

DIMENSIÓN



REVISTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS Y AGRIMENSORES

www.ciapr.org

Año 38 | Agosto, 2026



**CIAPR TRAZA NUEVA
RUTA ESTRATÉGICA
HACIA 2030**

Mission

Ready EPC

Puerto Rico's energy transformation requires reliable project delivery. **Linxon combines engineering, construction, digital execution, and field expertise** to deliver critical energy infrastructure—from substations and grid modernization to renewable energy and energy storage—helping build resilient, future—ready power systems.

Competency. Scalability. Predictability.
That's Mission Ready EPC. That's Linxon.

Contact us: (939) 205-1316
Americas@linxon.com



CONTENIDO

- 4** Junta de Gobierno
- 7** Mensaje del Presidente
- 8** Mensaje del Director Ejecutivo & Jefe Editorial
- 9** Mensaje de la Editora de Artículos Profesionales
- 11** Mensaje de la Editora
- 12** Breve Historia de la Energía Nuclear
- 14** Reconciliación Vertical PRVD02 - NAPGD2020
- 18** Energía Nuclear para Generar Electricidad en Puerto Rico
- 22** Cambio Climático e Infraestructura de Puerto Rico
- 24** CIAPR: Al Servicio del Colegiado
- 26** Carlos Fournier: Renovar el Orgullo de Pertenecer
- 30** CIAPR Traza Nueva Ruta Estratégica hacia 2030
- 32** Sesenta Años Formando la Ingeniería y la Agrimensura que Construyen el Futuro de Puerto Rico
- 34** La Importancia de los Corales de Arrecife y la Erosión Costera
- 36** Educación Continua: Aprender para Ejercer con Excelencia
- 38** The Integration of Artificial Intelligence to Enhance Construction Engineering in the Federal Government
- 44** Increase Reliability: Improve OTC Boilers at a Pharmaceutical Company

Dimensión es la revista oficial del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR). Las opiniones expresadas en el material sometido por los miembros del Colegio son responsabilidad exclusiva de sus autores individuales y no reflejan necesariamente las de Dimensión ni de su Junta Editora.

Manuscritos para la revista pueden enviarse a: dimension@ciapr.org | Tel. (787) 758-2250 Fax (787) 274-0918

CONOCE A LA JUNTA DE GOBIERNO

La Junta de Gobierno del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR) desempeña un rol crucial en la dirección estratégica y operativa de la organización. Este cuerpo directivo está compuesto por líderes colegiados comprometidos con el desarrollo de la ingeniería y la agrimensura en Puerto Rico y en países panamericanos.

Comité Ejecutivo

Agrim. Carlos R. Fournier Morales, PS — Presidente
Ing. Amarilys Rosario Ortiz, EIT — Primer VP
Agrim. Juan C. Dávila García, PS — Segundo VP
Ing. Lina Cintrón Lorenzo, PE — Secretaria
Ing. Robzeida Rosa Berrios, PS — Tesorera
Ing. Ángel Díaz Hernández, PE — Auditor

Presidentes de Institutos

Agrim. Robzeida Rosa Berrios, PS
Ing. Giselle S. Carrero Feliciano, PE — IIAM
Ing. Madeline Muñoz Pérez, PE — IIC
Ing. Kayri M. Cherena Caraballo, EIT — IICOM
Ing. Ángel Díaz Hernández, PE — IIE
Ing. Lina Cintrón Lorenzo, PE — III
Ing. Juan E. Alfonzo Reyes, PE — IIM
Ing. Geannette Siberón Gonzalez, PE — IIQ

Presidentes de Capítulos

Ing. Víctor P. Font Carattini, PE — Aguadilla
Ing. Víctor Acosta Sánchez, PE — Arecibo
Ing. Luis A. Torres Vélez, PE — Bayamón
Ing. Rita Asencio Pérez, PE — Caguas
Ing. Elias Vega Benítez, PE — Carolina
Ing. Daniel O. Suárez Cabezudo, PE — Exterior
Ing. Daimarik Torres Cruz, EIT — Guayama
Ing. Jorge González Morales, PE — Humacao
Ing. Adalberto Feliciano Rivera, PE — Mayagüez
Ing. Jorge Sánchez Sabater, PE — Ponce
Ing. José R. Torres Morales, PE — San Juan

Asesores Junta de Gobierno

Ing. Faustino González Quiles, PE — Ex Presidente
Ing. Erasto García Pérez, PE — Director Ejecutivo
Lcda./Ing. Monique Platzer Vélez, ESQ — Asesora Legal



2025-2026 — Lista de Comisiones Permanentes del CIAPR

Comisiones Permanentes

Actividades Especiales — Ing. Juan C. Crespo Pérez, PE
Becas — Ing. Lillibeth Torres Astacio, PE
Comunicaciones y Redes Sociales — Ing. Wilhelrm W. Denizard Ramsamy, PE
Defensa de la Profesión — Ing. Alejandro Pinto Flores, PE
Desarrollo y Participación de Colegiados
Inversiones — Ing. Héctor Dávila Lozada, PE
Junta de Subastas — Ing. Vidal Mass Salas, PE
Legislación — Ing. José R. Torres Morales, PE
Manejo de Riesgos, Emergencias y Desastres — Ing. Hanna K. Rodríguez Morales, PE
Recaudación de Estampillas — Ing. Enrique Ruíz Miranda, PE
Reglamentos del Colegio — Ing. Anthony Y. Yrimia Herrera, PE
Educación — Ing. María V. Arroyo Caraballo, PE
Comisión de Nominaciones y Escrutinio — Ing. Víctor L. Rivera Collazo, PE
Vinculación Universitaria — Ing. Esther M. Zambrana Cruz, PE

Especiales

Director Ejecutivo & Editor en Jefe Revista Dimensión — Ing. Erasto García Pérez, PE
Editora de Artículos Profesionales Revista Dimensión — Miriam Pabón-González, Ph.D., PE
Editora Revista Dimensión — Sra. Rebeca C. Torres Rivas
CIAPR Basketball — Ing. Maricarmen Crespo Alicea, PE
Certamen de Décimas y Encendido Navideño — Ing. Daimarik Torres Cruz, EIT
Energía — Ing. Ralph A. Kreil Rivera, PE
Plan Estratégico — Ing. Antonio Medina Delgado, PE
Recreación y Deportes — Ing. Edgar I. Rodríguez Pérez, PE
Terremotos — Ing. José M. Izquierdo Izquierdo, PE

Adhoc

Códigos de Construcción — Ing. Doel F. Muñoz Rivera, PE
Comisión Sistema de Permisos — Ing. Manuel Bermúdez, PE
Manual de Práctica Profesional y Normas de Competencias — Ing. Francheska J. Rivera Luciano, PE
Fundación CIAPR — Agrim. Abiud Reyes Rivera, PS

Reglamentos

- Junta Administrativa Égida CIAPR — Ing. Carlos Rodríguez Hernández, PE
- Comité de Auditoria Fiscal y Operacional (CAFO) — Agrim. Javier O. Escobales Medina, PS
- Comisión Conjunta JEIAPR sobre Pasantía de Examen de Reválida de Ingeniería — Ing. Antonio Medina Delgado, PE
- Tribunal Disciplinario y Ética Profesional — Ing. Louis M. Lozada Sorcia, PE

Concreto diseñado para un clima que cambia.

En **CONCRE-TECH** desarrollamos recetas únicas que se adaptan a las **condiciones ambientales de cada proyecto**, ofreciendo **desempeño, durabilidad y confianza**.



Ofrecemos:

- ➔ "Concreto Tropical" (Concreto con Tiempo Extendido para un mejor colocado y acabado).
- ➔ Bombas con puntales por alcance de: 20, 24, 31 telescópica, 39 y 41 metros
- ➔ Fibra para concreto pigmentada
- ➔ Concreto reforzado
- ➔ Concreto autonivelante
- ➔ Concreto fluido
- ➔ Concreto de alta resistencia a edades tempranas
- ➔ Inhibidor de corrosión
- ➔ Relleno fluido
- ➔ Repelente al agua

📍 GURABO / COAMO /
BARRANQUITAS / SAN JUAN

📞 Servicio: 787.413.0013
✉ Ventas: 787.922.8868 / 787.612.3846
ventas@concre-tech.com

🌐 www.concre-tech.com

MENSAJE DEL PRESIDENTE



Estimados colegiados, colegiadas y lectores de Dimensión:

Es un privilegio darles la bienvenida a esta trigésima octava edición de nuestra revista, un espacio que, número tras número, reafirma su propósito original: servir de vitrina a los trabajos de nuestros profesionales de la ingeniería y la agrimensura, la innovación y el compromiso que tiene nuestro Colegio para con el país.

Puerto Rico atraviesa una etapa que exige de nuestra profesión mucho más que conocimiento técnico. Nos exige visión y compromiso. Los retos de infraestructura, agua, energía, vivienda y desarrollo sostenible que enfrenta nuestra Isla no se resuelven con soluciones improvisadas, sino con la rigurosidad, la ética y la capacidad de planificación que distinguen a quienes formamos parte de este Colegio.

En esta edición encontrarán artículos que reflejan precisamente esa diversidad de disciplinas y esa vocación de servicio: proyectos que integran tecnología de vanguardia, iniciativas de mitigación ante eventos atmosféricos, esfuerzos de capacitación continua y las

voces de colegiados que, desde distintos rincones de la Isla y la diáspora, siguen construyendo el Puerto Rico que aspiramos a dejarles a las próximas generaciones.

Esta edición trae, además, una noticia que nos llena de satisfacción: la incorporación de nuevos talentos a nuestro equipo editorial. Le damos la bienvenida a la Dra. Miriam Pabón-González, Decana de la Escuela Graduada de la Universidad Politécnica de Puerto Rico, profesora e investigadora en temas de factores humanos, ergonomía y biomecánica, quien estuvo a cargo de la edición de los artículos de los profesionales de la industria que hoy compartimos con ustedes. Su rigor académico y su mirada multidisciplinaria enriquecen sustancialmente el contenido técnico de esta revista. Se unen también tres periodistas de gran calibre profesional, cuyos reportajes exploran temas inherentes a nuestras profesiones y a la labor de este Colegio, aportando una perspectiva fresca y cercana a los retos que como comunidad de ingenieros y agrimensores enfrentamos día a día.

Quiero también aprovechar este espacio para reconocer la labor incansable de nuestros institutos, comités y capítulos, cuyo trabajo voluntario sostiene gran parte de las gestiones de este Colegio. Su dedicación demuestra que el fortalecimiento de nuestra profesión no depende únicamente de la excelencia técnica individual, sino de una comunidad profesional unida, solidaria y comprometida con el bienestar colectivo.

Los invito a leer estas páginas con el mismo orgullo con el que fueron escritas. En cada edición de Dimensión reafirmamos que la ingeniería y la agrimensura no son solo profesiones: son instrumentos de transformación social y de progreso para Puerto Rico.

Con aprecio y compromiso,

Agrim. Carlos R. Fournier Morales, PS
Presidente
Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico

MENSAJE DEL DIRECTOR EJECUTIVO & JEFE EDITORIAL

Estimados colegas y lectores:

Con enorme satisfacción les presento la edición #38 de la Revista Dimensión, un logro que no hubiese sido posible sin el esfuerzo, la dedicación y el compromiso de un gran número de personas que hicieron de este proyecto una realidad.

Quiero extender un agradecimiento especial a la Dra. Miriam Pabón-González, Decana de la Escuela Graduada de la Universidad Politécnica de Puerto Rico, por su generosa disposición para servir como editora de los artículos profesionales de esta edición. Su rigor académico y dedicación fueron fundamentales para garantizar la calidad y el valor técnico del contenido que hoy compartimos con nuestra membresía.

Asimismo, aprovecho la ocasión para felicitar a la Universidad Politécnica de Puerto Rico en la celebración de su 60 aniversario, y agradecer a todos los que, desde esa institución, colaboraron con nosotros en la realización de esta revista.

Finalmente, gracias a todos los componentes del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, periodistas, colaboradores, diseñadores y equipo editorial, cuyo esfuerzo colectivo hace posible que la Revista Dimensión continúe siendo un espacio de excelencia para nuestra profesión.

Con profundo aprecio,

Ing. Erasto García, P.E.
Dir. Ejecutivo & Jefe Editorial Revista Dimensión
Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico



MENSAJE DE LA EDITORA DE ARTÍCULOS PROFESIONALES

Estimados lectores,

La ingeniería y la agrimensura siempre han sido disciplinas orientadas a resolver problemas. Sin embargo, en un mundo donde los retos evolucionan con rapidez, ya no basta con responder a ellos. Es necesario anticiparlos, comprenderlos en profundidad y convertirlos en oportunidades de innovación.

Los artículos que integran esta edición de Dimensión comparten precisamente esa visión. Aunque abordan áreas tan diversas como la ingeniería civil, la agrimensura y la ingeniería industrial, todos parten de un mismo principio: las mejores soluciones surgen cuando el conocimiento técnico se combina con el pensamiento crítico, el análisis riguroso y la habilidad para cuestionar los métodos tradicionales.

En estas páginas, el lector encontrará ejemplos de cómo la inteligencia artificial comienza a redefinir la gestión de proyectos en la construcción, cómo la modernización de los sistemas geodésicos fortalece la precisión de la infraestructura del país y cómo la aplicación disciplinada de metodologías de mejora continua puede transformar procesos industriales con beneficios medibles para la productividad, la sostenibilidad y la calidad.

Más allá de sus resultados particulares, estas contribuciones nos recuerdan que la innovación no ocurre por casualidad. Es consecuencia de la curiosidad, de la colaboración entre disciplinas y del compromiso de profesionales que deciden convertir los desafíos en conocimiento útil para la sociedad.

En Dimensión creemos que compartir estas experiencias fortalece nuestra comunidad profesional y promueve una cultura en la que la investigación, la práctica y la innovación convergen para construir un mejor futuro.

A nuestros autores, colaboradores en el proceso editorial, y lectores, gracias por ser parte de ese compromiso. Que esta edición inspire nuevas ideas, nuevas colaboraciones y, sobre todo, nuevas soluciones a los desafíos que aún están por venir.

Ing. Mimi Pabón González, PhD, PE
Profesora y Decana
Universidad Politécnica de Puerto Rico





Marriott Frenchman's Reef, USVI



Aruba Ritz Carlton Hotel



Hotel Baha Mar, Bahamas



US Embassy, Libreville, Gabon



Luis Muñoz Marín Airport, Puerto Rico



Ron de Lugo Courthouse, St. Thomas



- HVAC System Cleaning and Restoration
- Sound & Vibration Testing
- Ductwork Pressure & Leakage Testing
- Fume Hood Testing & Certification
- HVAC Testing, Adjusting and Balancing
- Ductwork Cleaning & Sanitization
- Pump/Motor Shaft Alignment
- HEPA Filter Testing Certification
- HVAC Energy Auditing
- Isolation Rooms Conversion & Certification



SOME OF OUR CLIENTS

Abbvie Puerto Rico, ACR Systems, Aerostar Holdings, Aireko, Baxter,
Bermudez Longo Díaz-Massó, Boehringer Ingelheim,
Hospital Pediátrico Universitario, Lord Electric, Manatí Medical
Center, Marriott Hotels, PR Department of Health, Trane,
US Federal Government,

787.998.7170
info@hvacsolutionspr.com
P.O. Box 362255, San Juan 00936-2255

MENSAJE DE LA EDITORA

Estimados colegas y lectores,

Es un honor para mí presentarles esta edición número 38 de Dimensión, la revista oficial del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico. Se trata de mi primera edición como parte de la familia del CIAPR, y no puedo evitar ver en el número 38 una hermosa coincidencia: representa, en cierta forma, mis 38 años de carrera dedicados a las comunicaciones.

Para mí, el periodismo ha sido siempre una vocación primordial. Es a través de él que podemos tomar temas complejos y altamente técnicos y convertirlos en contenido accesible para nuestros lectores. Esa es, precisamente, la misión que me propongo continuar desde estas páginas.

En esta edición de Dimensión se logra una hermosa sinergia: mantenemos la esencia que ha caracterizado a la revista como referente técnico del país, al tiempo que abrimos espacio a nuevas voces periodísticas. Tuvimos el privilegio de contar con tres periodistas de gran calibre: Rosalina Marrero, Liz Arelis Cruz y Raúl Camilo Torres quienes se adentraron en temas de gran relevancia: la energía nuclear, el cambio climático, el plan estratégico del CIAPR y los servicios que ofrecemos a nuestros colegas. Además, presentamos una entrevista a fondo con nuestro presidente, Carlos R. Fournier Morales, PS, quien culmina dos años al frente de nuestro Colegio dejando tras de sí grandes logros.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a los profesionales que confiaron en nosotros la publicación de sus artículos técnicos, así como a la Universidad Politécnica de Puerto Rico, quienes gustosamente colaboraron con esta edición.

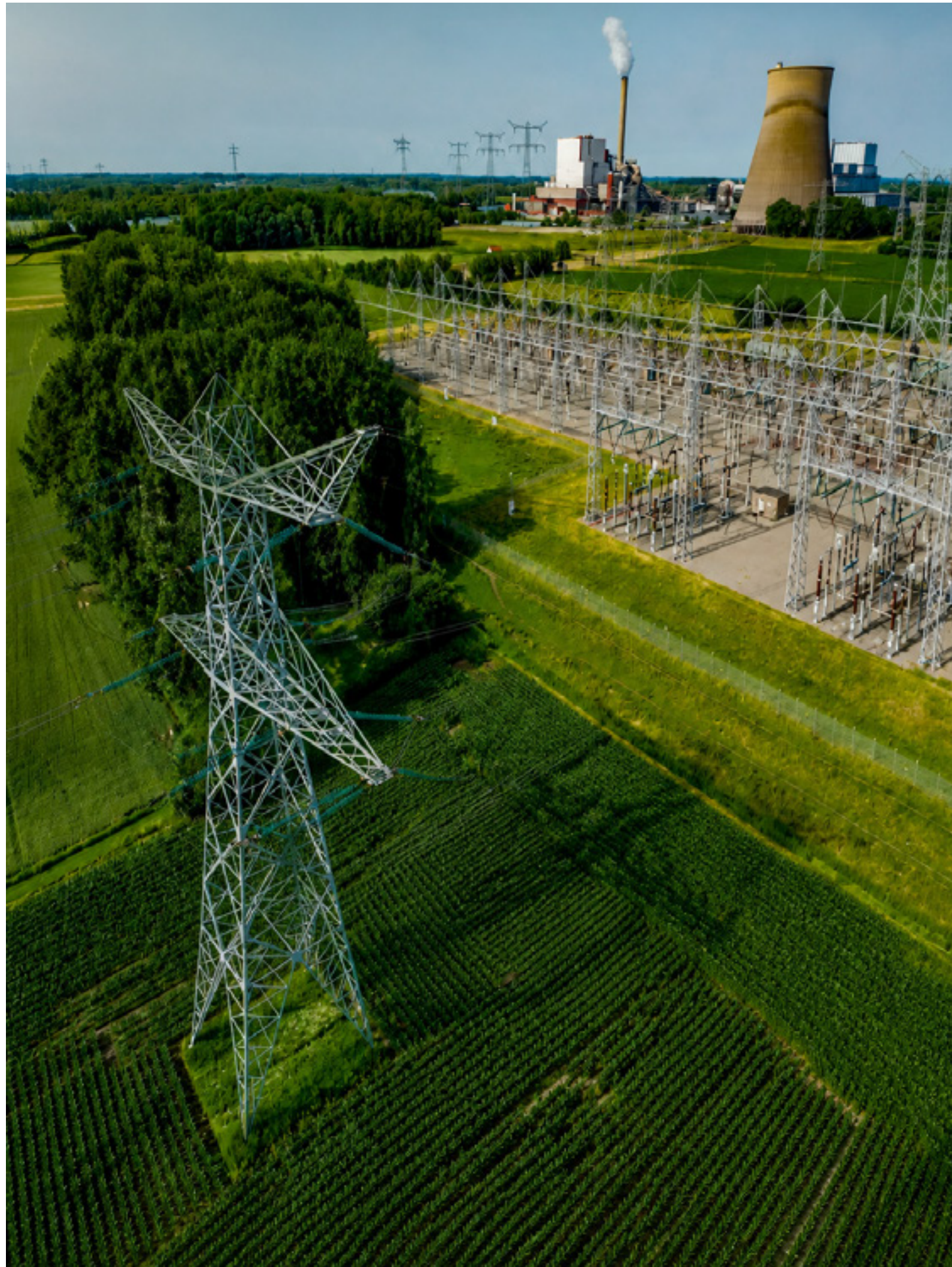
Mi agradecimiento especial a Mari Carmen Serrano, quien estuvo a cargo del rediseño de la revista y ha sido la mente creativa detrás de esta nueva etapa de Dimensión. A Carola Serra, gracias por asumir el reto de conseguir los auspicios para que Dimensión llegue hoy a nuestros lectores. Y a nuestros auspiciadores, que sin ustedes esta edición no sería posible.

Pero quiero reconocer, de manera muy especial, el trabajo de todos los compañeros y compañeras del CIAPR, quienes entregan el 100% de su esfuerzo para que tanto colegas como visitantes reciban siempre un servicio de calidad y de calor humano.

Y a ustedes, nuestros lectores, esperamos que esta edición de Dimensión les sirva de contenido valioso y de referente. ¡Que la disfruten!

Rebeca C. Torres Rivas
Editora
Revista Dimensión





BREVE HISTORIA DE LA ENERGÍA NUCLEAR

Por: Raúl Camilo Torres

Existe mucho antes del Homo sapiens y omnipresente en cada componente del universo. Es significativamente necesaria para la existencia propia y a la vez temida por su capacidad destructiva. Nos referimos a la energía nuclear; usada para fines salubristas; en investigaciones tecnológicas y para disuadir conflictos, pero a la vez incomprendida por muchos.

Es en la antigua Grecia donde se concibe el concepto del átomo (que significa invisible) cuando la teoría es planteada por los filósofos Empédocles (490-370 AC) y Leucipo Demócrito (400-370 AC). El principio de sus explicaciones se basa en que la materia está formada por pequeñísimas partículas e indivisibles, que se hayan separadas por el espacio vacío. A esa partícula la llamaron átomo.

Sus conclusiones se basaban en la teoría filosófica y no en resultados empíricamente experimentados. Eso sería la plataforma que dio origen al estudio riguroso del concepto a partir del S.18 en la figura del químico y matemático inglés John Dalton, quien en 1808 desarrolló la teoría que consistía en que toda materia se compone de átomos indivisibles e indestructibles, a la vez que cada elemento posee átomos diferentes en tamaño y masa.

Casi un siglo después (1903) el científico del Reino Unido Joseph John Thompson propuso que el átomo sí podía dividirse y al experimentar con rayos catódicos descubrió el electrón como partícula de carga negativa. Su trabajo se fundamentó en que el átomo era una esfera positiva sólida con cargas negativas empotradas en el mismo para que este se mantuviera con carga eléctrica neutral. Esta teoría se conoce como el pudín de pasas y le mereció el Premio Nobel en física en 1906.

A partir de ese momento, un sinnúmero de científicos fascinados por la experimentación atómica fue reconociendo los elementos componentes de la micropartícula y sus comportamientos. Una de esas figuras fue Marya Sklodovska (conocida posteriormente como Madame Curie), quien para el 1903 obtiene el Premio Nobel en Física por sus trabajos sobre el descubrimiento del polonio y el radio y en 1911 nuevamente es galardonada con un Nobel por sus trabajos en radioactividad.

Así se convirtió en la primera persona que ha recibido este premio dos veces en ciencias puras. 24 años después, su hija Irene Curie (1935) recibe junto a su esposo Frederic Joliot, el premio Nobel en Química por el descubrimiento de la radioactividad artificial en laboratorio. De estos trabajos surge el primer uso práctico de la radioactividad para usos salubristas, conocido en la actualidad como Rayos X.

No pasó mucho tiempo cuando en 1938 el físico romano Enrico Fermi, recibió el reconocimiento de la academia mediante un Premio Nobel al descubrir que los neutrones (carentes de carga) podían penetrar el núcleo del átomo sin ser repelidos por éste y lograr así nuevos elementos químicos a partir del uranio, a los que nombró transuránicos. Para esa misma fecha, los químicos nucleares Otto Hahn y Fritz Strassmann, junto a la física Lise Meitner, siguieron los trabajos de Fermi con el cual se inicia el bombardeo de núcleos de uranio con neutrones para producir fisión. Este es el génesis que confirmó la ecuación de Albert Einstein ($E=mc^2$) que expresa que la masa se puede transformar en energía.

Energía que bien es utilizada con fines pacifistas, a partir del 1953 con la elaboración del discurso “Átomos por la paz” de Dwight Eisenhower y la posterior creación de Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) y como arma disuasiva entre poderosas potencias, basado en las detonaciones de las bombas atómicas lanzadas sobre Hiroshima y Nagasaki (1945), producto de los trabajos del Proyecto Manhattan, durante la Segunda Guerra Mundial. Es sin dudas que este último desenlace ha calado profundo en las mentes del público a partir de ese fatídico momento, que algunos lo calificaron como un propulsor de paz y otros como genocidio. Creando en las mentes generalizadas la especulación y relación entre energía atómica-nuclear como algo inherente al caos, destrucción y muerte. Asunto que ha sido y es explotado por el sensacionalismo de películas y amenazas militares, dejando a un lado los beneficios comprobados de su utilidad en la salud y progreso en materia energética para usos cotidianos mediante los reactores nucleares.

Fuente: Las armas nucleares y la salud pública, Doc. Heriberto Torres Castro (2024)

RECONCILIACIÓN VERTICAL

PRVD02 - NAPGD2022

Agrimensor Héctor M. Sanabria Valentín
Licencia 5792

La transición del sistema vertical clásico PRVD02 hacia el futuro datum geopotencial NAPGD2022 representa uno de los cambios más significativos en la historia geodésica de Puerto Rico. Este proceso no consiste únicamente en sustituir un conjunto de alturas por otro; implica reconciliar dos épocas, dos filosofías de medición y dos formas distintas de entender la relación entre el nivel del mar, la gravedad y la altura física del terreno.

El datum vertical PRVD02, basado en la nivelación geométrica clásica y en mareógrafos históricos, ha servido durante más de una década (2013 al presente) como referencia vertical operativa. Sin embargo, su estructura interna refleja las limitaciones de su tiempo: depende del mareógrafo 9755371, localizado en La Puntilla, San Juan, PR, para la Isla Grande, así como de circuitos de nivelación (son afectados por sismos), el valor de potencial gravitacional de la superficie de referencia (W_0) implícito que nunca fue definido formalmente o GRAV-D, y en un valor de W_0 explícito ($62,636,856.0 \text{ m}^2/\text{s}^2$), coherente con el marco global del Sistema de Referencia Internacional de Alturas (IHRs), por sus siglas en inglés, cuyo W_0 es $62,636,853.4 \text{ m}^2/\text{s}^2$. La adopción del NAPGD2022 requiere comprender no solo las diferencias numéricas entre ambos sistemas, sino también las causas físicas y conceptuales que las originan.

Este estudio presenta la reconciliación vertical entre PRVD02 y NAPGD2022 para Puerto Rico, desglosando las contribuciones al cambio climático ocasionado por los gases de efecto invernadero, que traen como consecuencia el alza del nivel de las aguas marinas globalmente (0.114 cm).

La diferencia entre el W_0 del IHRs y el W_0 del NAPGD 2022 es de 0.265 cm . La corrección por marea entre el IHRs y el NAPGD2022 se calcula utilizando la formula del geodesta finlandés Jaakko Mäkinen, PhD. El IHRs utiliza el concepto de marea media (*mean tide*); en cambio, el NAPGD2022 utiliza el de marea libre (*free tide*) (0.070 cm). Por convención, ambos modelos consideran que el W_0 es igual al U_0 ($W_0 = U_0$).

¿Qué es un datum geopotencial?

Un datum geopotencial es una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre que sirve como referencia ver-

tical para definir alturas físicas (ortométricas o geopotenciales). A diferencia de los datums puramente geométricos, este incorpora la variación espacial del potencial gravitacional, permitiendo una interpretación física coherente de la altitud. Algunos modelos verticales geopotencial son: EGM08, GOCO6 S, GRAV 2022.

En el desarrollo de modelos geoidales geopotenciales, se utilizan referencias como la marea libre, la marea media o el cero mareal para definir la superficie del geoide, que es una representación matemática del campo gravitatorio terrestre. Estas referencias no son mutuamente excluyentes, sino que se emplean según el propósito y la escala del modelo. La elección de la referencia afecta la precisión y la aplicación del modelo.

¿Qué es un Geoide?

Geoide: El geoide es una superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre, es decir, una superficie en la que la gravedad tiene el mismo valor. Se define como el nivel medio del mar en reposo, extendido bajo los continentes. Es una superficie física y no una figura geométrica ideal como el elipsoide de referencia.

A continuación, se explican los conceptos de marea libre, media y cero.

Marea Libre:

Se refiere a la superficie del mar en un momento dado, sin considerar las perturbaciones causadas por las mareas astronómicas. Es una superficie dinámica que varía con el tiempo.

Marea Media:

Es el promedio de la superficie del mar a lo largo de un período de tiempo, generalmente de un ciclo de mareas (aproximadamente 18.6 años). Representa una superficie más estable que la marea libre, pero aún está sujeta a cambios a largo plazo.

Cero Marea:

Se refiere a una superficie de referencia específica para las mareas, a menudo establecida como el promedio de la marea baja extrema. Se utiliza para la navegación y la construcción costera.

Historia del PRVD02

El PRVD02 comenzó el 02/19/2002 partiendo de La Puntilla, San Juan, PR, y terminó en Crash Boat, Aguadilla, PR, el 05/03/2002. Un total de 157 RNs (o BM por sus siglas en inglés) fueron desarrolladas en el itinerario de nivelación. El proyecto del PRVD02 continúa tras la firma de un memorando de entendimiento (MOU) entre el gobierno de PR y la NOAA/NGS, con el fin de realizar la nivelación restante en la Isla principal, las Islas Municipio (Vieques y Culebra) y la Isla protegida de Mona.

Las Islas municipio Vieques y Culebra tienen su propio mareógrafo (9752695 y 9752235 respectivamente), y el de Mona es el 9759938.

La nivelación consistió en aproximadamente 1403 km de nivelación doble, en los que se establecieron alrededor de 678 BMS. En agosto de 2013 se publicaron todos los BMs que componen la red de nivelación. La distribución de la red de controles verticales del PRVD02 es como sigue (ver Figura 1):

- 618 para la isla de Puerto Rico
- 34 para la isla de Vieques
- 17 para la isla de Culebra
- 9 para la Isla de Mona

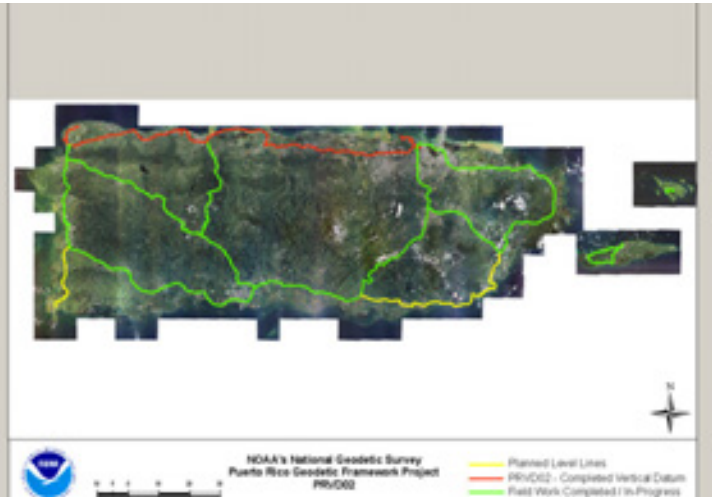


Figura 1 - Red de Nivelación del PRVD02

La transición entre el PRVD02 y el NAPGD2022 se efectuará mediante un análisis empírico utilizando 10 RNs (o BM, por sus siglas en inglés) y, finalmente, una corroboración mediante un cómputo físico de la diferencia de potencial W_0 , del ajuste mareográfico secular y de la corrección de marea (Mäkinen).

Las 10 RNs seleccionadas se muestran en el mapa a continuación (Figura 2).



Figura 2 – Mapa de Estaciones 10 RNs Contribución del Agrimensor Luis A. Maldonado Pérez, PS., MSGT.

Las 10 RNs seleccionadas tienen coordenadas geográficas y altura elipsoidal en el datum NAD83 (NA2011), época 2010 MYCS 3, así como altura ortométrica referida al PRVD02, que es un datum mareal (NMML).

Las coordenadas geográficas en el datum indicado se transformaron al datum ITRF2020, época 2020, ya que es el marco geométrico de referencia al que se refieren las ondulaciones del geoide 2022 utilizadas en el datum vertical NAPGD2022.

Las 10 RNs se transformaron mediante la herramienta geodésica HTDP, versión 3.6.0 (ver Figura 3), y luego se calcularon la ondulación del geoide y su altura geopotencial en el NAPGD2022 con el programa Alpha NAPGD2022.



Figura 3 - Transformación TV1513 del NAD83 (NA2011) época 2010 al ITRF2020 época 2020

Con los valores de coordenadas geográficas y HAE obtenidos se procedió a calcular la ondulación del Geoide 2022 y su altura ortométrica geopotencial utilizando el programa Alpha del NAPGD2022 (ver Figura 4). El mismo procedimiento se utilizó para las 9 RNs restantes.

Figura 4 – Ejemplo de cálculos de ondulación y altura ortométrica geopotencial utilizando Alpha (NAPGD2022)

La altura ortométrica geopotencial obtenida para la estación TV1513 es de 1.754 m. Para el análisis de las 10 RNs, se preparó una tabla en formato Excel que muestra el promedio de las diferencias y la desviación estándar de la muestra (ver Figura 5).

NAPGD2022 alpha products computation page

Below is an interactive tool where you may input coordinates for locations of interest and receive various NAPGD2022 alpha release values.

Latitude (required) *

Longitude (required) *

Ellipsoid Height (optional)

Reset Form

Compute

Enter lat-ion in decimal degrees

18.458959

-66.116443

-43.513000

Symbol	Value	Units	Description
N_g	-45.267	meters	NAPGD2022 geoid undulation at 2020.00 - identically: GEOID2022 geoid undulation at 2020.00 - identically: SGEOD2022 geoid undulation
g_e	9.7866667	m/s ²	NAPGD2022 surface gravity acceleration along the plumb line at 2020.00 (estimated) - identically: GRAV2022 surface gravity acceleration along the plumb line at 2020.00 (estimated) - identically: SGRAV2022 surface gravity acceleration along the plumb line (estimated)
N_h	1.754	meters	NAPGD2022 orthometric height at 2020.00 (based on user-supplied ellipsoid height)
H^{dyn}	1.751	meters	NAPGD2022 dynamic height at 2020.00 (estimated) - identically: GO2DH2022 dynamic height at 2020.00 (estimated) - identically: SGO2DH2022 dynamic height (estimated)

Figura 5 – Estadística descriptiva de la diferencia entre las alturas ortométricas geopotenciales (NAPGD2022) y las alturas normales (PRVD02) para las 10 RNs.

	PID	NOMBRE	NAPGD 2022 H, m	PRVD02 Ht. m	DIFERENCIA m.	ΔH
	TV1513	La Puntilla	1.754	1.334	-0.420	-0.026
	DE5470	Sanabria	4.348	3.927	-0.421	0.025
	DE5485	Berrios	43.787	43.368	-0.419	0.027
	DE5545	Vélez	134.807	134.321	-0.486	-0.040
	DO1410	Doyle	448.508	448.022	-0.486	-0.040
	AB9844	COCO	45.847	45.410	-0.437	0.009
	AB9846	HUMACAO 2	33.733	33.252	-0.481	-0.035
	AB9838	UTUADO	166.926	166.476	-0.450	-0.004
	TV1521	MAZ C	6.789	6.368	-0.421	0.025
	DO1275	D 1011	25.962	25.521	-0.441	0.005
	Average				-0.446	
	STND DEV				0.028	

El análisis de las 10 RNs arroja una diferencia media NAPGD2022 – PRVD02 de 0.446 m, con una desviación estándar de 2.8 cm, lo que confirma la estabilidad del conjunto y la representatividad del valor medio.

Superada la etapa empírica, corresponde ahora adentrarse en el procedimiento físico, donde el rigor del potencial y la marea completa la historia.

El análisis asociado al cambio climático, derivado del incremento del nivel del mar por efecto de los gases de invernadero, se inicia con el ciclo metónico 1983–2001, correspondiente al ajuste del NMML del PRVD02 en la estación TV1513. Para este período, NOAA CO OPS reporta un aumento de 0.05 m, un valor que también figura en el Data Sheet oficial de la estación. Dicho incremento equivale a una tendencia de 2.63 mm/año. El siguiente ciclo metónico, 2002–2020, aún no ha sido publicado; sin embargo, al adoptar una tendencia regional de 3.368 mm/año, se estima un incremento adicional de 0.064 m. En conjunto, ambos periodos aportan un aumento acumulado de aproximadamente 0.114 m en el nivel medio del mar.

Como indicábamos al principio de este artículo, el valor W0 del IHRS es de 62,636.853.4m2/s2 y el W0 del NAPGD2022, época 2020, es de 62,636,856.0m2/s2. La diferencia entre estos valores geopotenciales adoptados genera una diferencia correspondiente en las alturas geopotenciales entre ambos sistemas, la cual se obtiene mediante la relación:

$g = 9.80665 \text{ m/s}^2$ que es la aceleración de la gravedad a 45° de latitud N.
 $\Delta H = (62,636,856 \text{ m}^2/\text{s}^2 - 62,636,853.4 \text{ m}^2/\text{s}^2)/9.80665 \text{ m/s}^2$
 $\Delta H = 2.6 \text{ m}^2 / \text{s}^2 / 9.80665 \text{ m/s}^2$

$$\Delta H = 0.265 \text{ m.}$$

$$\Delta H = \frac{W_0^{NAPGD2022} - W_0^{IHRS}}{g}$$

Finalmente, la corrección por el concepto de marea adoptado en el IHRS (marea media) y en el NAPGD 2022 (marea libre), utilizando la fórmula de Jaakko Mäkinen, PhD.

Fórmula:

$$\Delta N = \frac{0.9722 - ((2.8841 \times \text{seno}^2 \varphi) - (0.0195 \times \text{seno}^4 \varphi))}{9.80655 \text{ m/s}^2}$$

La latitud para la estación TV1513 en el marco de referencia CTRF2022, obtenida de la transformación de HTDP versión 3.6.1, es 18° 27' 32.25592”, que en grados y decimos es 18.458959

$$\begin{aligned} \text{Seno}^2 18.458959 &= 0.10025156 \\ \text{Seno}^4 18.458959 &= 0.01005038 \end{aligned}$$

$$\Delta N = \frac{0.9722 - ((2.8841 \times 0.10025156) - (0.0195 \times 0.01005038))}{9.80655 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta N = 0.0697 \text{ m} \approx 0.07 \text{ m}$$

La suma de las tres correcciones físicas: cambio climático, diferencias de los W0 y la corrección por marea (media a libre): 0.114 m + 0.265 m + 0.07 m = 0.449 m.

La discrepancia de 3 milímetros entre el modelo físico – teórico (0.449 m) y la diferencia de promedio del NAPGD2022 época 2020 – el PRVD02 de las 10 RNs (0.446 m):

- es mucho menor que la desviación estándar de 0.028 m,
- cae dentro del rango estadístico esperado,
- y demuestra una coherencia extraordinaria entre la teoría y la observación.

Conclusión

El valor teórico de 0.449 m coincide con notable precisión con el promedio empírico de 0.446 m obtenido a partir de 10 referencias de nivel distribuidas por Puerto Rico. La diferencia entre ambos métodos es de solo 0.003 m, muy por debajo de la desviación estándar de 0.028 m. Esta concordancia confirma la solidez física del modelo y la consistencia geodésica de las observaciones GNSS, validando plenamente la reconciliación vertical entre PRVD02 y NAPGD2022.

Bibliografía:

Mäkinen, J. (2006). The permanent tide and the Height System IAG/FIG Symposium, October 9-14, Munich 2006.

National Geodetic Survey (NGS). HTDP (Horizontal Time-Dependent Positioning) Version 3.6 Tool. <https://geodesy.noaa.gov/TOOLS/Htdp/Htdp.shtml>.

National Geospatial-Intelligence Agency (NGA). (2008). Earth Gravitational Model 2008 (EGM2008).

NGS. (2023). NAPGD2022 Alpha Products and Vertical Datum Modernization. <https://geodesy.noaa.gov/datums/newdatums/NAPGD2022.shtml>

Agradecimientos:

Agrimensor Luis A. Maldonado Pérez, PS, MGST.

Estamos para servirte

Crecimiento profesional | Trámites Administrativos | Servicios a la Comunidad

www.ciapr.com

finanzas@ciapr.org

787-758-2250, ext. 222, 223 y 224



ENERGÍA NUCLEAR PARA GENERAR ELECTRICIDAD EN PUERTO RICO

Por: Raúl Camilo Torres

“El conocimiento es poder. Poder para hacer el mal o poder para hacer el bien. El poder en sí mismo no es malo.” - Veronica Roth

A mediados de junio de 2026, la Cámara de Representantes de Puerto Rico, aprobó el Proyecto C-1092, una medida que enmienda la Ley de Política Pública de Diversificación Energética para permitir que Puerto Rico tome en consideración la energía nuclear, incluyendo los microreactores, como una alternativa para fortalecer la generación de energía eléctrica en la Isla.

Durante el proceso de vistas públicas, profesionales del sector energético presentaron sus argumentos y datos sobre el uso de los microreactores (una tecnología que genera entre 200 y 300 megavatios de energía) que actualmente se encuentra en distintas etapas de desarrollo y construcción en lugares como Wyoming, Tennessee, Texas y Canadá. Al presente, Estados Unidos posee 93 reactores en 54 centrales nucleares a través del país. Éstas generan cerca del 20% de toda la energía eléctrica producida y las que son reguladas meticulosamente por la Comisión de Energía Atómica.

Apoyados en la experiencia, los deponentes defendieron el uso de estas microplantas de fisión para la generación continua de energía durante las 24 horas del día, sin que ello conlleve la creación de un solo reactor, que necesite mayores cuidados técnicos y personal especializado.

Según el ingeniero Ralph Kreil Rivera, expresidente del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR) y expresidente del Instituto de Ingenieros Electricistas del CIAPR, del 2000 al 2002, el uso de la tecnología de estos reactores modulares, como también se les conoce, es bastante generalizada al presente y sus adelantos tecnológicos minimizan la posibilidad de una emergencia por radiación.

“El sistema es uno pequeño y autocontenido. Si ocurriese una situación de emergencia, todo queda dentro del contenedor y no hay exposición. Estos microreactores son

utilizados hoy día por la Marina de Estados Unidos y se encuentran actualmente en submarinos, portaaviones y otras naves de tamaño significativo y ningún personal de la marina sale contaminado”, manifestó.

“Puerto Rico está listo para implementar el sistema de redes que podría, en un futuro combinar las plantas que utilizan gas para producir energía y combinarlas de forma híbrida con los microreactores. No se está hablando de una única planta o que todo el sistema sea nuclear. Se puede utilizar como un componente base adicional a los sistemas fotovoltaicos y de gas natural, que resultan de respuesta rápida”, destacó el ingeniero quien posee vasta experiencia en el campo de la producción energética, tanto en Puerto Rico como en Estados Unidos.

Cónsono a sus expresiones, la ingeniera Marvi Matos Rodríguez, quien actualmente labora como vicepresidenta senior de ZAP Energy (Seattle, Washington) de energía de fusión, el uso de estas microplantas nucleares de fisión, no representan mayor riesgo que el uso de combustibles fósiles si se toma en consideración los años de uso de éstas en la generación de energía nuclear en Estados Unidos y los 33 países que actualmente las utilizan.

“Desde que el uso pacífico de la energía nuclear para la generación de electricidad comenzó en la década de los 50 al presente, solo han ocurrido tres accidentes significativos: en la planta Harrisburg, Pennsylvania (1979), la ocurrida en 1986 en Chernóbil y la de Fukushima, Japón en 2011. Si hay que considerar que pueden haber errores que produzcan estos accidentes, pero si vemos esta realidad, han ocurrido en su mayoría por errores humanos o de diseño, asuntos que en la actualidad se han minimizado con la preparación adecuada de los materiales a utilizarse y el personal capacitado para su manejo”, puntualizó.

La ingeniera resaltó que existe investigación sobre la nueva aplicación de la tecnología de fusión en vez de fisión, lo



Vista exterior de las torres de refrigeración de la central nuclear de Chernóbil. Stock photo.

que aún elevaría a mayor seguridad los elementos en consideración en la generación de energía nuclear. “Las principales causas de accidentes con los reactores de fisión se deben a factores externos que afectan la integridad de contención de la energía generada que se haya principalmente en la piscina que enfría el ‘core’ de la planta. Es por ello que la tecnología de energía nuclear de fusión es una más segura porque al inversa de lo que se utiliza actualmente, se debe inyectar energía para lograr la reacción que se busca y en caso de haber un error que pueda perjudicar el funcionamiento del reactor, simplemente cortas la energía y lo apagas sin riesgo de ‘melt down’ como ha ocurrido en las plantas tradicionales”, expresó.

Ahora usted se preguntará sobre las definiciones de fisión y fusión, que de primera paracen iguales, pero trabajan de manera opuesta en la obtención del mismo resultado. “La energía producida por fisión produce desechos radioactivos. El combustible reemplazado de estos reactores al igual que los componentes degradados por uso, son almacenados rigurosamente para evitar la contaminación radioactiva al medioambiente. Sobre los reactores de fusión, éstos

producirían muchos menos contaminantes porque están diseñados para que su combustible quede contenido y no contamine”, explicó.

“Aquí hay que aprender y educar sobre el tema”, comenzó a manifestar el Ing. Jesús Núñez Rolón, director ejecutivo de The Nuclear Alternative Project, al añadir que “la alternativa nuclear para la generación de energía es una muy segura para empleados de las plantas generatrices y las comunidades aledañas a éstas. Está el factor humano en esto, pero ya existen avances en ese sentido con la nueva generación de universitarios que se dedican específicamente a trabajar sobre ello”, expresó Núñez Rolón.

“Este análisis es uno que se tiene que considerar para la retención de esos talentosos estudiantes que actualmente toman sus cursos en esa materia en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez y que deseen aportar a su país. En la educación está la clave. Si seguimos pensando en las películas de terror que demonizan la energía nuclear, no avanzaremos como pueblo”, concluyó.

Chemical Cleaning Engineering Specialists, Inc.

Contractors & Advisors Since 1997



Special Chemical
Cleanings & Passivations

USP Water Loops &
Distillation Units

Condensers & Heat
Exchangers

Power Generation
Boilers & Turbines

“Extensive Experience
that Matters”



Pedro Quiñones, PE, BPVI

For Information

(787) 507-2494
pquinones.chcl@gmail.com
www.chclengineering.com

CAMBIO CLIMÁTICO E INFRAESTRUCTURA DE PUERTO RICO

Por: Raúl Camilo Torres

El cambio climático es un reto diario que obliga una política seria dirigida a mitigar sus repercusiones inmediatas y futuras sobre las infraestructuras que está acechadas, principalmente por el aumento del nivel del mar. Aunque el tema sobre cambio climático es más evidente y dramático para los residentes e intereses comerciales en las zonas costeras de Puerto Rico, no se debe apartar de esta situación, los efectos que esto produce en la región montañosa de la Isla, donde eventos de fre-



cuentes lluvias o de sequías extremas vinculadas, tienen un impacto directo sobre la economía, calidad de vida y permanencia de infraestructura necesaria.

“Ya esta situación del cambio climático está afectando la infraestructura de la isla y mientras pase el tiempo, seguirá el deterioro en aumento. La Compañía de Turismo de Puerto Rico destacó en un informe que el 79% de las hospederías turísticas es vulnerable al aumento del nivel del mar y a las marejadas ciclónicas”, comenzó a explicar el ingeniero Carl Soderberg, miembro del Comité de Asesores sobre Cambio Climático que redactó el *Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico* — conocido como P-MARCC.

Información reciente que trata la importancia sobre la verificación de la infraestructura en relación al aumento del cambio climático, destaca que en Puerto Rico, más de 325 instalaciones esenciales están en riesgo debido al aumento del nivel del mar para el año 2100. Actualmente, el 35% de infraestructura primaria existe en zonas costeras, donde reside el 22% de la población de la Isla.

El ingeniero ambiental, con más de cinco décadas en la defensa de la calidad de aguas y planificación ecoamigable en Puerto Rico y exdirector de la División Ambiental de la Agencia Federal de Protección Ambiental, EPA, para la isla, enfatizó en la necesidad urgente de acción sobre esta realidad que nos acecha, debido “al alto precio que supone no hacer nada. Hace dos años y medio presentamos nuestro informe ante la legislatura y al presente, no ha ocurrido nada significativo. Esto tiene un precio enorme y una carga económica al futuro de Puerto Rico”, destacó Soderberg.

“La firma Estudios Técnicos nos brindó el resultado de un informe que se le encomendó, y éste es el siguiente. De no hacer nada ahora y para el 2050, el producto interno bruto (PIB) de Puerto Rico va a bajar en \$379 mil millones, eso es equivalente a cuatro veces más que el impacto económico que provocó el huracán María en la isla. En términos de la infraestructura crítica de Puerto Rico, según definido por la Junta de Planes, a medio siglo, si no se hace nada, tendrá un costo de un millón cuatrocientos cincuenta mil millones de dólares”, denunció el entrevistado.

La inminente ‘inundación permanente’ que perjudica la zona costera de Puerto Rico supone que, en el escenario más peligroso, el aumento de nivel marítimo alcance 1.38 pulgadas para el 2050, lo que perjudicaría a más de 54 comunidades e impactaría a un estimado de 2 millones de estructuras, entre éstas, los 105 segmentos de carreteras estatales que están en zonas de erosión costera desde el 2018 y sobre el 70% de las plantas de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados que están enclavadas en zonas costeras vulnerables.

Efectos visibles del cambio climático en tiempo real son registrados por satélites, donde se aprecia la disminución de



costas al compararlas con décadas del siglo pasado, principalmente en el norte de la Isla; la desaparición de cayos arenosos en el este y la capitulación de muchas estructuras en la frontera geográfica, cuyas carcasas se rinden a la erosión y embate de las olas cada vez más cercanas. Se vislumbra en estas imágenes, cómo el Lago Torrecilla en Piñones (Loíza) va inundando la zona final de la pista principal del aeropuerto Luis Muñoz Marín en Carolina, lo que ya se ha planteado como una situación a observar desde los departamentos de transportación federal y de seguridad.

“Se van a necesitar hacer cambios a un costo multimillonario para atender la situación de los aeropuertos. Definitivamente el Aeropuerto de Carolina debe ser reubicado pronto. Hay una propuesta de crear una barrera de hormigón para evitar la entrada de agua a la zona, pero eso es un remedio de corta duración, de aproximadamente unos 20 años de vida adicional. Eso no resuelve nada a futuro y hay que pensar en eso. El único aeropuerto que no se ve afectado por la situación de cambio climático y la subida del mar es el Rafael Hernández en Aguadilla, debido a su elevación. El resto de Aeropuertos en Puerto Rico está en riesgo”, puntualizó el experto Ambiental.

Al referirse sobre los terminales aéreos que se hallan en zonas alejadas de las costas y que se verán afectados por el cambio climático, el ingeniero Soderberg, expresó que “Mercedita en Ponce, el de Mayagüez y otros que no se

encuentran directamente cerca de las marejadas, experimentarán inundaciones por las fuertes lluvias que también están asociadas a esto del cambio climático. Esta situación no solo perjudica a la infraestructura costera, el centro de la isla ya experimenta situaciones vinculadas a esto; sedimentación de lagos, derrumbes por escorrentías, sequías severas que dañan la industria agrícola, son algunos ejemplos que podemos mencionar”.

Este dato resalta la necesidad urgente de soluciones integrales para proteger la infraestructura vital de la isla de los impactos del cambio climático. Es necesario tener en cuenta, la revisión de geodatos y verificación de metadata provenientes de los análisis geoespaciales y en especial la verificación continua de la situación y estado de la infraestructura vulnerable.

Más allá de la tragedia tras el golpe directo del mar en propiedades privadas y públicas, factores relacionados que son y serán alterados por esta situación, tales como, economía de turismo, pesca e industria agrícola, a lo que se suman; emigración y vivienda digna disponible para los desplazados, son temas importantes a trabajar. Plantear el problema es una constante, buscar soluciones, una responsabilidad.

CIAPR: AL SERVICIO DEL COLEGIADO

Por: Rosalina Marrero-Rodríguez

Más que un requisito, el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico ofrece a su matrícula una red de servicios que impulsa el crecimiento profesional, agiliza los trámites administrativos y fortalece el sentido de comunidad.

Ser parte de un colegio profesional comienza con el cumplimiento de un requisito legal, pero su verdadero valor va más allá de la colegiación. Es pertenecer a una comunidad que acompaña, orienta y motiva el fortalecimiento de la profesión. En el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR), ese compromiso se traduce en una red de servicios para apoyar al colegiado en las distintas etapas de su desarrollo profesional. Asesoría, educación continua, programas de bienestar social y oportunidades de crecimiento, son algunas de las herramientas disponibles para cada miembro de la matrícula.

Pero, ¿cuáles son los servicios más solicitados por los colegiados? El CIAPR recibe llamadas diarias (787-758-2250, ext. 222, 223 y 224) y correos electrónicos, tanto en búsqueda de información para los exámenes de colegiación como para la renovación de las licencias. Otras gestiones que ordinariamente atiende el área de asistencia al colegiado, supervisada por Yina Gallardo, son las reclamaciones del seguro de vida, revisiones en las designaciones de beneficiarios y cambios de dirección.

Afortunadamente, muchos de estos servicios se han nutrido de la tecnología y están disponibles digitalmente, lo que ha ido sustituyendo las largas filas que anteriormente se observaban en la instalación para los procesos de entrega de documentos y pagos. No obstante, siempre hay personas, particularmente adultos mayores, que prefieren el contacto humano y para ello, siempre hay un equipo disponible.

“Muchos vienen con sus documentos y las muchachas lo hacen como si fueran ellos, les dan esa ayuda”, comentó Gallardo, supervisora de contabilidad, quien procura que las renovaciones, por ejemplo, estén completadas en uno a dos días, para brindar un servicio más ágil al colegiado. Aún así, reconoce que pudiera ser más fácil para cada colegiado si se lograra concentrar en una misma vía la documentación requerida de agencias de gobierno, entre estas, las certificaciones de buena conducta y ASUME.



Lizbeth Hiraldo, recepcionista; Yina Gallardo, supervisora de contabilidad; Yirelisse Feliz, servicio al colegiado y Migdalia Musse, servicio al colegiado

A la par con los trámites comunes, en el último tiempo el CIAPR ha tenido una mayor presencia en las universidades con el interés de acercarse a los jóvenes próximos a entrar al campo profesional de la ingeniería o agrimensura, y de esa manera poder orientarlos y brindarles la información sobre los requisitos de la colegiación, según establece la ley 319 del 15 de mayo de 1938. Igualmente ha fomentado una serie de actividades atractivas para la nueva generación de profesionales, como son el “Summer Sunset” y el “BBQ Contest”, los cuales se traducen en oportunidades para hacer contactos o *networking*.

“A eso es lo que se le está dando más énfasis, a dar esa orientación para llamar al colegiado joven, que es lo más que interesa”, apuntó Gallardo. “Hay énfasis también en que se le dé un servicio al nuevo colegiado para que conozca lo que es el Colegio, que no se quede con esa idea de que es solamente para los mayores. Se está tratando de que vengan, que entren en los capítulos, en los institutos, en las directivas, que se renueve todo”.

Entre esa comunidad de recién colegiados, los intereses se centran en conocer los ofrecimientos de seminarios que les permitan cumplir con las horas contacto para mantener activas sus licencias y, sin son gratuitos, mucho mejor. Quieren orientarse, además, sobre las becas que están disponibles. Este ofrecimiento, a juicio de Gallardo, es uno que poco a poco se ha ido conociendo y cada vez surgen nuevas solicitudes.

A simple vista, el servicio al colegiado pudiera considerarse uno automatizado, donde se responden preguntas y se completan trámites. Sin embargo, hay un valor humano que se filtra en cada comunicación y va estableciendo vínculos, dándole otro sentido al papeleo diario.

La llamada de un ser querido de un colegiado recién fallecido para informarse sobre la reclamación del seguro de vida puede ser una de las situaciones en las que el CIAPR demuestra que su compromiso supera cualquier gestión.

“No es que uno sea un amigo, pero crear una amistad de aprecio con algunos colegiados que son muy amables y saludan con gusto y se preocupan de que uno esté bien, que son personas alegres y agradables, y poder ayudarlos en lo que necesitan, es satisfactorio”, expresó Gallardo con la emoción reflejada en los ojos.

Por encima de las labores administrativas, el servicio del colegiado es uno de los principales puntos de encuentro entre el CIAPR y la comunidad profesional a la que sirve. Cada orientación, trámite o acompañamiento, reflejan el compromiso de una institución que no solo cumple con la responsabilidad establecida por ley, sino que afianza el sentido de pertenencia entre quienes ejercen la ingeniería y la agrimensura. Esa relación comienza con la colegiación y continúa a lo largo de la vida profesional, reafirmando que su valor está entre quienes lo integran y los servicios que reciben en favor de continuar forjando un mejor Puerto Rico.



CONTACT US

www.mforcegroup.com

info@mforcegroup.com



141 Ave. De Diego,
San Juan, PR 00927

[mforcesurveyingpssc](https://www.linkedin.com/company/mforcesurveyingpssc)

[mforcesurveying](https://www.facebook.com/mforcesurveying)

[mforce_surveying](https://www.instagram.com/mforce_surveying)

Professional Services:

- Mobile and Terrestrial LiDAR
- 3D Modeling (BIM)
- SUE (Subsurface utility location)
- ALTA Surveys
- Boundary Survey
- Topographic Surveys
- As Built Surveys
- Elevation Certificates FEMA

CARLOS FOURNIER: RENOVAR EL ORGULLO DE PERTENECER

Por Liz Arelis Cruz Maisonave



Al concluir dos años al frente del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, el agrimensor Carlos R. Fournier Morales repasa una presidencia marcada por el esfuerzo de acercar la institución a las nuevas generaciones, recuperar su voz en la discusión pública y prepararla para los desafíos de una profesión en transformación.

Cuando el Agrimensor Carlos Fournier Morales asumió la presidencia del Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico, en septiembre de 2024, conocía bien la institución que pasaría a dirigir.

Había participado durante años en juntas directivas, ocupado la vicepresidencia y presidido uno de sus institutos. También había crecido cerca del Colegio: su padre, ingeniero electricista, presidió en dos ocasiones el Capítulo de Guayama.

Pero conocer la institución también significaba reconocer sus desafíos.

La matrícula, que años atrás había alcanzado entre 11,500 y 12,000 colegiados, se había reducido significativamente. A ello se sumaban una disminución en el voluntariado, el distanciamiento de algunos jóvenes profesionales y la salida de numerosos ingenieros y agrimensores de Puerto Rico durante los años de escasa actividad en la construcción. Fournier, segundo agrimensor en asumir la presidencia del Colegio, entendió que su principal encomienda no podía

limitarse a administrar. Había que recuperar el sentido de pertenencia.

“Yo diría que era levantar el espíritu, levantar el orgullo institucional”, resume. “Yo soy ingeniero, yo soy agrimensor, yo soy colegiado y me siento orgulloso del Colegio”.

UNA INSTITUCIÓN QUE MIRE HACIA SUS JÓVENES

Desde el comienzo, Fournier procuró unir dos generaciones: la de quienes habían acumulado décadas de experiencia y la de quienes apenas comenzaban su carrera. Para él, el futuro del Colegio dependía de que los estudiantes y recién graduados dejaran de verlo como una institución distante o reservada exclusivamente para quienes ya habían obtenido su licencia.

El mensaje era sencillo: podían entrar, participar, colaborar y comenzar a identificarse con la institución antes de completar el proceso de reválida y colegiación.

“Quería levantar ese espíritu, especialmente entre los muchachos más jóvenes”, explica. “Que vieran la oportunidad de revalidar, ser ingenieros o agrimensores licenciados y pertenecer a esta institución prestigiosa”.

Ese esfuerzo se tradujo en acuerdos con universidades, acercamientos a los capítulos estudiantiles, actividades de confraternización y oportunidades concretas de desarrollo profesional. Fournier recuerda con especial satisfacción los encuentros de networking en los que estudiantes, recién graduados y profesionales establecidos pudieron conocerse fuera del formato tradicional de un seminario.

En una de esas actividades, asegura, más de la mitad de los participantes tenía menos de 35 años. Allí presenció cómo jóvenes que buscaban empleo establecieron contacto directo con patronos y consiguieron entrevistas y, en algunos casos trabajo, en cuestión de días.

“No parecen grandes cosas, pero se siembra la semilla”, sostiene.

El acercamiento a las universidades también respondió a una preocupación práctica: muchos estudiantes avanzan en sus programas académicos sin conocer claramente el proceso necesario para ejercer como profesionales licenciados. “Es importante estar allá”, afirma Fournier sobre la presencia del Colegio en los recintos universitarios. “Ellos son los futuros colegiados”.

DETENER UNA TENDENCIA DE CASI DOS DÉCADAS

El objetivo de fortalecer la matrícula adquirió nombre durante el segundo año de su presidencia: Plan 8K. La meta era alcanzar nuevamente los 8,000 colegiados y revertir una pérdida anual que Fournier estimaba en alrededor de 2%. Aunque reconoce que el Colegio probablemente no llegará a los 8,000 antes de concluir su término, destaca un resultado que considera significativo: por primera vez en cerca de 18 años, la matrícula dejó de disminuir y comenzó a crecer.

De aproximadamente 7,500 colegiados, la institución pasó a superar los 7,700. Además, una juramentación reciente reunió a 184 nuevos miembros, una asistencia que, según Fournier, no se observaba desde hacía cerca de dos décadas.

El aumento responde a distintos factores, incluida la llegada de profesionales de otras jurisdicciones interesados en trabajar en Puerto Rico. Sin embargo, Fournier entiende que el resultado confirma que es posible recuperar el interés en la institución cuando esta demuestra su valor.

La apuesta por una representación más diversa también formó parte de esa visión. Fournier es apenas el segundo agrimensor que ocupa la presidencia del Colegio. Durante

su término se promovió, además, una mayor participación de las mujeres mediante iniciativas como el capítulo de mujeres del CIAPR y alianzas con grupos equivalentes de otras asociaciones. En su Junta de Gobierno, cerca de la mitad de los integrantes son mujeres, al igual que en el Comité Ejecutivo.

El dato adquiere relevancia ante la próxima transición: su sucesora será una mujer, Ing. Franchesca J. Rivera Luciano, algo que no ocurría desde la breve presidencia de Patria Custodio en 1980.

RECUPERAR LA VOZ TÉCNICA DEL COLEGIO

Otro de los ejes de la presidencia fue reposicionar al Colegio como una voz activa en los debates que afectan la infraestructura y el desarrollo de Puerto Rico.

Fournier considera que la institución tiene una responsabilidad que trasciende la defensa de sus profesiones. La ley le reconoce un papel de asesor técnico del gobierno en asuntos de infraestructura, pero, a su juicio, ese conocimiento no siempre se aprovecha adecuadamente.

“No queremos ser un estorbo para ningún gobierno, ni para éste ni para el que venga. Al contrario, queremos aportar”, afirma. “Un país sin infraestructura decente no va a echar hacia adelante”.



Durante su incumbencia, el Colegio presentó decenas de escritos sobre proyectos legislativos, participó en vistas públicas y formuló recomendaciones sobre asuntos como la reforma del sistema de permisos. Fournier insiste en que agilizar los procesos no depende únicamente de cambiar leyes o reglamentos. También requiere personal, recursos económicos, capacidad administrativa y voluntad de ejecución.

“El papel puede decir muchas cosas, pero hay que ejecutarlas”, plantea.

Esa misma filosofía condujo al Colegio a abrir discusiones sobre temas que suelen generar resistencia, como la energía nuclear o las tecnologías para convertir desperdicios en energía. Fournier aclara que promover esos foros no equivale a respaldar de antemano una tecnología particular.

“No es que apoyemos la energía nuclear en sí. Es que se estudie”, precisa. “La cuestión es no cerrarnos a ninguna fuente que sea viable y económica”.

Para él, el papel de la institución consiste en facilitar discusiones informadas, combatir la desinformación y permitir que las decisiones públicas se apoyen en evidencia técnica. “No por miedo a la política podemos dejar de ser parte de la discusión”, afirma. “Si no estamos de acuerdo con algo, tenemos que plantearlo con respeto”.

COMUNICAR PARA SEGUIR SIENDO PERTINENTES

La presencia pública del Colegio no podía depender exclusivamente de ponencias legislativas o reuniones con funcionarios. También requería comunicar su trabajo de manera accesible.

Durante estos dos años, la institución amplió su participación en los medios, fortaleció sus redes sociales y produjo Visión CIAPR, un programa digital sobre asuntos técnicos y de interés público. También desarrolló cápsulas informativas breves sobre ética, práctica profesional, legislación y otros temas relevantes para los colegiados. Fournier reconoce que comunicarse con nuevas audiencias exige adaptarse a hábitos que cambian rápidamente. Un programa de una hora, por ejemplo, fue dividido en cuatro segmentos de 15 minutos. Aun así, admite que las generaciones más jóvenes consumen información en formatos cada vez más breves.

El reto, a su juicio, consiste en adaptar el mensaje sin sacrificar rigor.

“Los medios tienen que utilizarse para que el pueblo diga: el Colegio está vigente, el Colegio se comunicó, el Colegio habló”, expresa.

Esa visibilidad también permite explicar que la ingeniería y la agrimensura no son profesiones abstractas. Sus decisiones inciden directamente sobre la vida, la salud, la propiedad, la seguridad de las estructuras y la capacidad del país para responder ante terremotos, huracanes, problemas energéticos o deficiencias en los sistemas de agua y trans-

portación.

PREPARARSE PARA UNA PROFESIÓN QUE CAMBIA

La mirada hacia el futuro estuvo particularmente presente en la agenda de educación continua.

El Colegio comenzó a ofrecer cursos y foros sobre inteligencia artificial, desde conceptos básicos hasta posibles aplicaciones en la ingeniería y la agrimensura. La tecnología también comenzó a incorporarse en algunas funciones administrativas de la institución.

Fournier rechaza la idea de que los profesionales puedan mantenerse al margen. “Los ingenieros y agrimensores tienen que aplicar la inteligencia artificial a sus profesiones porque, si no, no vamos a ser competitivos”, advierte. Por el momento, añade, la prioridad debe ser utilizarla para aumentar la eficiencia y ampliar capacidades.

Pero establece una distinción esencial: la herramienta no desplaza la responsabilidad profesional. “ChatGPT, o el que sea, te puede decir lo que sea, pero la responsabilidad al final va a ser tuya”. Para Fournier, esa advertencia debe acompañar todo esfuerzo de innovación. La inteligencia artificial puede asistir en la lectura y organización de documentos, el análisis de información o determinadas tareas técnicas, pero no sustituye el juicio, la preparación ni los deberes éticos del profesional.



ABRIR EL COLEGIO AL MUNDO

La internacionalización fue otro componente de la gestión. El Colegio fortaleció vínculos con organizaciones profesionales de Perú y República Dominicana, participó en congresos en otros países y recibió conferenciantes internacionales.

Fournier describe esas relaciones como una vía para ampliar el conocimiento disponible en Puerto Rico. Cuando no existe localmente un especialista en un campo determinado, las alianzas permiten recurrir a profesionales de Colombia, Chile, Argentina, Perú, Australia u otras jurisdicciones. “El intercambio de conocimiento es gigante”, resume.

Estas experiencias también permiten comparar los requisitos de formación y licenciamiento de la ingeniería y la agrimensura, conocer nuevas tecnologías y examinar posibles soluciones para problemas locales. Entre los ejemplos que menciona se encuentran métodos de construcción de vivienda mediante impresión tridimensional, tecnologías para localizar infraestructura soterrada y experiencias internacionales en ingeniería sísmica.

No se trata únicamente de lo que Puerto Rico recibe. Profesionales puertorriqueños también han sido invitados a ofrecer conferencias y compartir su conocimiento técnico en otros países.

“HACÍA FALTA CARIÑO”

La renovación institucional también tuvo una expresión física.

Durante la presidencia de Fournier se realizaron mejoras en la sede del Colegio y en varias casas capitulares. Se modernizaron salones, se instalaron pantallas interactivas, se mejoraron sistemas de iluminación y se renovó la apariencia del edificio.

“Hacía falta cariño a la institución”, dice.

La frase resume su justificación para inversiones que también se extendieron a instalaciones como la Casa Capítular de Guayama, donde, según relata, hacía décadas que no se realizaba una mejora sustancial. Para Fournier, las propiedades del Colegio deben reflejar la calidad de las profesiones que representan y servir como espacios funcionales para la educación, las actividades y la convivencia entre colegiados.

Quedaron, sin embargo, proyectos en proceso. Entre ellos, la actualización del Manual de Práctica Profesional y Guías de Compensación, cuya versión vigente data de 2006. La transformación de las profesiones, las nuevas disciplinas y los avances tecnológicos hacen necesaria una revisión profunda que probablemente se extenderá durante la próxima presidencia.

Fournier lo acepta como parte de la continuidad institucional: algunas iniciativas se completan durante un término; otras requieren que quienes llegan después recojan el



esfuerzo y lo lleven hasta el final.

EL COSTO DEL SERVICIO

Al preguntársele qué recuerda con mayor satisfacción, Fournier no comienza enumerando proyectos. Habla de las amistades, la integración de la Junta de Gobierno, el Comité Ejecutivo y el apoyo recibido de otros colegiados. Pero tampoco idealiza la experiencia.

Presidir una organización profesional mientras dirige su propia empresa le exigió sostener, en la práctica, dos trabajos. Restó tiempo a su familia, a sus amistades, a su negocio y a su salud. Hubo noches prolongadas, decisiones difíciles y una carga cotidiana mucho mayor de la que había imaginado.

“No ha estado nada fácil”, admite.

Por momentos, la emoción interrumpe la conversación. Se le salen las lágrimas. El presidente que habla con fluidez sobre permisos, energía, tecnología o matrícula tiene más dificultad para definir su legado. Finalmente, lo reduce a unas pocas palabras: trabajo, compromiso con la institución y compromiso con la agrimensura.

El sacrificio fue considerable. Aun así, cuando se le pregunta si valió la pena, no duda en responder que sí.

Tal vez allí se encuentre la síntesis de su presidencia. Más que completar una lista de proyectos, Fournier quiso demostrar que el Colegio todavía podía convocar, renovarse y representar con orgullo a sus profesionales. Al concluir su término, deja una institución con asuntos pendientes, pero también con más jóvenes en sus actividades, una matrícula nuevamente en crecimiento y una voz que busca hacerse escuchar.

La aspiración con la que comenzó permanece intacta: que cada profesional pueda decir, con sentido de pertenencia, “soy ingeniero, soy agrimensor, soy colegiado y me siento orgulloso del Colegio”.

CIAPR TRAZA NUEVA RUTA ESTRATÉGICA HACIA 2030

Por Liz Arelis Cruz Maisonave

Con la mirilla puesta en la sostenibilidad institucional, el relevo generacional y la ejecución medible de prioridades, el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR) trabaja en su Plan Estratégico 2026–2030, hoja de ruta que transforma las lecciones del plan anterior en acciones concretas para fortalecer la profesión y ampliar el alcance del Colegio.

El plan orbita alrededor de uno de los mayores desafíos: la reducción de su matrícula. En el 2009, el CIAPR contaba con 11,225 colegiados activos, mientras que al 31 de diciembre de 2025 tenía 7,633. Al 11 de junio de 2026, la cifra aumentó a 7,643, una señal inicial de estabilización.

Para el presidente de la Comisión del Plan Estratégico, Ing. Antonio Medina, éste responde a la necesidad de evaluar qué funciona y cómo garantizar continuidad entre administraciones. “Uno tiene que verificar lo que funciona, lo que no funciona y hacer los ajustes”, sostuvo.

A diferencia del plan anterior, que contenía ocho objetivos estratégicos, el plan propuesto tiene seis. La intención, explicó Medina, es simplificar la estructura, eliminar elementos que no aplican de la misma forma y facilitar la implantación. El plan incluye objetivos para fortalecer la propuesta de valor del CIAPR, robustecer la educación continua y las certificaciones profesionales, mejorar la presencia pública del Colegio, modernizar sus plataformas tecnológicas, racionalizar sus propiedades y optimizar su estructura organizacional.

Uno de los componentes del plan es la Iniciativa 8K, dirigida a que la matrícula alcance 8,000 colegiados. El director ejecutivo del CIAPR, Ing. Erasto García, explicó que esa meta se monitorea mensualmente y forma parte de un esfuerzo para retener y reactivar colegiados, y atraer nuevos miembros. Medina añadió que la iniciativa incluye gestiones directas con personas que dejaron vencer su licencia o colegiación, conocer sus circunstancias y promover su regreso.

El reto, sin embargo, comienza antes de la colegiación. La baja aprobación de la reválida incide sobre la matrícula. Entre 2021 y 2025, el porcentaje de aprobación del examen fundamental solo alcanzó el 26%, mientras el 92 % de los revalidados ingresó al Colegio. Por eso, el CIAPR refuerza sus repasos de reválida, coordina con universidades y ofrece incentivos económicos para jóvenes profesionales. García explicó que el énfasis no es reproducir la formación universitaria, sino diseminar conocimiento sobre el examen y proveer estrategias para enfrentarlo.

Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico Plan Estratégico 2026-2031					
Iniciativa	Métrica de Desempeño	2024-27	2027-28	2028-30	Responsables por implementar
2.1 Diseñar una oferta académica actualizada y de valor para los académicos del CIAPR.	Índice de Satisfacción Promedio de Participantes en Educación Continua	4	4	4	Director General y DOPEC
	La escala actual es de 1 al 5. La meta mínima es 4.5.				
	Índice de Pasante (aprobación) de Exámenes de Reválida - Fundamentos Agrimensura	30%	30%	40%	Instituto de Agrimensores, Comisión Especial de Pasante de la JEAPRI y CIAPR, Directora del DOPEC y Comisión de Educación
	Comparar contra promedio histórico				
	Índice de Pasante (aprobación) de Exámenes de Reválida - Fundamentos Ingeniería	30%	40%	50%	Instituto, Comisión Especial de Pasante de la JEAPRI y CIAPR, Directora del DOPEC y Comisión de Educación
3.1 Fortalecer la presencia pública del CIAPR.	Índice de Pasado de Exámenes de Reválida - Profesional Agrimensura	30%	40%	40%	Instituto de Agrimensores, Comisión Especial de Pasante de la JEAPRI y CIAPR, Directora del DOPEC y Comisión de Educación
	Comparar contra promedio histórico				
	Índice de Pasado de Exámenes de Reválida - Profesional Ingeniería	30%	40%	50%	Instituto, Comisión Especial de Pasante de la JEAPRI y CIAPR, Directora del DOPEC y Comisión de Educación
	Comparar contra promedio histórico				
	Índice de Satisfacción Promedio de Participantes en Educación Continua	4	4	4	Directora del DOPEC y Comisión de Educación
	La escala actual es de 1 al 5. La meta mínima es 4.5.				

Esa apuesta por las nuevas generaciones incluye becas, reembolsos, actividades con estudiantes, subvención para eventos técnicos y acercar el Colegio a los universitarios. Para García, el valor del CIAPR no es sólo económico; también reside en acceso a redes profesionales, seminarios, mentoría informal y exposición a tecnologías emergentes.

El éxito del plan, no obstante, dependerá menos de su redacción que de su ejecución. “El problema siempre ha sido ejecución”, afirmó Medina sobre lo que considera un reto histórico. Por ello, el plan incorpora métricas e incluirá orientaciones a capítulos e institutos.

Así, más que un ejercicio administrativo, el Plan Estratégico 2026–2030 se perfila como una prueba de capacidad institucional: sostener la matrícula, formar nuevos profesionales, modernizar servicios y convertir al CIAPR en una plataforma cada vez más útil para sus miembros y el país.

PRIMER ROUND

MAGIC
RADIO 97.3 FM / 99.5 FM



5:43AM - 9:14AM

SESENTA AÑOS FORMANDO LA INGENIERÍA Y LA AGRIMENSURA QUE CONSTRUYEN EL FUTURO DE PUERTO RICO

Por: Dr. Carlos González
Vicepresidente para la Innovación en Asuntos Académicos
y Decano de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas

Este año, la Universidad Politécnica de Puerto Rico conmemora seis décadas de compromiso con la excelencia académica, la innovación y la formación de los profesionales que han contribuido al desarrollo de la infraestructura, la industria, la tecnología y la calidad de vida de Puerto Rico. Más que celebrar un aniversario institucional, celebramos el impacto de miles de ingenieros, agrimensores, arquitectos, empresarios e investigadores que, desde su ejercicio profesional, han sido protagonistas de la transformación del país.

Desde su fundación en 1966, la Universidad Politécnica ha mantenido una visión clara: formar profesionales capaces de responder a los desafíos presentes y anticipar las necesidades del futuro. Ese compromiso ha permitido consolidar una oferta académica reconocida por su rigor, pertinencia y estrecha vinculación con la práctica profesional, apoyada por una facultad integrada por expertos, investigadores y profesionales activos en sus respectivas disciplinas. Como la primera universidad privada en establecer una Escuela de Ingeniería en Puerto Rico y la institución privada con el mayor número de programas de ingeniería acreditados por ABET, la Universidad ha contribuido de manera significativa al fortalecimiento del talento técnico que impulsa sectores esenciales como la infraestructura, la energía, las telecomunicaciones, la manufactura, la construcción, la tecnología y la sostenibilidad.

La Agrimensura, profesión inseparable del desarrollo de la ingeniería y la planificación territorial, también ocupa un lugar fundamental dentro de nuestra historia institucional. Los agrimensores formados en la Universidad Politécnica han participado en proyectos de infraestructura, reconstrucción, planificación urbana, desarrollo de comunidades, sistemas de información geoespacial y protección de los derechos de propiedad, aportando precisión técnica y seguridad jurídica a innumerables iniciativas públicas y privadas. En un momento en que Puerto Rico enfrenta importantes retos de reconstrucción, resiliencia y planificación sostenible, la labor del agrimensor adquiere una relevancia estratégica para el desarrollo del país.

La evolución de nuestra oferta académica también refleja la transformación de la profesión. La incorporación de programas en ingeniería ambiental, ingeniería biomédica, arquitectura paisajista, así como el primer y único Doctorado en Ingeniería y Ciencias Aplicadas de Puerto Rico, demuestra el compromiso institucional con la investigación aplicada, la innovación y la generación de soluciones para los grandes desafíos de nuestra sociedad.



Durante estos 60 años, la Universidad Politécnica ha formado más de **20,000 profesionales**, entre ellos sobre **12,500 ingenieros, 600 agrimensores, 800 arquitectos, 1,200 empresarios y aproximadamente 5,000 graduados de maestría y doctorado**. Muchos de ellos lideran hoy proyectos de infraestructura crítica, reconstrucción, energía, manufactura avanzada, tecnología, consultoría, planificación y desarrollo económico, tanto en Puerto Rico como en distintos países alrededor del mundo.

El ejercicio de la ingeniería y la agrimensura enfrenta hoy una nueva transformación impulsada por la digitalización, la inteligencia artificial, la automatización, el análisis de datos, la resiliencia climática y la sostenibilidad. Estos retos exigen profesionales con una preparación interdisciplinaria, dominio tecnológico y capacidad para innovar en entornos cada vez más complejos.

Consciente de esta realidad, la Universidad Politécnica continúa fortaleciendo su oferta académica mediante nuevas certificaciones profesionales, microcredenciales, educación continua, alianzas con la industria y programas de investigación aplicada que permitan a los profesionales mantenerse a la vanguardia de los cambios tecnológicos y regulatorios que redefinen nuestras profesiones.

En este contexto, la relación entre la Universidad Politécnica y el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico representa una alianza estratégica para el desarrollo del país. La colaboración entre la academia y el gremio profesional fortalece la formación continua, impulsa la innovación, promueve la investigación y contribuye a preparar una nueva generación de profesionales comprometidos con la excelencia, la ética y el servicio a Puerto Rico.

Celebrar sesenta años no significa únicamente mirar hacia nuestra historia. Significa renovar el compromiso de continuar formando ingenieros y agrimensores capaces de liderar la reconstrucción, impulsar la innovación, fortalecer la competitividad y construir un Puerto Rico más resiliente, sostenible y preparado para enfrentar los desafíos del futuro.

Porque construir el futuro requiere conocimiento, innovación y liderazgo. Durante seis décadas, ese ha sido el compromiso de la Universidad Politécnica de Puerto Rico; un compromiso que continuará guiando la formación de los profesionales que seguirán transformando nuestro país y dejando su huella en el mundo.



LA IMPORTANCIA DE LOS CORALES DE ARRECIFE Y LA EROSIÓN COSTERA

Por: Raúl Camilo Torres

El aumento en el nivel del mar en Puerto Rico en los pasados 25 años fue de 12 centímetros y se estima que para el 2050 alcance un máximo de 1.38 pulgadas, perjudicando irreversiblemente más de 50 comunidades cercanas a las costas con un estimado de 2 millones de estructuras en riesgo directo, muchas de éstas, esenciales para la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, carreteras, plantas generatrices, aeropuertos y turismo.

Esta situación está relacionada directamente al aumento de temperatura ambiental según el Comité de Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas, al señalar recientes modificaciones abruptas en las corrientes marinas y con ello la regulación de temperatura, entrada de nutrientes esenciales para sostener la vida costera, en especial para los arrecifes de corales que sirven de barrera natural contra las marejadas.

“Esa es una infraestructura básica que desase la fuerza de esas marejadas que erosionan la costa. La preservación de esa primera línea de defensa debe ser considerada vital para detener, en algo, la subida del mar y las consecuencias que ello acarrea”, informó la bióloga marina Sandra Schleier, quien labora en el programa de protección de corales del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.

Cuando se habla de infraestructura, son pocos quienes la relacionan con la propia naturaleza y se basan exclusivamente en las obras creadas o dotaciones artificiales que sostienen una sociedad en funcionamiento. “Muchas personas no consideran que la salud costera de cualquier país comienza desde sus profundidades y otros elementos naturales que existen y sirven como barrera contra las marejadas de temporada o hasta fenómenos atmosféricos.

Hay que trabajar en romper esos esquemas y mirar más allá y comprender que la preservación del entorno costero es vital cuando se habla sobre sostenibilidad futura de nuestras costas”, señaló Schleier.



Estudios recientes indican que una de cada cinco playas en la zona norte de Puerto Rico está impactada por la subida del nivel del mar. Algunas de las zonas más afectadas por esta situación incluyen el Barrio Islote de Arecibo y Ocean Park en San Juan, donde se han perdido hasta 4 metros de playa y se han visto afectadas calles y edificaciones. En el noreste, los cayos del municipio de Fajardo también han sufrido erosión significativa o hasta su desaparición. Comunidades como Loíza, Luquillo y Vega Baja enfrentan un retroceso acelerado de la línea costera, con impactos directos sobre viviendas y carreteras.

“De no existir la barrera de coral que hay frente a Isla Verde en San Juan, la marejada ciclónica que produjo el huracán María, hubiese llegado hasta la Avenida Bal-

dorioty de Castro. Es muy serio este asunto. Además de los corales y las formaciones rocosas submarinas que debilitan estas marejadas, debemos considerar también la preservación de los mangles, dunas y la flora natural de las costas, que en

conjunto, son imprescindibles para evitar la erosión que ya nos afecta y lo que se prevee sucederá con el aumento del mar debido al calentamiento global”, expresó por su parte el ingeniero Carl Soderberg, exdirector Ambiental de la EPA para Puerto Rico y actual miembro del Comité de Cambio Climático para Puerto Rico.

“Lamentablemente la contaminación, el aumento de la temperatura del agua, malas prácticas de navegación, encallamientos y anclajes han deteriorado grandemente la salud de los corales de la isla. Se está trabajando en ello de múltiples formas y se necesita más educación para que se logre una restauración favorable que fortalezca esa defensa”, expresó por su parte Schleier.



Para sustentar esta afirmación, la bióloga, detalló una serie de proyectos de restauración de corales que se desarrollan en varios puntos de la isla con el fin de propagar una diversidad de corales que resistan estas condiciones y propicien la adaptación en un ambiente cada vez más hostil.

“El trabajo se está haciendo con un grupo de científicos que laboran en la propagación de estos corales y al momento está dando resultado. Se usan técnicas que combinan el desarrollo de infraestructura artificial que sirva de sustrato para estas especies de corales que estamos ‘sembrando’ en nuestras costas. Pero como es un trabajo para el futuro, debido a la lentitud en el crecimiento de estos individuos, es ahora que corresponde educar para la conservación de lo que existe y de lo que se está haciendo”, enfatizó la científica.

La erosión costera en Puerto Rico es un desafío complejo que combina factores naturales y antropogénicos. La combinación de cambio climático, huracanes y aumento del nivel del mar requiere un enfoque integral que incluya protección estructural, adaptación comunitaria y planificación gubernamental para reducir riesgos y preservar tanto la infraestructura como los ecosistemas costeros.



EDUCACIÓN CONTINUA: APRENDER PARA EJERCER CON EXCELENCIA

Por: Rosalina Marrero-Rodríguez

Los seminarios de educación continua que ofrece el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico están diseñados para que los colegiados actualicen sus conocimientos, fortalezcan sus competencias y cumplan con los requisitos para ejercer la profesión con responsabilidad.

La ingeniería y la agrimensura son profesiones en constante evolución. Nuevas herramientas tecnológicas, cambios en la reglamentación y retos cada vez más complejos exigen la actualización de los conocimientos a lo largo de la vida profesional. Por ello, el Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (CIAPR) ofrece un amplio programa de seminarios que, además de contribuir al cumplimiento de las horas requeridas para la vigencia de las licencias, aporta al ejercicio responsable de la profesión y al compromiso con el bienestar general.

La oferta educativa es dinámica. Semanalmente, el departamento de educación continua actualiza el calendario de cursos y seminarios a través de la oferta educativa que reciben de los institutos y capítulos del CIAPR. Esta información se coloca disponible en el portal (<https://www.ciapr.org/>), de acuerdo con los avances técnicos en las distintas especialidades y las necesidades que presenta el país. Así, tanto colegiados como no-colegiados, pueden fortalecer sus conocimientos, ampliar sus competencias y mantenerse actualizados en entornos profesionales cada vez más exigen-



Gloria Torres, directora de DDPEC; Abigail Meléndez, servicios al colegiado; Nilda Robles, secretaria DDPEC; Yoalma Alejandro, coordinadora de actividades educativas; Millie Pérez, supervisora DDPEC

tes. El CIAPR no se queda atrás y mantiene en sus ofrecimientos el tema de la inteligencia artificial y su aplicación en las diversas prácticas profesionales, reflejo del interés de la institución por mantener una oferta educativa atractiva y alineada con las tendencias.

Actualmente los ingenieros y agrimensores deben cumplir con 50 horas contacto para mantener activas sus licencias, según establece el reglamento de la Junta Examinadora de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico (JEIAPR). Este término de horas aumenta gradualmente en ciclos de cinco años hasta un tope de 75, entre técnicas y generales.

“Nuestro norte es capacitar a la matrícula de ingenieros y agrimensores, pero los cursos pueden ser aplicables al público general que le interese la temática”, indicó Gloria M. Torres Maldonado, directora del Departamento de Desarrollo Profesional de Educación Continua. Los estudiantes en su último año de estudios, según dijo, igualmente se benefician de los ofrecimientos para poder cumplir con las prácticas profesionales, así como aquellos colegiados que emigraron hacia Estados Unidos, pero mantienen alguna actividad profesional en Puerto Rico.

Estos casos pueden completar sus horas contacto a través del Capítulo del CIAPR en el estado de Florida, a través de la oferta de cursos virtuales o en organizaciones debidamente reconocidas, cuyos certificados pueden ser evaluados y convalidados por el Colegio para cumplir con la educación continua.

La flexibilidad es otro de los atributos de la oferta educativa. Como resultado de la pandemia, se sumó la modalidad virtual como alternativa a la presencial, facilitando el acceso a los miembros de la matrícula residentes en pueblos distantes de San Juan o fuera del país. Comenzando el 2026, se integró la alternativa de CIAPR On Demand, plataforma de cursos virtuales que ofrece al participante el beneficio de tomar sus seminarios de forma flexible dentro de un periodo de 21 días. Al momento encontrará varios temas, como energía nuclear, energía renovable, inteligencia artificial y ética profesional. Esta alternativa se irá nutriendo de temas de interés para nuestra matrícula profesional.

Para algunos, la educación continua es sólo un requisito para renovar las licencias, pero para otros representa una oportunidad de enriquecer sus conocimientos en técnicas emergentes, obtener nuevas certificaciones e, inclusive, para tener un encuentro con sus colegas. Ese intercambio también enriquece el programa de desarrollo profesional, pues se consideran las evaluaciones de los asistentes para identificar aquellos temas que les interesan y actualizar el currículo alineado con las exigencias modernas de las profesiones.

Tanto la ingeniería como la agrimensura son profesiones que tienen un impacto directo con la infraestructura, seguridad y bienestar colectivo, por lo que mantenerse educado con las nuevas técnicas y reglas, va más allá de cumplir con lo establecido por ley. Se trata de una inversión en pro de la excelencia profesional y una garantía de que la ingeniería y agrimensura continuarán brindando aportaciones confiables y sostenibles para el bien de Puerto Rico.

THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO ENHANCE CONSTRUCTION ENGINEERING IN THE FEDERAL GOVERNMENT

Kenny Cruz Hernández
Master of Engineering in Civil Engineering Advisor: Dr. Víctor Uribe
Polytechnic University of Puerto Rico Graduate Project EXPO, October 2025

Abstract - This article chronicles an investigation into the practical application of Artificial Intelligence (AI) within the administrative framework of a federal construction engineering entity. The project was initially conceived with ambitious objectives to leverage AI for a wide range of functions, including administrative assistance, project scheduling, and proposal analysis, with the aim of addressing a noted research gap at the intersection of AI in construction and government. To test this potential, the CAMO GPT platform, an AI tool operating on the secure NIPR Network, or Non-classified Internet Protocol Router Network (a private network used by the U.S. Department of Defense (DoD) to exchange unclassified information, such as emails and documents, and to provide access to the public internet), was assessed. The findings revealed a significant disparity between technology’s potential and its current capabilities. While the platform excelled at text-based administrative tasks, such as information retrieval and redaction, it demonstrated critical limitations in data manipulation and analysis, failing to meet the project’s original objectives for scheduling and quantitative analysis. This article synthesizes the initial proposal, a literature review, and the practical assessment to provide a realistic framework for AI integration, highlighting its current utility as a specialized assistant rather than a comprehensive project management tool.

Key Terms — Artificial Intelligence, Construction Engineering, Data Analysis, Federal Government.

INTRODUCTION

The integration of Artificial Intelligence (AI) holds transformative potential for the construction industry, promising to alleviate administrative burdens and optimize project inefficiencies. The literature confirms that AI is widely applied in the private construction sector to enhance

scheduling and management [1], while in public administration, it is used to boost operational efficiency. However, a distinct research gap exists regarding the specific application of AI within the unique administrative and regulatory framework of a federal construction engineering entity. This project was designed to address that gap. The initial proposal outlined a broad vision: to investigate AI as a multi-faceted tool capable of acting as an administrative assistant, optimizing project scheduling, analyzing construction proposals, and automating internal government processes. The goal was to develop a comprehensive framework for integrating AI into the workflow of a government entity, such as the US Army Corps of Engineers. This article details the journey from that initial intent to the practical, hands-on assessment of the CAMO GPT platform, presenting the findings and analyzing the significant gap between technology’s theoretical promise and its current, real-world capabilities.

CONTEXT FROM THE LITERATURE REVIEW

A review of existing research established the foundation for this project. In the construction industry, AI applications are mature, enhancing nearly all project phases by improving accuracy, automating tasks, and providing predictive insights to mitigate risks. Pan, Han & Zhang explained: “A broad overview of the field shows that AI is being applied across nearly all aspects of construction, from the initial design phase to final project management” [2].

Specifically, machine learning has proven effective for forecasting project events and creating more resilient schedules by analyzing variables like weather and supply chain disruptions. Wang, Ma & Li discussed this: “A systematic review of machine learning for project schedule management highlights its potential to create more accurate and resilient project timelines” [3].

Simultaneously, the adoption of AI within the U.S. federal government is accelerating. A Government Accountability Office (GAO) report notes that agencies have significantly increased their use of AI for tasks such as improving communication and tracking programs: “Many uses focus on mission-enabling functions, and nearly half of all reported AI uses are developed in-house by the agencies themselves” [4]. The potential for AI to automate routine administrative tasks, such as document processing and drafting communications, is a recurring theme that aligns with this project’s goal of utilizing AI as an administrative assistant.

This established potential in two separate domains—construction and public administration—formed the basis of our research question. The literature shows that private industry leverages AI for complex analytical tasks, such as creating resilient project timelines by analyzing variables like weather and supply chain disruptions [3]. In contrast, government adoption often focuses on mission-enabling functions that enhance administrative efficiency, like using Robotic Process Automation (RPA) as a “tireless assistant” for repetitive contracting tasks or drafting routine communications [5].

The challenge, therefore, lies in synthesizing these two approaches. While the principles from the private sector are applicable, federal agencies operate under unique regulatory, procurement, and bureaucratic constraints that demand a more nuanced implementation. My review confirmed a clear gap in research that specifically addresses the implementation of AI within the administrative and project management framework of a federal construction engineering entity [6]. Thus, the core research question emerged: how can the advanced predictive capabilities proven in private construction

be adapted and integrated into the administrative workflows of a federal engineering entity, ensuring compliance and addressing the unique operational environment of public service?

METHODOLOGY AND ASSESSMENT OF FINDINGS

The project employed a mixed-methods approach, beginning with the literature review and a needs assessment, followed by the practical application and testing of a selected AI tool. The CAMO GPT platform, a generative AI operating within a secure government network, was chosen for simulation. Its performance was measured against the core objectives outlined in the initial project proposal.

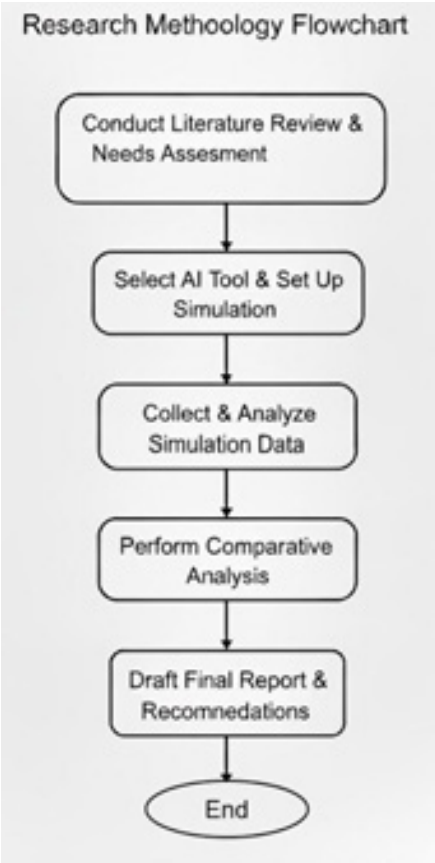


Figure 1 Methodology Flowchart

Methodology Description

Phase 1: Foundation and Planning - This initial phase focused on establishing the theoretical and operational context for the research. A comprehensive literature review was conducted to analyze existing research on AI in both the construction industry and public sector environments. Concurrently, a needs assessment of the US Army Corps of Engineers, Contract Administration Branch, was performed to understand current workflows and identify specific administrative bottlenecks that AI could potentially address.

Phase 2: Practical Application and Testing - The second phase involved hands-on testing of AI technology. The CAMO GPT platform was selected as the test tool, and simulated scenarios were created to evaluate its effectiveness against the project’s objectives, such as document searching and data analysis. During these simulations, both quantitative data (e.g., time saved on tasks) and qualitative data (e.g., user experience feedback) were collected to provide a holistic view of the platform’s performance.

Phase 3: Synthesis and Analysis - In the final phase, the collected data were analyzed to draw meaningful conclusions. A comparative analysis was conducted to evaluate the efficiency and accuracy of AI-enhanced methods in comparison to traditional, manual processes, thereby quantifying the benefits and identifying critical limitations.

The results were then synthesized into a final report that summarized the findings and formulated a set of actionable recommendations for implementing AI within the context of federal construction engineering.

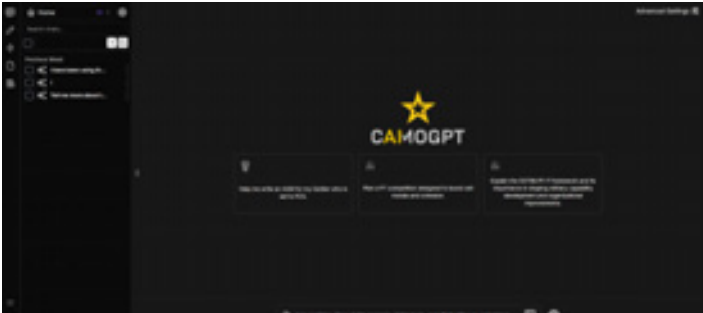


Figure 2 CAMOGPT Homepage

Assessment of Data Analysis and Scheduling

A primary objective was to evaluate AI for optimizing project scheduling and risk management using CAMO. This required robust data analysis capabilities. However, the assessment revealed significant limitations:

- Spreadsheet Manipulation: Attempts to use the platform’s “Panda AI” tool to modify spreadsheet data were unsuccessful. The system could not edit the data, a critical failure for any analytical task.
- Data Comparison and Summarization: The system failed to identify repeated scenarios within a dataset and was unable to summarize the differences between spreadsheets.

At the same time, the platform represents a complex challenge when uploading the files to work or analyze, given the fact that the review process, for security reasons, delays the availability of files, see Figure 3.



Figure 3 File Upload Screen

ASSESSMENT OF ADMINISTRATIVE FUNCTIONS

The proposal also aimed to use AI as an administrative assistant and proposal analysis. Here, the results were more positive but still nuanced.

- Search Functionality: The platform performed exceptionally well as a search tool, quickly retrieving specific information from large documents. This is a clear benefit for administrative efficiency.
- Redaction Capabilities: The tool is capable of redacting sensitive information from memoranda, a valuable feature for maintaining security protocols.

While CAMO GPT proved useful for specific administrative support tasks, its analytical deficiencies prevent it from being used for the deeper task of analyzing construction proposals for compliance or risk, as initially hoped.

ANALYSIS: RECONCILING EXPECTATIONS WITH REALITY

The results of this study highlight a crucial gap between the broad potential of AI described in the literature and the functional reality of a specific tool available within a secure government environment. The literature suggests that mature AI can handle complex scheduling and analytics, an expectation that drove our initial project objectives. Our findings indicate that CAMO GPT has not yet achieved this level of capability, particularly in its core data-handling functions.

However, the platform’s success in text-based tasks aligns perfectly with the documented use of AI in public administration for streamlining workflows and automating routine communications. The tool is not the all-encompassing project management solution we first set out to investigate, but it is a highly effective administrative assistant for specific, language-oriented tasks. This practical finding addresses the research gap by defining a realistic, immediately applicable role for this class of AI in a federal construction context.

PRACTICAL USE CASES AND RECOMMENDATIONS

Given the disparity between the initial goals and the tested capabilities, the primary outcome of this project shifted from designing a broad integration framework to defining a set of targeted, practical applications and recommendations. Validated Use Cases

While the initial assessment revealed limitations in quantitative analysis, the CAMO GPT platform proved to be a

powerful tool for language-based administrative tasks. The following use cases leverage its demonstrated strengths to improve workflow efficiency and security compliance:

- Rapid Information Retrieval: In federal construction engineering, projects are governed by vast quantities of documentation, including multi-volume contracts, technical specifications, engineering regulations (ERs), and procedural manuals. Manually searching these dense documents for a specific clause, material specification, or procedural guideline is a time-consuming and often frustrating task.
- CAMO GPT excels as a high-speed search engine for this exact purpose. An engineer can upload a 500-page contract and, instead of manually scanning the table of contents or using basic keyword searches, simply ask the platform a direct question like, “What are the specified curing times for concrete in Section 03 30 00?” or “Locate the clause pertaining to differing site conditions.” The platform can parse the document and provide the exact relevant text in seconds. This capability offers a significant reduction in research time, enabling personnel to quickly access the necessary guidance for project planning and execution.
- Memorandum & Correspondence Redaction: Handling sensitive information is a daily reality in the federal government. Project documents, memoranda, and official correspondence often contain information classified up to Controlled Unclassified Information (CUI), such as cost data, contractor proprietary information, or internal deliberations. Before sharing these documents with external partners or distributing them more widely, this sensitive information must be properly redacted to comply with security protocols.
- CAMO GPT demonstrated high proficiency in this redaction process. A user can upload a memorandum and instruct the tool to remove all names, budget figures, or specific project identifiers. The tool automates what would otherwise be a meticulous manual process, streamlining document preparation and significantly reducing the risk of accidental information leaks. This is a valuable function for maintaining compliance and protecting project information.
- Initial Draft Generation: While CAMO GPT is not a replacement for the expertise of an engineer or project manager, it can serve as an effective tool for overcoming the initial hurdle of routine writing tasks. Generating first drafts of progress updates, informational memos, or responses to routine inquiries can be automated, providing a solid foundation that can then be refined.
- For example, an engineer could provide the AI with bullet points summarizing the week’s progress and in-

struct it to “Generate a draft of a weekly progress report in a professional tone.” The crucial caveat, as identified in the research, is that all AI-generated output must be thoroughly reviewed and validated by qualified personnel. The AI may not grasp the full context or nuance required. However, by handling the initial composition, it frees up government employees to focus on the more strategic and technical aspects of their work, ensuring the final product is both accurate and well-written.

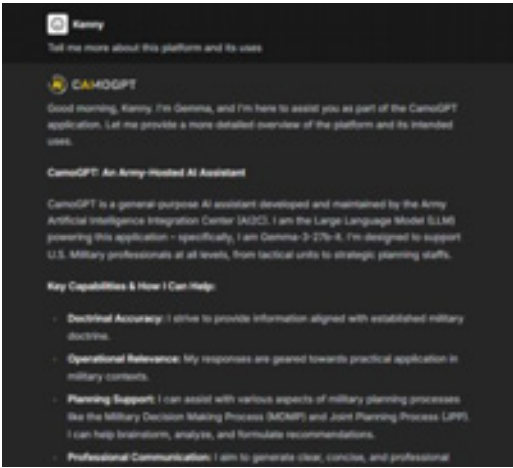


Figure 4 CAMOGPT Uses

RECOMMENDATIONS AND CONCLUSION

For the platform’s developers, development efforts should prioritize enhancing spreadsheet functionality. This is the most critical area for improvement needed to unlock the broader potential envisioned in our proposal and the literature.

For users within federal agencies, it is crucial to focus on information-centric tasks where the tool has proven strengths and to integrate it as a supplemental tool, not a replacement for existing analytical processes. We initiated this research with a proposal to investigate how AI can transform federal construction engineering. Our practical assessment of CAMO GPT provided a clear answer: in its current form, it is not a transformative analytical engine, but it is a valuable tool for enhancing administrative efficiency. This study successfully bridges the gap between theoretical potential and applied reality, offering an actionable path for leveraging AI in the federal government today. According to communications issued by USACE, a version of Microsoft Copilot is expected to be released this fall. Based on the following table and the results of this research, it should be considered the primary AI tool for federal agencies going forward.

Table 1
CAMOGPT vs Microsoft Copilot

Feature	CamoGPT	Microsoft Copilot
Hosting & Security	Hosted on a dedicated NIPR Network. Processes data up to CUI.	Typically cloud-based (Azure). Security posture dependent on Microsoft's environment and user configuration.
Internet Access	No internet access. Relies solely on pre-trained data (as of Fall 2024).	Has internet access. Can retrieve and process real-time information.
Data Privacy	Designed with a focus on data security within a controlled military environment. No user-specific data retention.	Data usage governed by Microsoft's privacy policies. Potential for data logging and usage analysis.
Doctrinal Focus	Specifically designed to provide doctrinally accurate and operationally relevant information for military users.	General-purpose AI assistant; doctrinal accuracy not a primary design goal.
Military Planning Support	Tailored to support military planning processes (MDMP, JPP).	Can assist with general planning tasks, but lacks specific military process integration.
Tool Integration	Includes tools like PandasAI for data analysis.	Integrates with Microsoft 365 suite (Word, Excel, PowerPoint, Teams).
Customization/Finetuning	Open source implementation, not finetuned.	Offers some customization options within the Microsoft ecosystem.
Access and availability	Available to authorized U.S. Military personnel through the Army AI2C.	Widely available through Microsoft subscriptions.
Data Sources	Trained on a broad range of publicly available data, with a knowledge cut-off of Fall 2024.	Leverages a vast and constantly updated knowledge base from the internet.
File Processing	Supports file uploads for Retrieval-Augmented Generation (RAG).	Supports file uploads and processing within the Microsoft 365 environment.
PII Handling	Strictly prohibited from processing PII.	PII handling subject to Microsoft's policies and user controls.

REFERENCES

[1] M. Fischer and J. Kunz, The AI in Construction and Engineering, 2022.

[2] M. Pan, C. Han, and J. Zhang, “A review of artificial intelligence in construction management,” in Journal of Civil Engineering and Management, 2020.

[3] J. Wang, S. Ma, and Z. Li, “Application of machine learning for project schedule management: a systematic review,” in Automation in Construction, 2021.

[4] CIO.GOV. (2024). AI in Action: 5 Essential Findings from the 2024 Federal AI Use Case Inventory [Online]. Available: <https://www.cio.gov/>.

[5] Defense Acquisition University. (n. d.). A Guide to AI for DAF Contracting Officers [Online]. Available: <https://www.dau.edu/>.

[6] Artificial Intelligence: Generative AI Use and Management at Federal Agencies, U.S. Government Accountability Office, Washington, D.C., Rep. GAO-24-106519, 2024.



¡ESTAMOS ACTIVOS!

Suscríbete a nuestro canal de
Whats App y activa tus
notificaciones.

<https://tinyurl.com/CIAPR-WhatsApp>



DESARROLLA TUS DESTREZAS CON NOSOTROS

Modalidad: virtual, presencial e híbrido Certificado y Digital Badge al completar el 80% del curso



PROJECT MANAGEMENT



VALIDATION & REGULATORY COMPLIANCE



QUALITY ANALYSIS & LEAN SIX SIGMA



CONSTRUCTION SKILLS



OCCUPATIONAL SAFETY & EMERGENCY RESPONSE (EX. OSHA)



EMPLOYABILITY SKILLS



INFORMATION TECHNOLOGY & CYBERSECURITY

PROVEEDORES AUTORIZADOS:





ASCEND
Centro de Educación e Innovación Profesional

ascend@pupr.edu  **787.622.8000** ext. 429 / 485 / 470    

INCREASE RELIABILITY: IMPROVE OTC BOILERS CYCLES AT A PHARMACEUTICAL COMPANY

S.E. Suárez de Jesús¹, J. Pérez Barbosa²

Departamento de Ingeniería Industrial y de Gerencia, Universidad Ana G. Méndez
PO Box 3030 Gurabo, Puerto Rico 00778-3030
Correo: 1ssuarez41@email.uagm.edu, 2jperez222@uagm.ed

RESUMEN

Este artículo presenta un enfoque integral de manejo de proyectos aplicado al proyecto “Increase Reliability: Improve OTC Boilers Cycle”, desarrollado en una compañía farmacéutica. El proyecto se enfocó en reducir las desviaciones críticas en el área de utilidades, específicamente en la operación de calderas industriales, que fueron responsables del 69% de las investigaciones de calidad entre 2021 y 2023. Utilizando herramientas estadísticas, análisis de causa raíz y metodologías de mejora continua como Seis Sigma y el enfoque DMAIC (por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, and Control), se logró identificar, analizar y mitigar los factores que limitaban la eficiencia de los ciclos de las calderas. Se implementaron mejoras estratégicas en tratamiento de agua, disponibilidad de materiales, estandarización de cálculos y capacitación del personal. Como resultado, los ciclos aumentaron de 3 a 15, eliminando completamente las desviaciones asociadas al área. Este proyecto evidencia el poder de una gestión de proyectos bien estructurada para generar mejoras operacionales sostenibles.

ABSTRACT

This article presents a comprehensive Project Management perspective applied to the “Increase Reliability: Improve OTC Boilers Cycle” project executed at a Pharmaceutical Company. The initiative targeted a major operational challenge: the high number of deviations in the Utilities area, particularly in the operation of industrial boilers, which were responsible for 69% of the quality investigations conducted between 2021 and 2023. Using statistical tools, root cause analysis, and continuous improvement methodologies such as Six Sigma and the DMAIC approach (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control), the team identified, analyzed, and mitigated the factors that limited the efficiency of the boiler cycles. The intervention increased boiler cycles from 3 to 15, eliminated deviation investigations in the reporting year, and enhanced sustainability and operational efficiency. The project stands as a model of how cross-functional collaboration, rigorous planning, and continuous improvement practices can resolve chronic inefficiencies in industrial systems.

PALABRAS CLAVE: Project Management, DMAIC, Boiler Cycles, Utilities, Pharmaceutical Company

1. INTRODUCTION

In industrial environments, process reliability is essential to meet production demands, ensure regulatory compliance, and maintain energy efficiency. The Pharmaceutical Company, a leading site in consumer healthcare manufacturing, faced persistent challenges in its steam generation process. From 2021 to 2023, 69% of quality investigations in the Engineering Department were related to the Boiler House. These investigations revealed that the average boiler cycle was only 2.72, well below the expected operating benchmark of 7-12 to achieve reliable operation.

Rather than adopting isolated technical solutions, the project team pursued a holistic improvement strategy, guided by project management principles. By defining scope, setting parameters, allocating resources, and monitoring progress, the project was aligned with the Pharmaceutical Company's environmental and operational objectives.

2. PROJECT PLANNING AND INITIATION

The success of the “Increasing Reliability: Improve OTC Boiler Cycles” project was based on a strong planning and initiation phase, in which strategic alignment, stakeholder

involvement, and risk assessment were treated as key elements rather than administrative tasks.

A comprehensive Project Charter was developed in collaboration with the Engineering Department, the Utilities team, and external contractors. This document served not only as a contract of understanding but also as a governance tool to establish the project's scope, objectives, deliverables, risks, assumptions, and constraints. It presented the rationale for action: a chronic underperformance in boiler cycles averaging 2.72, leading to excessive chemical use, increased maintenance, and sustainability risks, as highlighted by the 69% contribution of the Boiler House to utilities-related deviations.

Project Charter	
Project Short Name	Increase Reliability: Improve OTC Boiler Cycle
Project Leader	Shaiel Enid Suárez de Jesús
Academic Advisor	Prof. Jannette Perez Barbosa/ Dr. Ariel Machin Cruz/ Dr. Andres Lorán Burtón
Industry Advisor	Iida Rivera
Team	Victor Cartagena Ortiz (Engineering Director) / Juan Garcia De Thomas (TL/Manager Utilities/ Compliance Sixto Negrón (Utilities Supervisor) / Armando Rivera (Boiler House Operator)
Description	Boiler House improvements to increase the Boilers efficiency
Project Statement	An opportunity has been identified at the boiler house since it has been identified as the major offender for Utilities deviations with a 69% of investigations generated from 2021-2023. If not resolved, it may result in catastrophic failures which may result in serious injuries/ fatalities, significant plant/ facility damage and a major business reputation.
Business Case	Haleon Guyanama has had an increase in investigations where the Engineering Department is the third department with the most deviations. As part of the initiative to reduce investigations, the Utilities area was identified, where 69% of the deviations are related to the Boiler House. Malfunctions or problems related to the boilers could result in problems in product quality, machinery efficiency, and resource supply to the plant in general. Ensuring the efficiency and consistence of the boiler house is essential, not just for product quality but also to uphold the company's competitiveness and reliability.
Within Scope	Internal Boiler House Factors
Not in Scope	External Boiler House Factors

Figure 1. Project Charter

The project objectives were clearly and precisely defined, in line with the pharmaceutical company's strategic imperatives of operational excellence, sustainability, and regulatory compliance. The primary objectives were to:

- Reduce utility deviation incident metrics by 20% per April 2024.
- Increase CHP Boilers cycles from 3 to 7 cycles by 33% per April 2024.

These objectives were designed to be specific, measurable, achievable, relevant, and time-bound (SMART) [1], grounding the project in a performance-based management framework.

In the planning phase, special emphasis was placed on stakeholder analysis and involvement. A SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, and Customers) diagram was developed to map the entire ecosystem of the steam generation process, identifying key stakeholders, including the pharmaceutical company's engineering and operations teams, the chemical treatment partner, external boiler operators, and regulatory compliance teams.

	Process	Product
Engineering (LPT) Department	Engineering Technicians	Gas Consumption (Btu), Oxygen Gas
Engineering Document Combination	Utilities Procedures (SOP)	Energy Consumption
Documentation Area, GWH & In's GWH records	•HRTs for Incinerator	CO2 emissions
Equipment Validation	Boilers	•HRTs executed (filled)
Discussions	Utilities Supervisor	Engineer to Department
Department of Slave HR	Slave Suits	Water Consumption
Control Room's Inspector	Comp. memory (equipment)	Water Treated
U/UA	Rep./Reports (source)	O/P
Empire Gas	Traffic Certification	Water?
Slack 2V	Electricity (Power)	SO2
Hot Water Area	Compressor (LUG)	Mar./Acting Commission
Software Systems	Water	Billings Operations
Carbon Tank	Water without Calcium, Magnesium, Chlorine, Gases	Inventory
Pump in tie	Condensate Water	Refrigerants
Demister	Chemicals	Engineering Document
Malco	Parameters Specifications	Complete
Oil in Storage		Document: Remedial
Malco Engineering Standards		
Robert & Local Regulations		
Process parameters (U/UA)		
Environmental regulations		

Figure 2. SIPOC Diagram

This mapping exercise facilitated the creation of a Communication Plan outlining the cadence, format, and responsibilities for project updates, ensuring that all parties remained informed and aligned throughout the project lifecycle. Regular communication channels were established through weekly progress meetings, monthly executive reviews, and one-on-one working sessions, fostering a culture of transparency and shared accountability.

Target Audience	Communication	Objective	Key Message	Channel/Venue	Responsibility	Frequency
Sixto Negrón	One on One	Project Follow-up	Stick to the plan	Onsite	Actions update	Weekly
Juan Garcia	Teams Meeting	Project Status	Project Update	Virtual/ Onsite	Project Monitoring	Monthly
Idea Rivera	One on One	Project Revision	Plan Revision	Onsite	Project Review and evaluation	Weekly
Victor Cartagena Ortiz	Teams Meeting	Project Information	Financial & Metric Impact Update	Virtual/ Onsite	Inform Site Director	Monthly
Damian Torres	Teams Meeting	Project Information	Financial & Metric Impact Update	Virtual	Financial Monitoring	Monthly
Elia Cruz	Teams Meeting	Project Information	Financial & Metric Impact Update	Virtual	Haleon Guyana Resonance	Monthly

Figure 3. Communication Plan

3. EXECUTION THROUGH DMAIC METHODOLOGY

The project's implementation was structured around the DMAIC methodology, a disciplined problem-solving framework central to Six Sigma and continuous improvement initiatives. The project team tailored each phase of DMAIC (define, measure, analyze, improve, and control) [1] within a robust project management structure that aligned technical problem solving with stakeholder engagement, resource allocation, and risk mitigation.

3.1 Define Phase

In the definition phase, the team focused on framing the problem using statistical data and visual management tools. A Pareto analysis of service-related deviations revealed that 69% of the inquiries generated in the Engineering Department between 2021 and 2023 came from the boiler room, making it the most critical area for intervention.

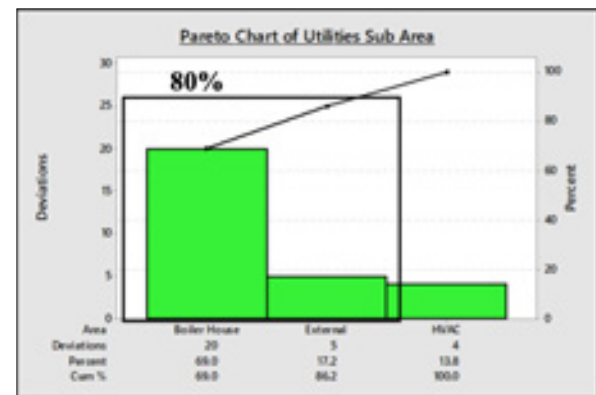


Figure 4. Pareto Chart of Utilities Sub-Areas

This finding, supported by a Time Series Plot Chart of boiler cycles, showed that the average boiler cycle was only 2.72 across all boilers, well below the minimum expected standard of 7-12 to achieve reliable operation. The variability in cycles not only indicated process inefficiency but also exposed the organization to increased chemical consumption, higher CO₂ emissions, and elevated operational risks.

Figure 5. Pareto Chart of Utilities Sub-Areas

The project scope priority diagram was instrumental in aligning stakeholder expectations by categorizing the Combined Heat and Power (CHP) area as the primary target for improvement, given its role as the primary source of steam and electricity. The OTC boiler house was designated as a secondary focus, with improvements to be replicated once stable operation was achieved in the CHP area.

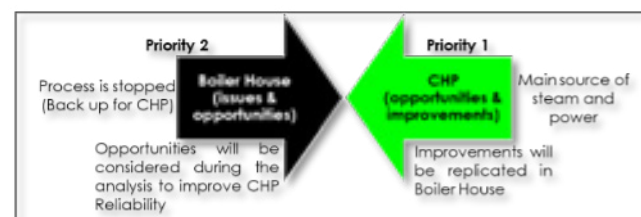


Figure 6. Project Scope Priority Diagram

A complete steam generation Process Map was also developed to visualize the entire system, from well water intake through filtration and carbon softening, preheating in the surge tank, chemical treatment in the deaerator, and final distribution to the plant. This process-mapping exercise was instrumental in identifying key control points where inefficiencies could be propagated, including improper sequencing of the carbon and softener units, the presence of obsolete softening equipment, and a lack of redundancy in water treatment capacity. Boilers rely on LPG fuel, well water, and a combination of power sources (LUMA Energy, CHP, and solar). Water treatment is critical and involves ion exchange, carbon filtration, preheating, and chemical conditioning to prevent scaling and corrosion. Proper treatment ensures efficient steam generation, protects the system, and

reduces maintenance costs [2].

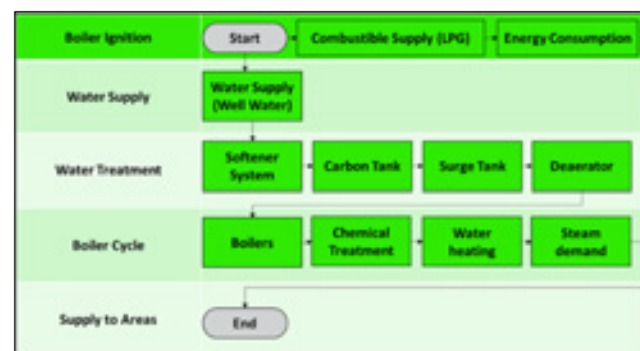


Figure 7. Steam Generation Process Map

3.2 Measure Phase

The measurement phase consisted of rigorous data collection and statistical validation to quantify the problem's magnitude and establish a solid baseline for improvement. A probability plot of the boiler cycle data corroborated the hypothesis of a normal distribution ($p = 0.643 > 0.05$), allowing the use of parametric tests, such as ANOVA and t-tests, for subsequent analyses.

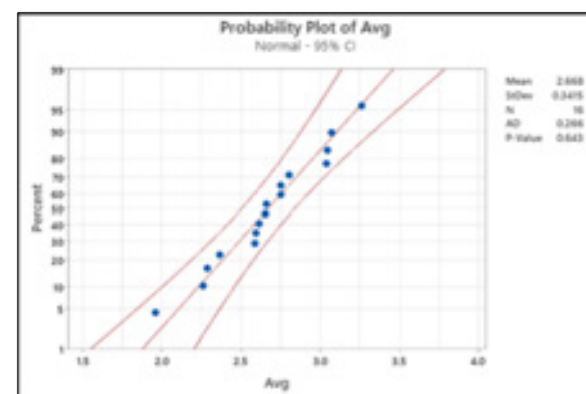


Figure 8. I-MR Control Chart of Boilers Cycle Average

I-MR Control charts revealed that the process mean is stable. Based on the data, 100% of the values are within the control limits. However, they are not in compliance with the process specifications.

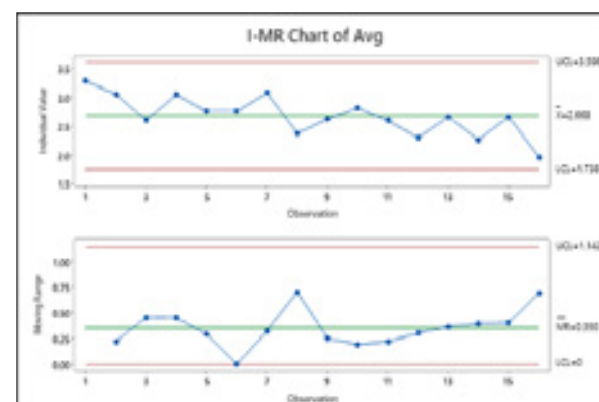


Figure 9. I-MR Control Chart of Boilers Cycle Average

The Six Pack report on process capability was particularly alarming, with a Cpk value of -4.66, indicating that the process was fundamentally unable to meet the required specifications.

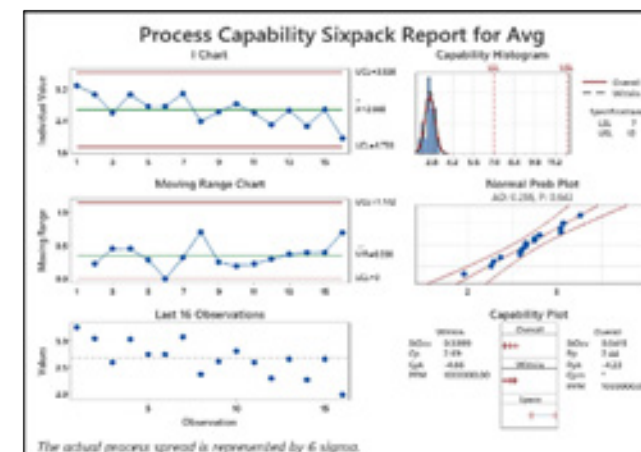


Figure 10. Process Capability Sixpack Report for Boilers Cycle Average

The ANOVA test is a robust statistical technique that determines if there are significant differences in performance between boiler groups [3]. By comparing operating cycle means, it was possible to identify variations that may influence the system's overall effectiveness. The results showed no statistically significant difference in their mean cycle times, confirming that the poor performance was a systemic issue rather than an isolated problem.

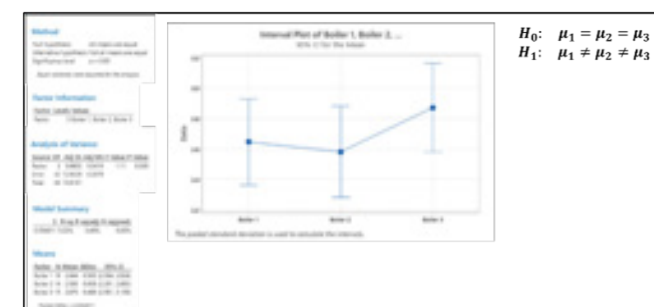


Figure 11. ANOVA Test to compare Boiler 1, 2, and 3

A One-Sample t-Test was conducted to verify the hypothesis that the average of our boiler cycles remains below the critical threshold of 7. This statistical test is essential to confirm that the cycle operations are aligned with established performance and quality standards. After performing the 1-sample t-test, the p-value is less than 0.05, indicating that the null hypothesis is rejected (the mean of the cycles is equal to 7). Therefore, there is sufficient statistical evidence to support the conclusion that the mean boiler cycle is less than 7 (i.e., the alternative hypothesis).

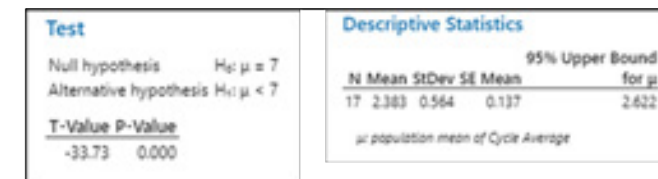


Figure 12. One Sample t-Test for Boiler Cycles

Complementary assessments, such as the 5S program evaluation, revealed serious deficiencies in workplace organization: the boiler room scored 20% and the cogeneration area 24%. These low scores revealed widespread disorganization, a lack of standardization, and inefficiencies in material handling, which directly contributed to longer task times and reduced operator productivity.

	CHP Area			Boiler House		
	Points	Possible Points	5S Total Score	Points	Possible Points	5S Total Score
Sort	0	6	0%	1	6	17%
Set in Order	0	6	0%	2	6	33%
Shine	5	6	83%	1	6	17%
Standardize	1	3	33%	1	3	33%
Sustain	0	4	0%	0	4	0%
TOTAL	6	25	24%	5	25	20%

Figure 13. 5S Program Evaluation

3.3 Analyze Phase

The analysis phase represented a turning point in the project, transforming scattered observations and raw data into a coherent narrative of systemic underperformance. At the core of this phase was the construction of the Ishikawa Diagram, also known as a Fishbone Diagram, which provided a structured visualization of the multiple potential causes contributing to the boiler cycle's underperformance [4]. The team identified eight major subproblems: inadequate water treatment, limited chemical availability, water with excessive mineral content, inconsistent boiler cycle calculation formulas, inadequate units of measure for controlling conductivity, elevated conductivity levels, excessive mineral sediment buildup, and a lack of understanding of operational requirements.

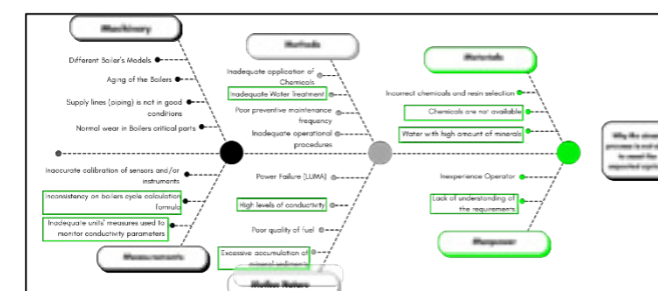


Figure 14. Ishikawa diagram

For each of the 8 sub-problems identified, a 5 Whys was performed:

- **Sub-Problem 1: Inadequate Water Treatment**
Possible Cause: Incorrect Softener Process Design
- **Sub-Problem 2: Chemicals availability**

Possible Cause: No staging area has been established for materials.
Possible Cause: There is only one Power Industrial Truck (PIT) for the utilities area.

- **Sub-Problem 3:** Water with a high amount of minerals
Possible Cause: Only one softener tank is available.
Possible Cause: Equipment consists of an obsolete Softener System.
- **Sub-Problem 4:** Inconsistency in boiler cycle calculation formula.
Possible Cause: There is no standard formula to perform the calculations.
- **Sub-Problem 5:** Inadequate unit measures used to monitor the conductivity of mineral sediments.
Possible Cause: There is no procedure or guideline to measure conductivity.
- **Sub-Problem 6:** High levels of conductivity.
Possible Cause: Outdated and/or obsolete softener system.
- **Sub-Problem 7:** Excessive accumulation of mineral sediments
Possible Cause: No potable water supply connection.
- **Sub-Problem 8:** Lack of understanding of the requirements.
Possible Cause: The CHP operators didn't have access to the Pharmaceuticals Company's platform "My Learning".

The Funnel Diagram for Root Cause Analysis was instrumental in synthesizing these complex interdependencies into four major workstreams: Water Treatment, Boiler Cycle Calculation, Material Availability, and Manpower. This funnel visualization distilled the web of root causes into actionable categories, making it clear where the project team needed to focus resources for maximum impact. The Water Treatment workstream encompassed issues such as outdated equipment, incorrect sequencing of filtration and softening stages, and the lack of a redundant softener tank. The Boiler Cycle Calculation workstream highlighted the need for a unified formula and standard operating procedures, while the Material Availability workstream identified the absence of a dedicated staging area, logistical support (e.g., a PIT), and standardized 5S practices. The Manpower workstream underscored gaps in training, access to learning platforms, and alignment of competencies among internal teams and third-party contractors such as Empire Gas.

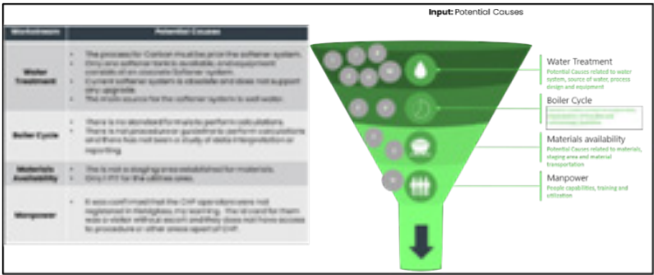


Figure 15. Funnel Diagram of the Sub-Problems

3.4 Improve Phase

The Improve phase of the project marked the critical transition from analysis to action, where strategic insights were translated into concrete solutions through structured project execution. For each workstream, 3 possible solutions were identified.

Workstream	Potential Causes	Analysis	Proposed Solutions
Water Treatment (WT)	The procedure for current model is prior the softener tank. Only one softener tank is available, and equipment consists of an obsolete softener system. Current softener system is obsolete and does not support upgrades. The reason source for the softener system is well water.	WT 1 WT 2 WT 3	1. Change the sequence of the water treatment process 2. Install a new softener system 3. Install a connection to a potable water source
Boiler Cycle (BC)	There is no standard formula to perform calculations. There is no procedure or guideline to perform calculations and report in calculations and there is no standard in study of data interpretation or reporting.	BC 4 BC 5 BC 6	4. Establish a standard formula to perform the cycle calculations. 5. Establish a procedure or guideline to perform the cycle calculations and make the integration of the reports. 6. Stage that to study the historical data.
Materials Availability (MA)	There is not a staging area established for materials. Only 1 PIT for the utilities area.	MA 7 MA 8 MA 9	7. Assign a staging area for CHP utilities materials. 8. Assign a PIT. Assign a fuel car. 9. Implement 5S Program.
Manpower (MP)	It was confirmed that the CHP operators were not registered in the company's learning platform. This is not for CHP, but it is a utility without access and they do not have access to the platform or other access report of CHP.	MP 10 MP 11 MP 12	10. Register CHP operators in the company's learning platform. 11. Create a training matrix for the CHP operators. 12. Provide training to CHP operators with the company's requirements.

Figure 16. Potential Solutions for Potential Causes

Guided by findings from the Analyze phase, the team developed a targeted improvement plan to address the root causes of boiler inefficiency, prioritizing interventions based on impact, feasibility, and alignment with stakeholder expectations.



Figure 17. Prioritization Matrix

Progress was tracked through a detailed Gantt chart and a centralized project dashboard, ensuring that the team remained aligned on timelines, deliverables, and resource allocations.

By the end of the Improve phase, over 58% of the planned actions had been fully implemented, with the remaining initiatives in the final stages of procurement or testing. The

combination of technical upgrades, procedural standardization, logistical enhancements, and workforce development created a synergistic effect, restoring process capability, reducing variability, and enhancing operational resilience. The Improve phase demonstrated the power of disciplined project management in translating complex analyses into practical, high-impact solutions that not only resolved the immediate problem of boiler inefficiency but also strengthened the foundational systems and culture necessary for long-term success.

Workstream	Solutions	Implementation Status
Water Treatment	Change the sequence of the water treatment process Install a new softener system Install a connection to a potable water source	Implemented Implemented In Progress
Boiler Cycle	Establish a standard formula to perform the cycle calculations. Establish a procedure or guideline to perform cycle calculations and integrating the reports. Stage that to study historical data.	Implemented In Progress In Progress
Materials Availability	Assign a staging area for CHP utilities materials. Assign a PIT. Assign a fuel car. Implement 5S Program.	Implemented In Progress In Progress (5S Implementation Started)
Manpower	Register CHP operators in the company's learning platform. Create a training matrix for the CHP operators. Provide training to CHP operators with the company's requirements.	Implemented Implemented Implemented

Figure 18. Proposed Solutions Implementation Status Summary

Alternative	% of Improvement
Water Treatment	66%
Boilers Cycle	33%
Materials Availability	60%
Manpower	100%

Figure 19. Implementation Summary

3.5 Control Phase

An Individual Moving Range (I-MR) Control Chart was developed to visualize the increase in Boiler Cycles. The IMR showed a 214% increase (from 3 to 15 cycles, average). When the softener was installed, the number of cycles increased from 2 to 5. An adjustment and several tests were required to calibrate the system properly. The gap observed from 5 to 15 cycles is due to adaptation to the new system. Samples were taken to obtain a representative sample on which to base a reliable conclusion.

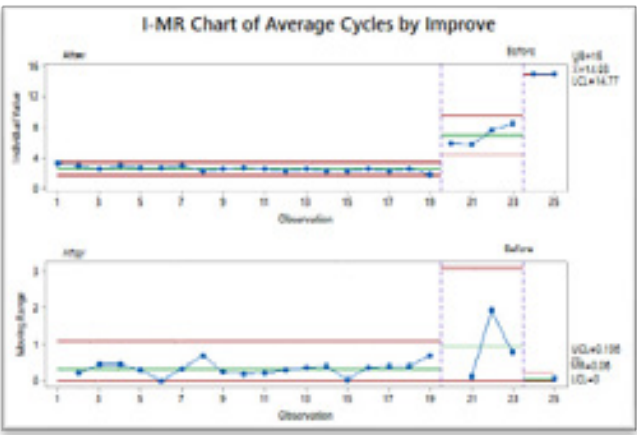


Figure 20. I-MR Control Chart of the Improved Cycles

A hypothesis test was performed to determine whether the boiler cycles increased significantly. Since the p-value was less than 0.05, the null hypothesis was rejected, providing sufficient statistical evidence in support of the alternative hypothesis. These results indicate a statistically significant difference between the mean boiler cycles.

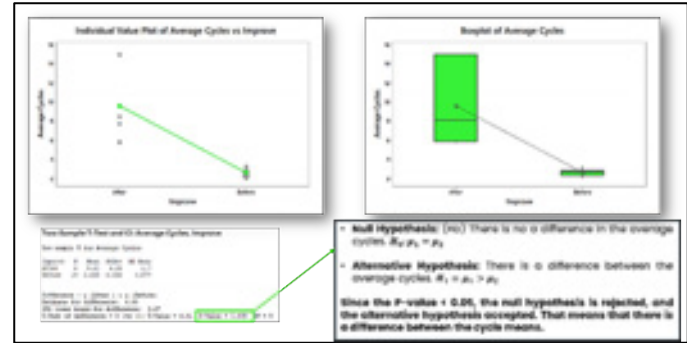


Figure 21. Two-Sample t-Test

By examining Cp, Cpk, Pp, and Ppk, along with data distribution and stability testing, it was determined that the current process has potential for improvement in capability and consistency. Based on the results, the Cp (0.50) shows that the process is not capable. The Cpk index (0.48) indicates that its current capability is poor. Samples are still being taken to obtain a representative sample on which to base a conclusion. Also, continued monitoring of the process is needed to adjust and ensure it becomes stable.

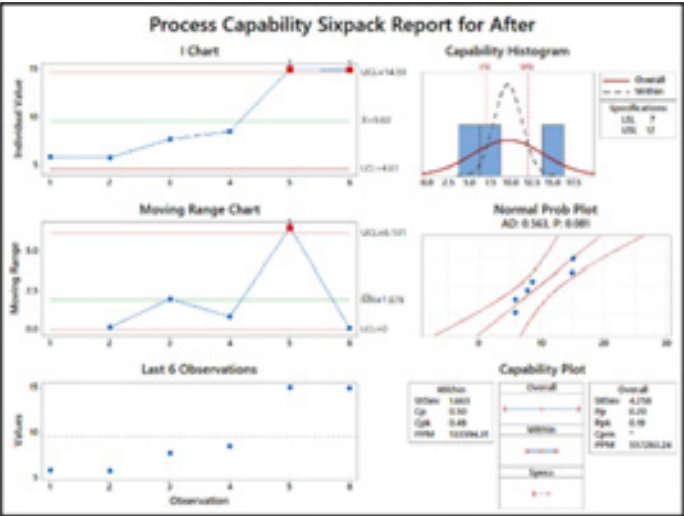


Figure 22. Process Capability Analysis after improvements

4. OUTCOMES AND IMPACT

The project delivered significant, measurable outcomes that validated the effectiveness of a disciplined project management approach in addressing complex operational challenges. The most critical achievement was increasing boiler cycles from an average of 3 to 15, representing a 214% improvement and exceeding the original target of 7 cycles by 114%. This outcome directly reduced chemical consumption by 25%, maintenance costs, and environmental impact through lower water and CO₂ emissions. From a quality perspective, the project eliminated deviation investigations related to the Boiler House, achieving a 100% reduction from the historical average of 32 cases per year.

Beyond these metrics, the project strengthened the organization’s culture of standardized processes, data-driven decisions, and cross-functional collaboration. It also aligned with the Pharmaceutical Company’s sustainability goals, reinforcing the company’s commitment to environmental responsibility. The results exemplify how strategic project management can drive operational excellence, financial value, and long-term resilience in industrial systems.

5. CONCLUSIONS

In wrapping up, the Increase Reliability: Improve OTC Boilers Cycle Capstone Project is more than just a project; it is a vision for a better, more efficient future. The project is not just about looking at numbers and statistics; it addresses real-world challenges that affect the Utilities Department. A thorough analysis was conducted to dig deep into the heart of the Boiler House, identifying the factors that can make or break operations. With this knowledge,

the project is not just fixing problems; it is implementing improvements that will optimize performance and make the boilers work better and smarter. This is not just about keeping the production line running smoothly; it is about creating a more reliable and stable environment for everyone involved. Rather than reacting to issues as they arise, the project proactively addresses them, ensuring the Engineering Department can operate without constant interruptions and that OTC production remains steady. By embracing innovation and advanced technologies, the project is not just reducing costs but also contributing to environmental sustainability by reducing CO₂ emissions. This project is not merely about boosting the plant’s competitiveness; it is about shaping a future where utility management is efficient, sustainable, and, above all, human-centered.

ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to express her deepest gratitude to Prof. Jannette Perez PE, Prof. Andrés Lorán, and Prof. Ariel Machín, academic mentors at Universidad Ana G. Méndez, for their invaluable guidance and support throughout the development of this project. Special thanks to industry mentors Ing. Ida Rivera and Ing. Sixto Negrón for their mentorship, for opening the doors to the company’s Guayama facilities, and for making this Capstone project possible. Sincere appreciation is extended to the Boiler House operators, the Engineering Department staff, and every individual who contributed their efforts, insights, and time to the success of this initiative. Finally, heartfelt thanks to the author’s family for their unwavering support and encouragement throughout this journey.

REFERENCES

[1] Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 7th ed., Project Management Institute, 2021.

[2] Cardozo, S., Sánchez, Y., & D’Armas, H. (2018). Tratamiento de agua para la generación de vapor con un sistema de suavizado y dosificación de productos químicos.

[3] Bobbitt, Z. (2021, July 21). The complete guide: How to report ANOVA results. Statology. <https://www.statology.org/how-to-report-anova-results/>

[4] George, T. =. (2023b, January 2). What Is a Fishbone Diagram? | Templates & Examples. Scribbr. <https://www.scribbr.com/research-process/fishbone-diagram/>



Performance backed by industry standards.

High-performance fiber-glass reinforcing bars engineered to meet today's structural design requirements and internationally recognized industry standards.



1/4 THE WEIGHT OF STEEL



100% RUST-PROOF



TRADITIONAL ASSEMBLY



EASY TO CUT



ZERO CONDUCTIVITY

PRODUCT SPECIFICATIONS						
PRODUCT	#3	#4	#5	#6	#7	#8
Imperial Size (in)	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1
Minimal Tensile Load(lbf)	16,366	29,675	45,411	64,070	87,675	112,180
Weight (lbs/ft)	0.10	0.24	0.34	0.47	0.60	0.82
Guaranteed Tensile Strength (KSI)	145	145	145	145	145	145
Young's Modulus, E (MSI)	6.5	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
Bond Strength to Concrete (PSI)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Strength of Bend (KSI)	87	87	87	87	87	87

COMPLIANCE & DESIGN CODES

- ASTM D7957/D7957M-17
- ACI 440.1R-15
- ACI 440.3R-12
- ACI 440.6-08 (R2017)
- ACI 440R-07
- ACI 440.11-22 (Design)
- AASHTO LRFD for GFRP-18
- ICC-ES AC454
- ICC-ES AC521
- Section 932-3 of Florida DO







CIAPR App

Eleva tu carrera con la app oficial del
CIAPR, diseñada exclusivamente
para ingenieros y agrimensores en
Puerto Rico



GET IT ON
Google Play



Download on the
App Store

ESCANEA AQUÍ
PARA DESCARGAR
EL APP

