, Emilio, and Alcalá-García, Francisco, 2003, El potencial de la relación Cl/Br como indicador del origen de la salinidad de los acuíferos costeros españoles: Tecnología de la intrusión de mar en acuíferos costeros, Instituto Geológico y Minero de España, p. 401-412.
- [15] Giménez-Forcada, E., 2010, Dynamic of Seawater Interface using Hydrochemical Facies Evolution Diagram (HFE-D). Ground Water. 48(2): 212-16.
- [16] U.S. Geological Survey (n.d.) USGS Water-Data Site Information for Puerto Rico. Retrieved March 12, 2020, from <https://waterdata.usgs.gov/pr/nwis/si>.



Graphics, printing and installation

Print with the best

- Graphic Design • Flyers • Receipts • Brochures
- Letter Heads • Posters • Envelopes • Business Cards
- Press Kits • Magazines • Postcards • Invitations
- Shoppers • Note Pads • Logos...

**COMMERCIAL
PRINTING**
IMPRESA COMERCIAL

**GRAPHIC
DESIGN**
DISEÑO GRÁFICO

SIGNAGE
ROTULACIÓN

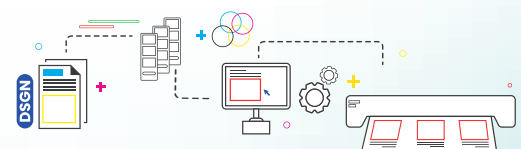
- Vinyl Stickers • Banners • Mesh • Danglers
- Wobblers • Counter Tops • Shelf Talkers
- Backlit Signs • Bus Shelters • Canvas • Static Clings
- Magnets • Acrylic Signs • Floor Graphics
- Window Graphics • Fleet Graphics • Vehicle Wraps...

787-771-8880



www.evolutionpresspr.com • evolutionpress@gmail.com

1553 Calle Alda, Urb. Caribe (Sector el Cinco) San Juan, P.R 00926



PRINTING



kleinengineering psc



Our mission: Save lives

through *safer roadway design*
& *efficient traffic operations*

Acknowledged excellence in:

- Highway design
- Multimodal facilities
- Highway safety analysis
- Temporary traffic control
- Signalized corridor analysis
- Intersection studies and design
- Unmanned aircraft systems (UAS)
- Traffic impact studies for site development

787-993-2071

info@klein-engineering.com
careers@klein-engineering.com

San Juan, PR | Fairfax, VA | Orlando, FL

www.klein-engineering.com



Lawn and Garden Center



**Venta de Equipo
Profesional de Jardinería
Piezas • Servicio • Garantía**

787.622.9330

www.antillespower.com

**100 Carr. 860 Bo. Martín González
Carolina, Puerto Rico 00987**



COOL TECHNOLOGY, NOW WHO KEEPS IT RUNNING?

Tom Udell PE, PTOE, MSCE
Jacobs, USA, thomas.udell@jacobs.com

Abstract

Operations and Maintenance are impacted by Intelligent Transportation Systems (ITS) infrastructure on several levels: the maintenance and operation demand, staffing required, and the cost to ensure the new systems continue to provide their intended benefit. Traffic engineering staffs are being asked to do more than ever as fiber communications, cameras, sensors, and CV2X are being deployed. Even the traditional maintenance has taken on an increased urgency when sensors' operational uptime is being pushed to 100%. New skills and expertise are needed to maintain and operate new communications, networks, and audio-visual assets. Traditional traffic engineering tasks like signal timing are more complex. Budgeting considerations, to keep up with the new systems and ensuring the latest technologies can be accommodated, are being challenged as well. Jurisdictions should focus on the operation and maintenance of both new and legacy systems in order to ensure efficient and cost effective results for the public.

Keywords:

Operations, maintenance, infrastructure

Introduction

ITS has made incredible strides in improving the efficiency and capability of our transportation systems. Not long ago, a local traffic system consisted of supervisory control and data acquisition (SCADA) systems over twisted pair copper cables with an on-street master and local controllers. Communication was by dialup modem (if you were lucky). Traffic crews were responsible for making sure the signals were maintained, changing light bulbs in signal heads, cutting the occasional loop, and setting the clock on the controllers. The traffic engineer would develop timing plans, program the controllers, and fine tune the timings while standing beside the signal cabinet. Budgeting was based on the expected rate of repairs and maintenance staffing. Some local agencies still operate this way today. Figure 1 shows maintenance operations at traffic signals.

Maintenance has struggled with funding. In many cases the maintenance activities are reactive rather than proactive. Very small jurisdictions, those with less than 50 signals, often don't have a traffic staff. (1) The Atlanta area is a microcosm of this overall issue. Within the ten-county region that makes up Metro Atlanta, you will find everything from jurisdictions with cutting edge connected vehicle deployments to those without a traffic staff who use utility companies to maintain their traffic signal infrastructure. If we are to have any hope of creating a connected autonomous future, the lack of focus on operations and maintenance must change.



Figure 1. Maintenance operations at traffic signals.

This paper will explore the experiences of developing the ITS infrastructure and managing operations and maintenance at the City of Johns Creek, Georgia. More broadly, it is a look at the development of ITS infrastructure at a local level.

The city was established in 2006 out of an unincorporated section of northeast Fulton County. The signal systems were a mix of signal controllers, communications, and cabinets. Over the next decade the system developed into a state-of-the-art operation. The current infrastructure includes a Traffic Operations Center (TOC), city wide fiber optic communications, and extensive closed-circuit television (CCTV) coverage. The system was developed with a mix of local, state, and federal funds. The TOC is staffed for active management operations in AM (6:00-9:00) and PM (16:00-21:00) peak periods. TOC staff are supported by an incident response operator who assists motorists and can respond to signal issues. Figure 2 shows a map with the traffic system network of the City of Johns Creek.



Figure 2. Johns Creek Traffic System Network.

Operations and Maintenance Activities

What is Operation and Maintenance?

"Operations & Maintenance (O&M) means the functions, duties and labor associated with the daily operations and normal repairs, replacement of parts and structural components, and other activities needed to preserve an asset so that it continues to provide acceptable services and achieves its expected life." (2)

These activities can be applied to the physical devices, the software that control the devices, and the programming of the software to ensure optimal results.

When the City of Johns Creek incorporated, the city leadership hired a private O&M firm to provide all the city services. This allowed the leaders to stand up the city operations in a short span of time. The signals were in a poor state of repair and the priority was to bring the system into operating order. Relationships were established with surrounding jurisdictions and the Georgia Department of Transportation (GDOT). These relationships were valuable as the new city had limited resources and occasionally relied on the other jurisdictions for support and collaboration. GDOT was especially instrumental in providing materials for the repair and upgrade of the outdated signals. At this time, the O&M consisted of minor timing changes done at the intersection, repairing or replacing hardware, and responding to frequent signal failures.

Bringing poorly maintained infrastructure to a good state of repair and operations is a challenge that takes time, the right personnel, and funding. Johns Creek took three years to repair and / or replace equipment to have a reliable infrastructure. Most of the first-year efforts were focused on triage, assessing, and prioritizing repairs to the existing systems. Troubleshooting systems requires staff with experience levels beyond those of average maintenance or construction staff. Generally, these are senior level technicians that have in-depth understanding of the electrical and electronic systems and can quickly identify the source of issues. Once the initial assessments were completed, the identified repairs and upgrades could be worked into the annual budgeting process. The city also applied to the state for operational upgrade projects, either in the form of construction projects or material support.

The Development of the ITS System

At the beginning of 2009, the city received a Federal Grant, which the city decided to apply to the traffic infrastructure. The money was used to develop an ITS Masterplan, install led signal displays, and build phase one of the ITS system. The plan was crucial in developing a road map for the future of the system and creating a plan for the path forward. Once the plan was complete, phase one of the ITS system was started. Phase 1 focused on rehabilitating, upgrading, and expanding the existing fiber communication systems. Old cameras were replaced with new dome cameras. The city built its first traffic operations center.

The cameras and workstation were quickly put to work when Johns Creek hosted the 2011 PGA Championship. An average attendance of 42,000 spectators per day attended

the event. The traffic was managed in the new traffic operations center.

By partnering with GDOT, two more corridors were quickly added. The initial success of the operation convinced the city leaders to continue investing in the new systems. Over the next few years, the signal system software was replaced, fiber optic communications were expanded city wide, and the number of CCTV cameras expanded from the initial seven to over seventy locations. Over this time the TOC has gone through four iterations in three locations.

New tech / new problems

Operations and Maintenance of the traffic systems have become more complex as the system has developed. Along with traffic signals are CCTV cameras, travel-time sensors, probe data, and IT networking. Traffic signal timing has gone from time-of-day plans to traffic responsive signals, adaptive signals, and signal performance measures.

With the added complexity comes increased expectations. The public is being sold on "smart" signals, connected vehicles, and other technological wonders promising to eliminate or alleviate traffic. To engineers, a reduction in delay of 20 seconds per vehicle is great, but to the driver with a 45 minute to an hour commute, twenty seconds doesn't even register. Another contributor to high expectations is the pace of innovation in consumer electronics. The levels of improvement in everyday devices make people wonder why we can't "solve" traffic and creates added pressure on an industry that has traditionally lagged due to the need for hardened devices that are incredibly reliable.

It seems like traffic engineers are buried under piles of data. Asset management is important for keeping track of all the new hardware. Keeping track of what you have and where it's at are important information. This can be done on a spreadsheet for smaller systems or specialized asset management applications. New demands on traffic infrastructure have made equipment up-time more important. Detection failures that used to be an inconvenience are now a source of lost data. Tracking failures and maintenance activities ensure any patterns can be caught and mitigated.

Advanced signal controllers collecting data from each detector at tenth of a second intervals, probe data, WAZE, and others log user locations and speeds every 30 seconds. Hundreds and thousands of users create terabytes of data daily. Once the data is collected, now what? Data storage creates demands on network resources. How do we turn the mountains of data into something useful?

Improved communication networks create another issue of concern for traffic managers; security. Old, isolated SCADA systems were, for the most part, secure due to their architecture. IP based communications and connected networks are open to hacking attacks both from online and local sources. The distributed nature of network access points exacerbates the vulnerabilities. Cabinets are locked with standard keys available for sale online, and default passwords on layer two switches make maintenance easy, but security weak.

One thing that hasn't changed are environmental and other issues outside of the control of the department. Electrical issues from bad grounding conditions, lightning, and poor power service attachments all affect the performance of the ITS systems and are the source of equipment failures and malfunctions. Wildlife management and pest control are an important part of preventative maintenance. Weather, too hot or too cold, too wet or too much sun, affects the operation of sensitive electronics. Pavement conditions, aging infrastructure, and work in the right of way impact field systems. These are issues that, regardless of the technology, must be dealt with by the O&M staff.

Staffing Changes

New systems require new skills. The following are the major categories of skills needed to maintain the ITS system.

Electrical: Signal techs are being asked to maintain a wider knowledge of devices. Backup power, radios, cell modems, GPS clocks, CCTVs, and switches are only a few of the devices signal techs are having to learn to maintain.

IT: Networking devices, such as network switches, servers, attached storage, field switches, and wireless communications require specialized skills to maintain and program. Service life of the devices is much shorter than what the traffic industry is used to.

GIS: Geolocating our infrastructure has been an invaluable step in maintaining the systems. "811 call before you dig" operates on a geofence basis and by maintaining our systems on the locate list ensures resources are marked before underground work commences. GIS is also important in asset management. A department needs to know not only what they have but where it is. GIS can also track trends by location.

Audio Visual: HD CCTV, video displays and recording need specialized knowledge of frame rates and resolution to be efficiently configured and integrated into the ITS network. Cameras produce an enormous amount of data, and a poorly configured or faulty video feed can take down a network. These systems need to be networked and configured properly. If video is retained, the storage needs to be managed properly.

As the systems grow in scope and complexity, so are the expectations from elected officials and the public. A desire to show a return on investment creates demand for increased levels of service from staff. Signal crews need to be available to repair failures more quickly. Peak period coverage for active management expands. Overall demands on responsiveness are higher. In Johns Creek, staff started with a traffic engineer/manager and two traffic superintendents. This staff was responsible for not only the signals but striping, sign maintenance, citizen requests, studies, and plan reviews. As the ITS system was developed, the need for additional staff was realized. A traffic engineer position was added to manage the added work load of ITS construction and design.

The traffic center is a fantastic resource where the system can be monitored and maintained. Unfortunately, many centers are under-utilized due to the lack of staff. One way of getting around the center staffing is to cross-train other staff

to operate the center during peak times. In Johns Creek the first step was cross-training other divisions' staff to operate the traffic operations center. This cross training continues today and includes field service superintendents, roadway engineers, and even the right of way permit manager. These staff members monitor for incidents, look for unusual traffic issues, and report failures to the traffic staff that can respond with timing adjustments or repairs.

As mentioned before, in the past, much of the equipment used for traffic management was installed and maintained until it either failed or was replaced as a part of a capital project. The rapid advances in technology means that compatibility and functionality issues are becoming bigger reasons to replace hardware. Equipment firmware and software updates increase the reliability and functionality of the systems. These updates to controllers, switches, cameras, and sensors creates an entirely new set of tasks for an already taxed traffic staff. In Johns Creek, an ITS technician, with an IT background, was hired as a system admin. Duties included maintaining the servers, switches, and updating the software and firmware of the ITS devices. The technician was also in charge of the network architecture and IP schema for when new devices were added to the network. In the course of the other duties, the technician also kept track of when units were no longer supported and made recommendations for replacement. A key component of the staffing was to ensure everyone was cross trained in all aspects of the system. This helped during vacations and sick days. Another time-consuming task for the ITS Technician is ensuring software and firmware are up to date in the various systems.

Most traffic engineers and some technicians can do minor timing adjustments. Also, for most traffic engineers in a local government, signal timing is one of many responsibilities. A signal timing engineer is a specialist with in-depth knowledge of the signal systems and timing principals. Besides traditional time of day signal timing maintenance, the city also maintains the following systems:

Traffic Responsive selects preprogrammed timing plans based on current traffic conditions. The keys to effective traffic responsive operations are well placed detection to trigger the plans in a timely manner, software that quickly transitions between patterns, and ensuring the criteria for measuring traffic is updated regularly.

Adaptive Signal Control is a continuum of systems using algorithms to time signals based on prevailing traffic flow. They range from "enhanced" traffic responsive to cycle-by-cycle adjustments. The key point is that these systems need someone who is well versed in their operation and can ensure the system is running optimally; this includes shutting it off when it is not the best option.

Signal Performance Measures have made the art of signal timing a more quantitative practice. Making use of the new signal systems' ability to record tenth of a second, high resolution data, traffic statistics can be used to evaluate the effectiveness of timings. These data need to be run through algorithms that look at arrivals, and occupancies during each phase of

each cycle. This is an awesome tool, but someone needs to be able to evaluate the results and be able to make decisions based on the results. New programs are automating the task, but they need to be monitored to ensure they are working.

Probe Data Analytics are another tool that shows the travel times and variability in trips. This information can be used to evaluate system efficiency.

The timing engineer also maintains the performance metrics, travel time data, and maintains the timing on an ongoing basis to ensure the inevitable adjustments are made in a timely manner.

Budgets

In the end, it all comes down to money. O&M is not flashy or especially attractive. You don't have a ribbon cutting at a preventative maintenance check. Traffic division budgets need to reflect the reality that the ITS landscape is a dynamic one. There are tools we have today that we didn't just 5 years ago, and the world will look much different five years from now. A city council member, after being briefed on probe data analyses, asked "why haven't we been doing these things all along?" The answer was it didn't exist six months before. Costs are going up regarding staffing, materials, software maintenance, communications, and data management. Traditionally, the jurisdiction hired engineers and technicians directly and this is still the main method of staffing. As staff are harder to find, outsourcing is becoming an attractive way to provide or supplement staff. For specialty needs there is also the option of shared services, in which jurisdictions execute agreements to share resources.

Johns Creek is an outsourced city. All of the public works staff are provided by an O&M firm. Most of the staff is dedicated to the operation of the city. There are also shared resources from the firm that can be brought in when needed. The city also participates in the Georgia DOT program: Regional Traffic Operations Program. The city and state agree to cooperate in the operation and maintenance of major routes within the city. The Inter-Governmental agreement outlines the duties and expectations of each organization. The result is the city gets assistance in O&M of these major routes, and the state coordinates cross jurisdictional corridor operations.

One of the first changes made by the ITS Technician was to bring an IT mindset to asset management. He made a point that hardware and software have an expiration date. Once a manufacturer stops supporting a product, a decision needs to be made to replace the resource, continue maintaining it, or upgrade to the next model. This is a cost and an opportunity. Replacements and upgrades give the chance to add functionality or efficiencies not available in existing units. This was made obvious with a case of layer two field switches. The switches the city had deployed began having power supply failures. The immediate thought was to repair the switches by replacing the power supplies; that's what we normally do. Upon further investigation we realized the switches were no longer being supported by the manufacturer, no more

firmware updates. Newer switches were available that had better performance, more GBIC ports and a simpler interface for programming. The additional cost was offset by the improved operations of the devices.

IT operations regularly replace older equipment to ensure the efficient operation of the system. This system makes sure that the hardware is compatible with the latest software. Software maintenance agreements ensure the manufacturer's support is available in case of failure or bugs and updates.

Addition of Uninterruptible Power Supplies (UPS) was a huge benefit in ensuring the electronics are provided with clean and reliable power. However, UPSs, wireless, and solar powered devices rely on batteries. Batteries have a definite lifespan. For example, UPSs are 3-5 years, and magnetometers last 7-10 depending on the application. The batteries need to be monitored and replaced, preferably, before they fail. This expense should be planned for in annual budgets.

Asset management programs are invaluable in tracking installation dates, lifecycles, and providing guidance on replacement trends. This data-driven approach makes a stronger case for maintenance funds during budgeting.

Design

A final point to make is the inclusion of operation and maintenance in the design of ITS systems. Most of the time these are minor adjustments to ensure the systems can be efficiently maintained. It is easier to make a change on a drawing than to do it in the field. Not doing so can make the tasks of maintaining the infrastructure much more difficult.

Summary

The mission statement of ITS America is:

"The Intelligent Transportation Society of America advances the research and deployment of intelligent transportation technologies to save lives, improve mobility, promote sustainability, and increase efficiency and productivity." (3)

Underlying this mission is the continued operation and maintenance of the assets so carefully "researched and deployed." As an industry, let's not forget the day-to-day work that goes into making sure these systems keep working to "save lives, improve mobility, promote sustainability, and increase efficiency and productivity." The operation and maintenance of these systems needs to be recognized as a key third part of the lasting impact of the ITS industry.

References

Coalition, N. T. (2012). ITE Library. Retrieved from Institute of Transportation Engineers: <https://www.ite.org/pub/?id=e265477a%2D2354%2Dd714%2D5147%2D870dfac0e294>

Interior, U. S. (2012, January 24). Retrieved from State of California, Parks: https://www.parks.ca.gov/pages/500/files/MPA_Signed.pdf

The Intelligent Transportation Society of America. (2020). ITS America Home. Retrieved from ITS America: <https://www.itsa.org/>

DICCIONARIO ZURDO

por Don Poco Sabe

Sobre el uso de géneros en palabras que no lo tienen



Durante los últimos tiempos, don Poco ha notado una tendencia a exagerar la inclusión en palabras comunes del léxico Cervantino. En nuestra Aguacatinia esto ha tomado un giro exagerado que ha sido la fuente de innumerables disparatismos, muchas veces incurridos por muchos que deberían haber aprendido en la escuela primaria que en Cervantino, existen palabras que no aceptan género (ver definición de epiceno, abajo); o que el plural de los nombres incluye ambos géneros cuando son nombres que aceptan género. Desde hace varias décadas un gremio u orden muy letrado ha cambiado su nombre para incluir a las letradas independientemente de los letrados.

Aparentemente en nuestra Orden de Dimensionarios ya se está empezando a notar la tendencia. Al grupo afín de los cónyuges de los miembros de la Orden, el que una vez se llamara “Club de Esposas, al notarse que estaba creciendo el número de dimensionarias casadas con no dimensionarios, se le cambió el nombre a Club de Esposas y Esposos, como medida inclusiva, ignorando que ya existe un término en cervantino que describe al grupo con precisión. Si alguien hubiera consultado a don Poco, él hubiera recomendado usar un epiceno: Club de Cónyuges. Siguiendo esa misma tendencia, oímos de cuando en cuando términos como “presidente y presidenta,” aunque todavía don Poco no ha oído “comerciante y comercianta” o “la víctima y el víctima,” aunque ha estado escuchando a ver si los oye, o ve escritos ...

Por allí por la internet don Poco encontró en un cartelito, sin atribución, el siguiente poema (es original de Roberto Santamaría-Betancourt, publicado el 23 de agosto de 2021 en el Grupo de Facebook de la Ortografía Española, aquí el enlace, que don Poco comparte para el lector interesado:

POR UN IDIOMA SIN “IDIOMO”

Se ha extendido una manía
entre parlantes ladinos
de acuñarle el femenino
a quien nunca lo tendría,
si no tiene “dío” el día,
y el trigo no tiene “triga”,
que existen las “gobernantas”,
tampoco las “estudiantas”,
ni “hormigo” entre las hormigas.
Aunque lo intenten comprar

con millones y “millonas”
un trono no tiene “trona”
ni “jaguara” has de llamar
a la hembra del jaguar,
y aunque el loro tenga Lora,
y tenga una flor la flora
mi lógica no se aplaca:
no tienen “vacos” las vacas
ni los toros tienen “toras”.
Aunque las libras existan

con los libros no emparejan,
y tampoco se cotejan,
suelos que de suelas distan,
por mucho o “mucha” que insistan
mi mano no tiene “mana”,
no tiene “rano” la rana
y foco no va con foca,
ni utilizando por boca
al masculino de Ana!

He aquí un término que todo residente de nuestra Aguacatinia debe conocer:

Epiceno. Del lat. epicoenus, y este del gr. ἐπίκοινος epikoinos; literalmente ‘común’.

1. adj. Gram. Dicho de un nombre animado: Que, con un solo género gramatical, puede designar seres de uno y otro sexo; p. ej., bebé, lince, pantera, víctima. U. t. c. s. m.
2. adj. Gram. En algunas gramáticas, dicho del género: Que se atribuye a los nombres epicenos.

Diccionario de la Real Academia Española©

Hay además, otros que no reconocen que ambos géneros están incluidos cuando se usa el plural masculino. Hace un tiempo, cuando don Poco estaba encerrado por los mandatos anti pandémicos, se conectó a ver una servicio religioso en línea por un importante prelado de nuestra querida Aguacatinia, quien dirigiéndose a sus fieles comenzó con el saludo “Mis queridos y queridas hermanos y hermanas, es para mí un placer dirigirme a todos y a todas...” Por más que don Poco estaba interesado en escuchar el mensaje, se desconectó de la internet, pues sabía que no podría resistir lo que vendría después. Esto podría que sea tema de otra columna.

En conclusión, el Cervantino debe evolucionar, pero no corromperse con modismos y disparatismos que, con visos de inclusión, ignoran la lógica y ciencia de éste tan perfeccionado idioma.

Los dejo con el enlace a un artículo en El Pitazo —publicación virtual venezolana— muy interesante sobre el tema.



*Estableciendo el estándar de
excelencia en techos por 25 años*



787.209.1116