



enlaces

Conectando puntos en la R9

SAC Team R9 - Capítulos Técnicos - Actividades Estudiantiles - Voluntariado en IEEE



LA POTENCIA DESDE OTRO ENFOQUE

ETAP[®] Latinoamérica, promueve la donación de software para análisis de sistemas eléctricos

ETAP[®], ha sido promotor de la tecnología en las Instituciones de Educación Superior en Latinoamérica, ya que existen más de 70 Laboratorios actualmente, incluyendo asociaciones con recursos para ofrecer entrenamientos en sistemas de energía.

A través del Programa de Donación "ETAP[®] Power Lab" ofrecemos un paquete predefinido del software con acceso a la más avanzada tecnología para el diseño, modelación y análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia. El uso de esta herramienta, permitirá que los estudiantes y profesionales adquieran una capacidad de toma de decisiones para la resolución de escenarios y problemas de ingeniería que se presentan en los sistemas eléctricos en el campo de trabajo, teniendo la posibilidad de tomar cursos en las Instituciones, Universidades o Centros de **Capacitación que acepten el Programa de Donación.**

Requisitos de Hardware en tu Institución:

- Contar con la infraestructura de 1 (un) Centro de Computo con 25 computadoras para poder instalar el software
- Las computadoras del Centro de Cómputo debe tener un sistema operativo "Windows[®]" a 64 bits con al menos de 4 Gb en RAM

Requisitos formales para obtener la donación:

Enviar 1 (un) documento en doble juego de una hoja membretada procedente de la Institución firmada por el Rector o Director de la Universidad, Institución o Centro de Capacitación que promueva el uso del software con fines académicos y no comerciales

Enviar 1 (un) documento en doble juego de 4 hojas con el memorando de entendimiento entre ETAP[®] y la Institución, firmado por el Rector y el profesionalista que resguardará las 25 licencias de software

¿Que recibes físicamente en la Donación?

- 1 (una) llave física en USB configurada para brindar acceso a 25 licencias de software ETAP[®], mediante el uso en Red LAN.
- 3 años de Póliza de Mantenimiento gratuito con llamadas ilimitadas y correos ilimitados previo registro y configurado el software
- 1 (una) placa conmemorativa de madera de alta calidad con aluminio ionizado con datos de la Institución

¡Solicita tu donación!

www.facebook.com/etap.latinoamerica/
ventas.latam@etap.com



Antonio Ferreira
Director Regional



Norberto Lerendegui
Director Regional
Pasado



Teófilo Ramos
Director Regional
Electo



Ozeas Santana
Tesorero



Augusto Herrera
Secretario



Jimmy Túllume
RSAC - Student Activities
Committee Chair R9
j.tullume@ieee.org



Augusto Herrera
Pasado – RSAC
augustojh@ieee.org



Deborah Bravo
RSR – Regional Student
Representative R9
deborah.b.d@ieee.org



Cristian Quintero
Revista Enlaces
Editor en jefe.
cristianquintero@ieee.org



Víctor Carranza
Coordinador de Desarrollo
Membresía y Roadshow
vmcarranzam@ieee.org



Sebastián Corrado
Coordinador de Capítulos
Estudiantiles
scorrado@ieee.org



Carolina Molano
Coordinador Actividades
Educativas
cmolano@ieee.org



Federico Trejo
Coordinador SPAC y SPAVe
federicotrejo@ieee.org



Daniel Thompson
Coordinador de Webinar
d.t.1994@ieee.org



César Pinedo
Responsable ISBIR
cesar.pineda@ieee.org



Ronny Cabrera
Coordinador Premios y
Concursos
ronny.c.ec@ieee.org



Carlos Sánchez
Webmaster
carlos.sanchezacosta.s@ieee.org



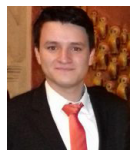
Stewart Santos
Coordinador en Desarrollo
de Investigación
stewart.santos@ieee.org



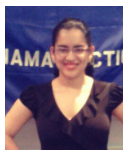
Cecilia Guibarra
Coordinador IEEE Day
y Computer Day
ceciguibarra@ieee.org



John Arboleda
Coordinador de Diseño
Multimedia.
john.a.eng@ieee.org



Cristian Quintero
Editor en jefe.
Email: cristianquintero@ieee.org



Tania Abrego
Asistente Editorial
Email: tania.abrego.pa@ieee.org



Felipe Gaitan
Editor Asociado
Email: luis.g.f@ieee.org



Cristina Bustamante
Editora Estudiantil
Email: cristinabustamante@ieee.org



Fernando Bernal
Editor Corresponsal
Email: brayanber@hotmail.com



Sofía Hernández
Editora Estudiantil
Email: sofia.g.h@ieee.org



Bruno Mirabá
Editor Estudiantil
Email: brunomv@ieee.org



Kathryn Villafuerte
Editora Estudiantil
Email: kathrynvillafuerte26@ieee.org



Oscar Castro
Coordinador de traducciones
Email: joscarcastro@ieee.org

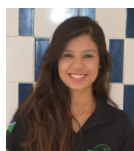


Juan David Gómez
Coordinador de Publicidad
Email: juan.d.g@ieee.org

Equipo de Traducción



Luiz Manhani
Coordinador de Equipo Brasil
l.m.machado@ieee.org



Pamella Oliveira
Brasil



Harold Gherardy
Ecuador



Juan Galindo
Brasil



Rayssa Medeiros
Brasil



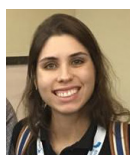
Jenniffer Andrea
Ecuador



Luis Arenas
Colombia



Juan Zapeta
Guatemala



Natalia Dultra Raposo
Young Professionals R9 Chair
Email: brunomv@ieee.org



Yuly Rodríguez
Women in Engineering R9 Chair
Email: brunomv@ieee.org





La revista IEEE Enlaces tiene como objetivo difundir información de interés general para todos los estudiantes y miembros activos de IEEE en Latinoamérica y El Caribe. Contando con varias secciones y editoriales destacadas, cada edición busca ser un referente y una guía para la conexión entre todas las Ramas y estudiantes de la región, cruzando fronteras y acortando las distancias entre las mismas.

Usted también puede ser parte de nuestra revista, envíe su postulación para ser miembro del comité editorial al correo enlaces@ieee.org y le indicaremos todo lo necesario para colaborar en nuestras ediciones.

EN ESTA EDICIÓN



Costa Rica Pura Vida

Juan Carlos Montero, vicepresidente de Membresía e Imagen del IEEE Power and Energy Society (PES) nos cuenta cómo ha sido el cambio energético que ha beneficiado su país en los últimos años.



Experimentando con WIE

IEEE Sección Nicaragua creó una actividad de activación cognitiva para niñas de 6to grado de primaria en el mes de Marzo por ser el mes de la Mujer a nivel mundial.



IEEE SIGHT UNAH Honduras

Nos cuentan la realización de su primer proyecto humanitario llevado a cabo en un Centro Educativo.



Mi camino en IEEE

Felipe Gaitan nos cuenta cómo ha sido su travesía en IEEE a lo largo de varios años y cómo el instituto le ha brindado oportunidades que cambiaron su vida por completo.

EDITORIAL



Antonio Ferreira

Director Regional

"Puntos de conexión en la Región 9"

Queridos colegas,

En primer lugar, quisiera felicitar y agradecer al SAC Team de la Región 9 por traer de vuelta Enlaces y por la calidad de la revista. Enlaces fue creado en el año 2009 como un medio de comunicación entre cada Miembro Estudiantil en la Región y el Comité de Actividades Estudiantiles de la Región 9, lo que permite alcanzar las metas regionales mientras se preserva la individualidad de cada Rama Estudiantil. Tenía el lema "Puntos de conexión en R9", fortaleciendo la necesidad de una estrecha colaboración no sólo entre las Ramas Estudiantiles, SAC de Sección y R9 SAC, sino también con las *Educational Activities*, *Young Professionals*, *Women in Engineering*, *Actividades Técnicas* y *Desarrollo de Membresía*. El Comité de *Life Members* de la Región 9 también agradecería la oportunidad de trabajar con usted.

Espero que disfruten de la revista como lo hice desde su creación. Confío en que mantendrá su tradición de ser una valiosa fuente de información no sólo para nuestros estudiantes, y espero que, así como la información que les ayudará a cumplir sus deberes como voluntario, también encontrarán aquí la información que le ayudará a crecer profesionalmente.

La última encuesta de segmentación, llevada a cabo por el miembro de la IEEE y la Junta de Actividades Geográficas, mostró que las razones principales por las que los miembros de grado superior y estudiantes se unieron al IEEE fueron:

- Para mantenerse técnicamente actualizado.
- Tener acceso a las publicaciones de la IEEE.

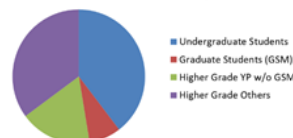
Para los estudiantes también podemos añadir:

- Mejorar las oportunidades de carrera.
- Para participar en las actividades de la Rama Estudiantil.

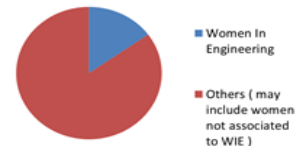
Estas son también las mismas razones principales para mantener la membresía. Nuestra Región tiene una tradición de tener miembros estudiantes muy activos, que organizan una amplia gama de actividades, y estoy particularmente contento de ser testigo del aumento constante de las actividades técnicas promovidas por los Miembros Estudiantes, incluyendo la creación de varios Capítulos de Rama Estudiantil.

Cuando examinamos la segmentación de la membresía en la Región 9, observamos que tenemos la suerte de tener una participación muy grande de estudiantes y estudiantes de posgrado, así como de jóvenes profesionales, nuestra membresía es joven. Para el Comité Ejecutivo de Región 9, al tiempo que nos proporciona a los miembros la energía y el entusiasmo inherente a esta etapa de nuestra vida, esto también trae la obligación de desarrollar actividades dirigidas a este segmento, así como allanar el camino para que ustedes consideren IEEE como su institución de origen después de graduarse. Ustedes son nuestros futuros líderes.

Region 9 Membership - January 2017



Region 9 Membership - January 2017



Sé que el SAC Team de la Región 9 ha estado trabajando duro para desarrollar programas y proyectos para ayudarles a medida que avanzan en sus años como Miembro Estudiantil y voluntario, y también con el objetivo de prepararle para su vida profesional. No pierda la oportunidad de interactuar con ellos. El Comité Ejecutivo de la Región 9 está firmemente comprometido a participar en estos esfuerzos y está trabajando estrechamente con el SAC Team R9 para identificar cómo podemos servirle mejor.

Esto sólo será posible con su participación activa y espero sus ideas y comentarios.

Atentamente,
Antonio C Ferreira
IEEE Region 9, Director 2016-2017

LA IMPORTANCIA DE LA DOCUMENTACIÓN

Por Jimmy Túllume Salazar

La documentación de una empresa u organización representa su **capital intelectual**, es decir el “**saber hacer**” que se ha adquirido con la **experiencia**. Si no se documenta adecuadamente ese conocimiento difícilmente logrado, se podría perder. Lo mismo sucede en una Rama Estudiantil IEEE, donde año a año realiza innumerables actividades de diversa índole, algunas con grandes resultados generando muchas alegrías, festejos hasta premios, y otros con algunos problemas y dificultades que generan malos momentos para los organizadores, que sin embargo ambas situaciones no son documentadas, perdiendo la oportunidad de dejar documentada y evidenciada la experiencia ganada en la actividad.

Es cierto que generar documentos es tedioso y complicado, sin embargo en el desarrollo de la profesión de la ingeniería, el realizar documentación como: informes, proyecto, prospectos, etc. es el día a día de todo ingeniero, y al cultivar esa practica desde la época universitaria sumará experiencia en la formación profesional, generando un valor agregado a la hora de ejercer la profesión.

No solo es importante tener documentado las actividades que realice la Rama Estudiantil IEEE, si no también es de vital importancia tener documentado el plan de trabajo, donde detalle claramente los objetivos y metas que se buscan alcanzar en el presente año, así como la organización de los voluntarios con sus respectivas funciones y responsabilidades asignadas, permitiendo tener una ruta de trabajo para la Rama Estudiantil.

Qué documentación debe tener una Rama Estudiantil:

1. **Plan de trabajo**, con objetivos y metas claras.
2. **Principales procesos** (Ejemplo: Solicitud para nuevo evento, apoyo económico para un evento, etc.)
3. **Cada una de las actividades realizadas**: Que hayan organizado o participado.
4. **Proyectos realizados**: Investigación, concurso de proyectos, etc.
5. **Memoria de trabajo por año**: Recopilación de las actividades realizadas en el año y los resultados obtenidos.

El objetivo de generar estos documentos, es tener un repositorio documentario que permita evidenciar de una manera ordenada el trabajo de la Rama Estudiantil, con el fin de hacer llegar a sus autoridades universitarias, realizar los reportes al IEEE, publicar o compartir en redes sociales y/o revistas (Revista Enlaces/Potential/Noticieero/etc.) aplicar a concursos IEEE (Rama Ejemplar, Actividad Innovadoras, etc.) y sobre compartir las experiencias a las próximas generaciones y directivas de la Rama Estudiantil, que ayude a seguir mejorando y haciendo crecer a la Rama Estudiantil IEEE y sus miembros.



Acerca del Autor:

Jimmy Estudió Ingeniería de Sistemas con posgrados en Ingeniería de Software e Ingeniería y Gestión de Telecomunicaciones. Miembro y voluntario IEEE desde hace 10 años, que incluye puestos de gestión, liderazgo y organización en diferentes

unidades geográficas de IEEE, desde la Rama Estudiantil Universidad Señor de Sipán que fundó y lideró, Sección Perú, Región 9 y Computer Society. Actualmente es Administrador de ICACIT y Gerente de Proyectos en INGENOVA Group SAC y en el IEEE ocupa cargos de RSAC IEEE R9, Student and Young Professional Activities IEEE Computer Society, Vocal de la Sección Perú.



CUSCO - PERU 2017

RRR

XX REUNION REGIONAL DE RAMAS IEEE R9

4-7

OCTUBRE

CUSCO - PERU

"PROMOVIENDO EL LIDERAZGO Y CONTINUIDAD DE LOS VOLUNTARIOS ESTUDIANTILES DE NUESTRA REGION".





Student Professional Awareness Conference SPAC (Conferencia De Afirmación Profesional A Estudiantes) Conferencia organizada por estudiantes que involucran discusiones sobre diversos temas de desarrollo profesional. Explora los aspectos no técnicos que afectan las carreras de los ingenieros.

Es un evento en donde los estudiantes tienen la oportunidad de escuchar ingenieros con experiencia y trayectoria acerca de temas de interés en sus profesiones.

Es organizada por las ramas estudiantiles del IEEE.

¿Interesado en ser un conferencista del Programa SPAC?

Regístrate en el siguiente **LINK**

2.0 Beneficios del S-PAC

- Profundizar en los aspectos no técnicos pertinentes a su carrera, como la planificación financiera, crecimiento de la carrera, y el espíritu empresarial.
- Aprender habilidades de gestión y planificación valiosas.
- Tomar conciencia de las expectativas de los empleadores.
- Aprender de las experiencias de ingenieros destacados.
- Hacer contactos con ingenieros conferencistas.
- Captar una mejor comprensión de cómo funciona IEEE para los ingenieros.
- Averigüe lo que se dispone de otros recursos del IEEE.
- Incrementar la membresía estudiantil IEEE.
- Motivar a la participación de miembros en actividades IEEE (Voluntariado)



Disertantes



Manual



Formato

¿Necesitas ayuda? Contáctate con:

Federico Trejo Lezcano 
Argentina, Coordinador SPAC y SPAVe
Email: federicotrejo@ieee.org
[Ver Perfil](#)





Un Webinar también llamado videoconferencia o conferencia en streaming, es un sistema que ayuda a transmitir conocimiento a aquel público que esté interesado en ello (miembros IEEE R9). Esta conferencia se hace en tiempo real a través de Internet, para llegar al mayor número de personas y facilitar el acceso (Webex IEEE). Una de sus principales características es que los usuarios pueden interactuar con el ponente en todo momento, haciéndole llegar preguntas o sugerencias para que sean respondidas en tiempo real.

Con el fin de cumplir nuestro objetivo de ***“Promover el Desarrollo Profesional de nuestros Estudiantes”*** realizamos una alianza estratégica con diversas unidades organizativas del IEEE: Región 9, IEEE Computer Society R9 e IEEE Communications Society R9 y SAC Team R9 para hacer lanzar continuamente diversos webinar de interés para la comunidad IEEE de la región 9, tanto técnicos como temas Soft skill.

Ve nuestros Webinar Realizados:

<http://sites.ieee.org/r9-sac/es/programases/eventos-2/webinar-realizados>

Regístrate en nuestros próximos Webinar:

<http://sites.ieee.org/r9-sac/es/programases/eventos-2/el-proximo>

Deseas brindar un webinar o información, contáctate con:



Daniel Thompson Garza 
México, Coordinador de Webinar
Email: d.t.1994@ieee.org



Costa Rica Pura Vida

Por: Juan Carlos Montero

Saludos amigos, mi nombre es Juan Carlos Montero y soy el Vicepresidente de Membresía e Imagen de IEEE Power and Energy Society (PES). Yo inicié mi membresía hace más de 16 años cuando era un estudiante de grado al estar buscando obtener mayor información de las tendencias tecnológicas y enfocando mi membresía IEEE al área técnica que me apasionaba, los sistemas de potencia.

Un miembro IEEE estudiantil sin duda da muestras de querer ser un mejor profesional y es por eso que nuestra sociedad técnica fomenta ese espíritu a través de beneficios especiales como la creación y apoyo de capítulos estudiantiles en las ramas IEEE de las universidades, descuentos en la inscripción a conferencias y la creación de programas de apoyo financiero para la participación en los mayores eventos PES por todo el mundo. Los sistemas de potencia son sin duda un tema prioritario a nivel mundial pues sin duda todos reconocen a la energía como un elemento fundamental para nuestro mundo y el futuro.

Si eres un estudiante o conoces un amigo que desee valorar al IEEE PES, el primer año de membresía PES es gratis!

Costa Rica y el Sistema Eléctrico Regional

El sistema eléctrico costarricense es un área de control independiente dentro del Sistema Eléctrico Regional de Centroamérica (SER) lo que significa que es responsable atender la demanda nacional y velar por la seguridad operativa de su red eléctrica. El SER conlleva que exista un sistema interconectado de forma sincrónica, o sea mediante líneas de transmisión en corriente alterna desde Panamá y hasta México, debido a la interconexión de éste último con Guatemala.

La interconexión de eléctrica de Costa Rica con los demás países es importante pues le permite participar del Mercado Eléctrico Regional, poder recibir apoyo de la regulación primaria de frecuencia de los otros países y percibir una mayor inercia para efectos de la dinámica de los generadores. La participación en el SER también implica que su operación y planificación debe realizarse no con una visión aislada del país sino considerando los demás sistemas eléctricos y coordinando con ellos.

Una visión regional también es velada por el Ente Operador Regional, que supervisa la operación del SER en coordinación con los centros de control de cada país. Recordemos que por estar interconectado en corriente alterna un evento en la frecuencia (baja o sobre frecuencia) se aprecia en todos los países al mismo tiempo!!

Energía Pura Vida

En Costa Rica la máxima demanda reportada en el 2016 fue 1674 MW y para atender este requerimiento, el país cuenta con un parque de generación conformado por plantas hidroeléctricas, eólicas, geotérmica, biomasa y solar. La composición de la capacidad instalada se puede apreciar en la Tabla #1, y se podría resaltar que los mayores porcentajes son plantas hidroeléctricas y térmicas (plantas que utilizan combustibles fósiles). Lo anterior podría hacer a muchos pensar que Costa Rica utiliza mucha energía térmica, sin embargo no es así pues dicha generación se utiliza con un factor de planta muy bajo dado que funge principalmente como respaldo durante la estación seca que experimenta el país. Las plantas hidroeléctricas del país son principalmente del tipo llamado de pasada o filo de agua y sólo la empresa estatal, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), cuenta con plantas con importantes embalses de agua que brindan la seguridad energética. Durante la temporada húmeda o de lluvias, la participación de las plantas hidro-eléctricas sin duda es muy importante.

Costa Rica ha sido muy mencionada por los medios de comunicación internacionales, pues durante los dos últimos años ha alcanzado una importante

cantidad de días sin utilizar energía térmica, y donde incluso en el 2016 se atendió el **98.21% de demanda de energía eléctrica anual (10.588 GWh) con fuentes renovables!!!**. Un hito para un país también famoso por su respecto de la naturaleza.

El resultado anterior, sin duda se da gracias a las políticas de planificación, la optimización de la operación y sin duda también gracias a la madre tierra. En un país con tanta generación hidroeléctrica la administración de los recursos, del aprovechamiento del Mercado Eléctrico Regional y de los embalses existentes es importante. A futuro, Costa Rica ya tiene planes para la integración de más plantas de generación renovables.

Los ticos siguen celebrando

El Sistema Eléctrico Costarricense también celebró en abril el llegar a 10 años sin apagones nacionales, lo cual sin duda es otra gran noticia para todos. Lo anterior como resultado de esfuerzo de la aplicación en todas las áreas operativas del ICE de criterios de seguridad operativa de primer mundo. A nivel técnico conlleva la coordinación bajo los mismos principios de la operación, diseño de esquemas de protecciones, mantenimiento de equipos y muchos más. El sistema eléctrico de Costa Rica y los del todo el mundo están llenos de oportunidades de mejora que serán definidos y analizado por los actuales estudiantes y futuros ingenieros en sistemas de potencia y energía. Hay una gran cantidad de iniciativas que a nivel mundial el IEEE PES está promoviendo para la red eléctrica del mañana por lo que los invito a unirse al IEEE PES y se parte del nuestro proyecto "More Power to the Future".

Tabla #1. Capacidad Instalada por fuente en Costa Rica al cierre del 2016

Tipo	Megavatios (MW)	%
Hidroeléctrica	2328	67.15
Térmica	571	16.49
Geotérmico	206	5.97
Bagazo	40	1.15
Eólico	319	9.21
Solar	1	0.03



Join Our Mission

GET INVOLVED!



IEEE Smart Village, an IEEE Foundation Signature Program, is a major IEEE initiative to bring innovative and sustainable electrical systems to the developing world.

Whether you are an individual interested in making a difference, or a large organization that shares our mission, the IEEE invites you to fuel IEEE Smart Village's proven model.

VOLUNTEER

IEEE Smart Village invites volunteers from across IEEE societies and industry to come alongside us to help with organizational design and expansion of the program, participate in working groups dedicated to solving hardware and software challenges and assist with implementation in the field.

AMBASSADORSHIP

An IEEE Smart Village Ambassador can assist in-country. Whether it is corporate to corporate and high level government liaison, or boots-on-the ground village field work helping to deploy hardware and educate the village community, opportunities abound at all levels to promote a true social enterprise endeavor. Students and young professionals are encouraged to gain experience working in the field in assisting and mentoring our micro-utility deployment programs (similar to a Fulbright Scholarship). There are also corporate sponsorship opportunities for companies

looking to fund an ambassador for an in-country deployment or provide a loaned executive to volunteer (on company time) directly with any of our 9 operating committees.

PARTNERSHIPS

Recognized multi-national NGO's, large humanitarian organizations, government ministries and associated programs have an opportunity to reach mutual goals for global expansion of the initiative by partnering with us.

NGO PROGRAMS

For in-country NGOs and other organizations with established humanitarian outreach programs, become an in-country host partner to establish a network of micro-utility stations nationwide. From

seed funding through venture capital, IEEE Smart Village can guide program growth, mentor technical deployment and increase operational competency.

FUNDRAISING CAMPAIGN

We invite you, your colleagues and business associates to join our fundraising effort and help build our seed funding campaign. Invest in our life-changing mission today. Visit our web site for more information on how to give and how you can participate in IEEE Smart Village: www.ieee-smart-village.org.



An IEEE Foundation Signature Program

For more information on IEEE Smart Village, visit: **ieee-smart-village.org**

2017 MEMBER-DRIVEN INITIATIVES

General

El IEEE Power & Energy Society Governing Board destinó hasta US\$35,000 para iniciativas del fondo Member-Driven Initiatives en 2017. El fondo está abierto para todos los Miembros, Capítulos y Comunidades PES. Los miembros PES no necesitan aprobación del Capítulo, pero se recomienda coordinación. La destinación de los fondos será por competencia.

Prioridades de los fondos

Las solicitudes serán evaluadas y seleccionadas por el Comité de Selección. El Comité de Selección dará preferencia a los proyectos que contengan algunos o todos de los siguientes componentes:

- El Proyecto encaja en la Misión de PES
- Número de Miembros PES afectados
- Beneficia a los miembros de la industria
- Actividad humanitaria
- Reclutamiento y retención de membresías PES
- Beneficia a mujeres Miembros o aumenta las membresías femeninas PES
- Difusión pública de la Ingeniería de Potencia

La capacidad del solicitante para ejecutar el proyecto propuesto también será considerada.

Términos, restricciones y condiciones

- No hay un monto mínimo para la asignación. Para proyectos excepcionales, pueden ser asignados hasta US\$5,000.
- Solamente iniciativas propuestas por Miembro(s), Capítulos o Comités PES serán consideradas.
- Los fondos deberán ser usados en 2017. Solicitudes para varios años o continuas no serán consideradas.
- Los fondos no podrán ser destinados para viajes a conferencias, pagos de conferencias, investigación, matrículas o costos indirectos.
- Compensación por trabajo no puede estar incluida en los proyectos.
- Un reporte, incluyendo documentación financiera, lista de participantes con su respectiva afiliación y evidencia fotográfica es requerida a máximo 45 días de finalizado el proyecto.
- Toda imagen o descripción del evento será considerada para uso en noticieros, promociones y publicaciones de PES.
- Una vez los fondos se agoten, no serán destinados fondos adicionales al proyecto a través de este programa bajo el mismo llamado.
- Si son recibidas varias solicitudes por parte del mismo solicitante, la segunda solicitud solamente será evaluada luego de que la primera haya sido ejecutada y su reporte enviado. Es preferible no enviar múltiples solicitudes por parte del mismo solicitante en un mismo llamado.
- Nuestro método preferido para proveer el fondo es mediante transferencia del fondo a la cuenta bancaria de la Sección IEEE local. Los solicitantes deben coordinar y contar

con la aprobación del Tesorero de la Sección. Por favor, tenga en cuenta que las transferencias pueden demorar más de un mes en llegar a ciertos países.

- Otras restricciones pueden ser consideradas.

Ejemplos de proyectos

- Capital semilla para un taller para ingenieros ejerciendo.
- Apoyo para una reunión de Capítulo con ejecutivos de la industria invitados.
- Taller de industria.
- Desarrollo de un programa de divulgación para interesar a estudiantes de escuela primaria en la Ingeniería de Potencia.
- Fondos para competencias de diseño de tecnologías de iluminación.
- Apoyo para un evento que conlleve a la creación de un nuevo capítulo.

Comité de Selección

Los miembros del Comité de Selección serán escogidos entre Miembros, Representantes de Capítulos y Representantes de Región.

Cronograma

Las solicitudes pueden ser enviadas a partir de marzo de 2017. Las solicitudes deben ser enviadas lo antes posible para contar con tiempo de procesamiento y revisión. Se espera que los solicitantes hagan sus solicitudes lo antes posible para poder reservar fondos para sus proyectos, en caso de ser seleccionados.

- 1 de marzo 2017: Abertura de las Solicitudes
- 15 de marzo de 2017: Fin de la primera ronda de recepción de solicitudes.
- 1 de abril de 2017: Resultado de la evaluación de la primera onda.
- 15 de mayo de 2017: Fin de la segunda ronda de recepción de solicitudes (de haber recursos)
- 1 de junio de 2017: Resultado de la evaluación de la segunda onda
- 15 de julio de 2017: Fin de la tercera ronda de recepción de solicitudes (de haber recursos)
- 1 de agosto de 2017: Resultado de la evaluación de la tercera onda
- 15 de septiembre de 2017: Fin de la cuarta ronda de recepción de solicitudes (de haber recursos)
- 1 de octubre de 2017: Resultado de la evaluación de la cuarta onda
- 31 de diciembre de 2017: Fecha final para el envío de reportes

¿Preguntas? Contacta a Juan Carlos Montero (jcmontero@ieee.org)

RNR COSTA RICA 2017

FORJANDO LOS LÍDERES DEL FUTURO



La Reunión Nacional de Ramas de Costa Rica, tuvo lugar el día 4 de Marzo en el Hotel Wyndham San José Herradura y Centro de Convenciones, su misión era integrar a todos los líderes estudiantiles del país y compartir el conocimiento de algunos de los líderes actuales destacados de la Sección.

IEEE Sección Costa Rica considera importante que los estudiantes voluntarios y líderes de las Ramas se mantengan motivados, capacitados y activos para que continúen con la buena labor que han venido realizando en sus últimos períodos, el desarrollarles espacios de formación y fortalecimiento de sus capacidades, es una de las prioridades para la Sección para lograr una destacada participación en actividades a nivel nacional e internacional.



El evento consistió en una serie de conferencias, para analizar los roles dentro del IEEE, sus beneficios y lo que se espera en el futuro de la gestión de las ramas estudiantiles, estas conferencias fueron dirigidas por miembros destacados de la Sección como los son los Ingenieros Juan Carlos Montero, Erick Chinchilla Y Melany Carvajal, sumado al valioso aporte del destacado Jimmy Túllume Salazar R-SAC de Región 9, quien incentivo el intercambio de conocimiento y generación de proyectos que fomenten la misión del IEEE en Costa Rica.



EL S-SAC (Comité de Actividades Estudiantiles de la Sección) conformado por los Ingenieros Melany Carvajal y Felipe Córdoba, se encuentran impulsando la realización de más proyectos estudiantiles en el país, el surgimiento de más Ramas en otras universidades y de potenciar y maximizar el trabajo de las Ramas ya existentes.

RNR PERÚ, LIMA 2017



La Rama Estudiantil IEEE de la Universidad Nacional del Callao, (UNAC), y de la Universidad Nacional Federico Villarreal, (UNFV), se unieron para realizar la **Reunión Nacional de Ramas IEEE 2017** que se llevó a cabo en la Provincia Constitucional del Callao, Peru del 2 al 5 de marzo.

Este evento tuvo como objetivo buscar la integración de las distintas Ramas Estudiantiles IEEE de la Sección Perú IEEE y de esta manera intercambiar conocimiento así como experiencias entre estudiantes y profesionales, además de incentivar la generación de proyectos sostenibles que apoyen la misión del IEEE en el Perú y a nivel internacional.



Asimismo en el evento se capacitó de manera integral a los participantes con herramientas orien-

tadas al manejo y administración de una Rama Estudiantil así como de los capítulos estudiantiles que lo conforman y se potenció diversas habilidades blandas que facilitan el desarrollo personal de los participantes para una exitosa inserción laboral y/o empresarial.

En ese sentido, dentro de las actividades contamos con Talleres e Desarrollo de habilidades, Charlas informativas referentes a la retención de membresía IEEE, beneficios y oportunidades de las membresías IAS, PES Y RAS, IEEE Sight, toma de decisiones y economía conductual, una productiva reunión de presidentes de las ramas estudiantiles IEEE, taller TISP WIE, feria de ramas y de regiones así como el tradicional Concurso de Ética.

Finalmente se llevó a cabo una cena de gala donde se otorgaron premios y reconocimientos a las ramas estudiantiles de la Sección Perú del IEEE asistentes así como la participación de grupos de danzas típicas representativas de nuestro país.

Acerca del Autor:

Anthony Marcelo Perez lacherre
Presidente Rama Estudiantil IEEE Universidad Nacional del Callao.
anthony.m.perezlacherre@ieee.org

Capítulo PES IEEE UPS Cuenca



El capítulo PES IEE UPS Cuenca en su apertura dentro de la rama estudiantil, cuenta con mas de 50 miembros, realiza actividades para que los estudiantes de ingeniería tengan los conocimientos necesarios que puedan permitirles ser profesionales de élite. Uno de los eventos que el capítulo ha realizado es el Simposio (SEC) donde el objetivo era exponer los trabajos de Investigación de la comunidad universitaria en la Universidad Politécnica Salesiana Cuenca en las áreas de ingeniería eléctrica y ciencias afines. El primer evento fue realizado en el 2015 donde tuvo mucha acogida reactivando la rama IEEE-UPS-Cuenca y teniendo ponentes relacionados al capítulo como el Presidente 2015 IEEE-PES sección Ecuador, en Ing. Diego Echeverría.

El SEC2016 fue realizado con una gran organización, alcanzando la participación de universidades locales con trabajos de investigación y charlas técnicas con expositores y marcas relevantes dentro de la Ingeniería Eléctrica.

El Capítulo IEEE PES UPS además, demostró en el pasado año contar con una gran organización. Con la catástrofe producida en la provincia de Manabí, miembros activos del capítulo organizaron una colecta junto a la rama estudiantil IEEE UPS CUENCA para obtener fondos y brindar ayuda a los afectados por el terremoto producido en dicha provincia. La colecta sirvió para conseguir insumos necesarios y realizar un agasajo a los niños perjudicados situados en las zonas del desastre.



El capítulo PES de la Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca además de organizar conferencias dedicadas a temas de investigación, realiza charlas magistrales dedicadas al campo ocupacional de la ingeniería eléctrica, tal como fue el evento "Perspectivas Laborales y Campos Ocupacionales de los futuros ingenieros eléctricos del Ecuador", en donde se contó con expositores de alto rango, entre uno de ellos el Dr. Esteban Albornoz, que cumplió el rol de ministro de electricidad y energía renovable hasta el año 2016. Otros de los expositores fueron gerentes de proyectos hidroeléctricos del país.

Capítulo Estudiantil de Sistemas de Potencia (PES-UD) Universidad Distrital Francisco José de Caldas



El capítulo de potencia y energía de la Rama IEEE de la universidad distrital Francisco José de caldas es la rama más antigua y una de las galardonadas de IEEE sección Colombia, actualmente conformada por estudiantes de la universidad distrital del proyecto curricular de ingeniería eléctrica, que se encuentran cursando diferentes semestres teniendo voluntarios próximos a ser ingenieros y otros que apenas están incursionando en el ámbito de la ingeniería eléctrica, pero todos encaminados al aprendizaje, la investigación y el crecimiento personal; para el año 2013 contábamos con una gran cantidad de miembros y voluntarios llegando a ser uno de los capítulos más grandes de américa latina. Durante años recientes el capítulo ha desarrollado diferentes proyectos como diferentes cursos introductorios para estudiantes de primeros semestres a los laboratorios de eléc-

trica y electrónica, tutoriales de Matlab, del programa para campos electro-magnéticos Comsol, también nos unimos junto con la rama de la universidad para desarrollar satisfactoriamente las reuniones de zona centro, nuestros integrantes también han participado en eventos internacionales en Bolivia, Malasia y México, participando nuestro presidente del año 2014 en el segundo congreso de estudiantes PES, además de los eventos nacionales como la reunión nacional de ramas y el T&D desarrollado en Medellín y también el de Morelia.

Una parte muy importante de nuestro capitulo es el desarrollo de actividades complementarias a las actividades académicas propias de la universidad organizando diferentes conferencias en temas diversos relacionados con la ingeniería eléctrica y también desarrollando el seminario de movilidad eléctrica para impulsar nuestro interés y ampliar nuestros conocimientos acerca de vehículos eléctricos, el seminario ha tenido una gran acogida y se han realizado en tres años consecutivos con un inegable éxito, y como parte de nuestros aportes a la sociedad hemos realizado ya 2 exitosas actividades sociales para que niños en condición de vulnerabilidad puedan disfrutar de un juguete o algo de ropa como parte de nuestra colaboración WIE – PES de lo cual estamos muy orgullosos.



También para nuestras actividades académicas hemos desarrollado diferentes salidas técnicas en un trabajo conjunto con empresas del sector eléctrico Colombiano tan importantes como ISA, Intercolombia, EPM, y muchas otras, donde pudimos apreciar toda la cadena de distribución eléctrica desde las generadoras donde asistimos a el parque eólico de Jepírachi ubicado en la Guajira, a la hidroeléctrica de Betania, una de nuestras salidas técnicas mas importantes se realizó a la ciudad de Medellín al centro de maniobras de ISA-Intercolombia y al centro de Control y Despacho Energético XM Filial de ISA,

en la ciudad de Cali asistimos al centro de control de EPSA y el laboratorio de alta tensión de la Universidad del Valle, además de haber visitado las subestaciones de Torca y Bacatá la cual es la más moderna del país; todas estas visitas pueden observarse desde nuestro canal de Youtube donde nuestro miembro Cristian Quintero ha hecho una gran labor audiovisual; y este 2017 vamos por mas con nuevas salidas técnicas, nuevos cursos, nuestro cuarto seminario de movilidad eléctrica y nuestro primer seminario de potencia, todo esto en pro de ser mejores personas, mejores estudiantes y mejores futuros ingenieros.

Capítulo Estudiantil de Sistemas de Potencia Tecnológico de Costa Rica

El capítulo PES del Tecnológico de Costa Rica nació en el año 2015 como una respuesta a ciertas necesidades de los estudiantes en ingeniería, pues si bien es cierto la universidad da excelentes bases, hay ciertas habilidades tanto profesionales como interpersonales que el IEEE brinda a sus miembros y que se decidieron aprovechar. El capítulo fue creado con menos de 10 estudiantes y ha sido tan llamativo que ha aumentado debido a los esfuerzos de sus integrantes llegando a ser más de 50 miembros activos y motivados, que con el pasar del tiempo han realizado actividades que contribuyen a la generación de diversas competencias en el ámbito ingenieril y humano, pasando desde charlas y talleres tutoriales hasta giras técnicas y voluntariados para ayudar a la población. Participando en el programa de becas del capítulo PES varios de nuestros miembros se han visto beneficiados para viajar al exterior y ser parte de importantes conferencias como el T&D LA, en Morelia, Second PES Student Congress. También se destaca la participación de nuestros miembros PES en eventos reconocidos como CONESCAPAN 2016 en Guatemala.

El año 2016 fue un año muy activo para el capítulo pues se realizaron 66 actividades, muchas de gran alcance e inclusive a nivel internacional, como por ejemplo "Semana PES",

la cual se complementó con sus actividades tanto sociales (campeonatos de fútbol), como académicas (talleres de paneles fotovoltaicos, etc), se logró organizar una conferencia del tipo DLP con el reconocido Dr. Luis (Nando) Ochoa sobre Smart-Grids a nivel mundial y se realizó una gira técnica a AD Astra Rocket Company, para conocer sobre los prototipos del motor de plasma y los proyectos energéticos a base de hidrógeno, finalizando con un campamento como actividad social.

Otra de las actividades que tuvieron una gran aceptación y un alto impacto en la población estudiantil fue la "Electromechanical Week" en la cual se realizaron talleres avanzados de PLC, del software industrial ETAP, taller de paneles fotovoltaicos nuevamente, evaluación y premiación de proyectos finales de cursos de control eléctrico de la carrera, así como un buen número de charlas durante la semana, con invitados de empresas de alto calibre a nivel nacional.

El capítulo también se ha ocupado de involucrarse en temas que benefician a la comunidad estudiantil, llevándoles talleres y herramientas que se relacionen con sus cursos de carrera, y que al mismo tiempo fortalezcan estos conocimientos para su vida profesional. Talleres interactivos de softwares como Matlab, Solidworks, Dialux, Arduino, LaTeX,

entre otros, brindan una gran ayuda a las carreras afines al capítulo estudiantil PES-TEC.

Entre las actividades más significativas se encuentra la Primera Convención PES, organizada en su mayoría por los miembros del capítulo PES TEC en conjunto con el capítulo Estudiantil PES de la Universidad de Costa Rica y el grupo de Afinidad de Jóvenes Profesionales de Costa Rica, en esta participaron más de 100 miembros de todo el país, entre ellos estudiantes y profesionales, además se contó con la presencia de conferencistas internacionales.

Otra de las acciones con más importancia, donde se empezó a trabajar con el ámbito humanitario, fue la

visita a Shuabb Talamanca, una zona indígena cerca de la frontera con Panamá, se llevaron talleres TISP para trabajar con alrededor de 40 niños de la escuela local, además miembros PES organizaron una pequeña fiesta navideña para celebrar navidad y finalmente se hicieron medidas para mejorar el sistema eléctrico como futuro proyecto. El sueño no cesa, los logros han sido grandes, pero las metas son más altas. El capítulo siempre ha tenido afán de mejorar las calidades de sus miembros, y generar no solo ingenieros, sino profesionales críticos con su realidad y conscientes de su rol dentro del planeta e industria, para que un futuro existan mejores ideas de desarrollo de planes de bien social, convivios entre sus integrantes y se beneficie así el país.

Capítulo estudiantil de Sistemas de Potencia Universidad Tecnológica de Panamá



El capítulo Pes de la rama estudiantil Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) siempre ha estado comprometido con la formación profesional y académica de todos sus miembros y el 2016 no fue la excepción. Durante el año 2016 Realizamos actividades en las que obtuvimos excelente recepción por parte de la membresía y el público en general.

En cuanto a capacitaciones, en el mes de junio se realizó un curso utilizando el software "POWER WORLD SIMULATOR". El mismo tuvo asistencia de 51 estudiantes tanto de pregrado como de maestría. Fue dictado por el Ing. Juan Jose Quintero, quien es miembro IEEE y en su tiempo de estudiante fue voluntario de la rama.

De igual forma, apoyamos a la facultad auspiciando EL PRIMER CONGRESO DE INGENIERIA ELECTRICA. de la Universidad Tecnológica de Panamá a través del PES Member Driven Initiative. Con este premio, trajimos, con gastos pagos, al Dr. Martín Ordoñez de la British Columbia University de Vancouver, Canadá y al Dr. Gustavo Valverde de la Universidad de Costa Rica. Quienes brindaron conferencias magistrales durante el congreso y en actividades realizadas por el capítulo profesional. Por último y no menos importante, realizamos giras técnicas a plantas termoeléctricas, al Centro Nacional de Despacho y dictamos conferencias buscando acercar a los estudiantes al Campo Laboral y enseñarles la realidad que presenta el País.



ELECTRIFICACIÓN DE ESCUELA CON MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Nuestro interés de aperturar SIGHT en nuestra Rama Estudiantil de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) nace luego de una conferencia impartida por parte del Miembro del Comité IEEE SIGHT 2015 Ing. Mario Alemán, en el cual le estamos muy agradecido por habernos dado el entusiasmo y colaboración para que nuestro primer proyecto haya sido financiado en su totalidad.

Siguiendo las áreas de enfoque de SIGHT para el apoyo de proyectos (Energía, Educación, Salud, TIC, etc), se nos presenta una gran oportunidad para poder realizar este tipo de proyectos ya que en Honduras el índice de no cobertura de **Energía Eléctrica** es de 26% según informe del 2015 presentado por la empresa estatal ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica), según datos estadísticos en **Educación** presentados por la UNAH en el 2015 revelan que el analfabetismo en las zonas rurales es de 21.3 % y en la zona urbana representa 9.72%. En la parte de **Salud**, aproximadamente un millón de hondureños y hondureñas carecen de acceso a

servicio de agua y 2.2 millones sin acceso a saneamiento mejorado. La exclusión es mayor en las localidades rurales de menos de 250 habitantes y en la población periurbana, teniendo un porcentaje a nivel nacional de un 33% de la población sin acceso a saneamiento, datos proporcionado por la RAS-HON.

Teniendo conocimiento de las dificultades que se presentan en las zonas rurales de nuestro país, se decidió realizar la propuesta de proyecto **"ELECTRIFICACIÓN DE ESCUELA CON MÓDULOS FOTOVOLTAICOS"** que consistió en brindar el acceso a la energía eléctrica mediante la implementación de un Sistema Solar Fotovoltaico a la Escuela pública "Juan Alberto Melgar Castro" ubicada en una zona rural del país y que alberga 51 niños entre edades de seis (6) a (14) años, esta escuela está localizada en la aldea Los Cablotes, municipio La Libertad, Comayagua.

Una vez identificado la zona para desarrollar el proyecto, se procedió en hacer una visita para la

recolección de datos en el área de salud y educación, socializar con la comunidad para el involucramiento y para que éste pueda ser sostenible. Con ello, logramos identificar que la zona donde está ubicada la escuela es un lugar montañoso y en tiempos lluviosos provoca deslaves de tierra contaminando las fuentes de agua que abastece a la comunidad siendo los más perjudicados los niños, esto ha desarrollado una enfermedad llamada disentería el cual es provoca dolor de estómago, diarrea, sangrado etc. Debido a esta situación, los niños han reducido su rendimiento académico por la inasistencia por más de dos meses a clases.



La Junta Patronal de la Comunidad nos plantea su situación

Con los datos obtenidos en la visita de campo procedimos en dar solución con lo siguiente:

- Módulos solares. El pueblo no tiene energía eléctrica y hemos instalado módulos solares para alimentar el purificador de agua y otras cosas.
- Un sistema de purificación de agua. Reducción de casos de disentería en los niños y los adultos, también ellos pueden llevar el agua purificada a sus hogares.
- Iluminación. Las aulas son demasiado oscuras en días nublados e instalamos 5 bombillas LED por aula.
- Ventilador de pared: Dos ventiladores de pared.
- Equipo de audio. Sirve para eventos cívicos, danzas folclóricas y culturales.
- Timbre escolar. Los niños pueden oír y saber cuándo es el momento de entrar a clase, tiempo de juego y tiempo para salir de clase.

El día Viernes 08 de Julio llegó, día donde nuestro proyecto comenzaba a hacer realidad, fueron 6 horas de largo camino, a una distancia de 177 km de la ciudad capital Tegucigalpa donde enfrentamos

con una carretera de difícil acceso luego de una fuerte lluvia el día posterior, ríos con un caudal crecido y en algunos tramos ramas de árbol sobre la calle.

A nuestra llegada fuimos recibidos por la Directora Karen Castillo, el maestro Juan Flores, algunos niños y padres de familia que desde ese momento se sumaron a nuestro trabajo que consistió en instalarnos en un aula, pintar la Escuela, colocar la estructura que soportaría los Módulos Fotovoltaicos y la excavación para la Instalación Eléctrica Subterránea.



Rumbo a aldea Los Cablotes, La libertad, Comayagua.



Difícil acceso en temporadas de invierno.

Día Sábado 09 de Julio a las 5:30 am comenzó nuestra segunda jornada de voluntariado, recibidos por una mañana fresca y grandes paisajes a la distancia. El desayuno ya está servido por las Madres de familia que muy gustosamente cocinaron los tres tiempos de alimentación. Se concluyó pintar la parte exterior de las aulas, los baños y la pila para almacenar agua como también la Instalación del Sistema Solar Fotovoltaico, instalación eléctrica en un aula.

Día Domingo 10 de Julio, comenzamos con otra fresca mañana y con la energía de finalizar el proyecto. Se instalaron dos ventiladores de pared, el purificador de agua y 13 bombillos LED. Mientras el grupo de chicas se preparaba a desarrollar el

Taller TISP para los 51 niños de la Escuela en colaboración con IEEE Sección Honduras, a esta actividad también se sumaron los Padres de Familia para ayudar a sus hijos en el desafío de "LA TORRE MÁS ALTA" y "PAPAS DE PASEO".



Angelito fue uno de los niños que asistía a clases sin

Agradecemos a IEEE Sección Honduras por el gran gestión de regalar un par de calzado a cada niño de la escuela ya que algunos de ellos asistía a clases sin calzado y otros en zandalias, fue una bendición poder ver sus rostros de alegría y la satisfacción de sus padres.

Sostenibilidad del proyecto.

Tanto como la directora de la Escuela y su profesor fueron capacitados para poder hacer usos del Sistema Solar Fotovoltaico, brindar el mantenimiento básico respectivo y el cambio de baterías cada 6 años. El patronato de la comunidad se comprometió en la compra de baterías y el filtro del sistema purificador de agua. El Comité SIGHT UNAH realizará visitas cada 2 años para asegurarse que el sistema esté en funcionamiento y recolectar datos en las mejoras de salud y educación, logrando con ello a que el proyecto sea sostenible.

Es así como dimos por concluido nuestro primer proyecto humanitario a nivel de IEEE Sección Honduras y como Rama Estudiantil, sin antes agradecer a todo el equipo de voluntarios: Ing. Daniel Flores, Marco Trejo, José Castro, David Ardón, Luis Castro, Ana Reyes, Cristian Martinez, Emilia D'vicente, Gilma Castro, Gina Raudales, Luis Ponce, Norma Olay, Vicky Velásquez, Wilfredo Flores, Ing. Gina Houghton, Ing. Carlos Sierra, Ing. Daniel Boquín y a toda la comunidad de Los Cablotes.



Inauguración del proyecto junto con los voluntarios y



Marco Trejo - Past Chair SIGHT UNAH
Fue una excelente experiencia llevar a cabo el proyecto "Electrificación de Escuela con Módulos Fotovoltaicos" hubo bastante trabajo, pero muy satisfactorio al ver que se apoyo a la comunidad de Los Cablotes, dando agua contaminada y brindándoles energía para mejorar su calidad de educación y vida.

Todo se llevo a cabo con la ayuda de Dios, SIGHT y el trabajo y compromiso de los voluntarios IEEE-SIGHT UNAH con el apoyo de IEEE Sección Honduras, esperamos que muchos mas proyectos como este se lleven



Dir. Lic. Karen Castillo
Trabajar para que los niños puedan tener un mejor estilo de vida es algo por lo que pocos se preocupan. Como maestra, el cariño que les profesos me motiva a hacer más por ellos, pero es de admirar como los voluntarios IEEE fueron capaces de demostrar esa preocupación por su salud y bienestar, trabajaron en un proyecto de múltiples beneficios para los niños y la comunidad además fue una experiencia que dejó una gran huella al reforzar los valores de convivencia y trabajo en equipo. De las mejores aventuras el poder trabajar con ustedes, gra-

Encuentranos en nuestro sitio oficial de Facebook como: **IEEE SIGHT UNAH**



Acerca del autor:

José Castro es un estudiante de Ingeniería Eléctrica Industrial de la UNAH, miembro del IEEE desde el 2012 y se ha desempeñado como miembro activo de la RE IEEE UNAH en los siguientes funciones: Coordinador Vicepresidente de la RE, Presidente del Joint Chapter PES/IAS, cofundador del Joint Chapter Com-Soc/CS como también cofundador del Servicio Humanitario SIGHT a la vez fungió como Secretario y Coordinador de traducciones de la Revista Enlaces R9.

CALL FOR PAPERS



IEEE



SUBMISSION:

The official language of 2017 IEEE INTERCON is ENGLISH (both written and oral presentations). Papers must be submitted in PDF format and should be no longer than 4 pages, following the IEEE conference format.

The accepted papers will have an ISBN code issued by the National Library of Peru, and will be submitted to the IEEE Xplore Digital Library.

IMPORTANT DATES:

FULL PAPER SUBMISSION DEAD LINE:

April 20, 2017

(EXTENDED TO MAY 8, 2017)

CONFERENCE DATES:

August 15 - 18, 2017

Mayor información en:
<http://intercon.org.pe/call-for-papers/>



Universidad Nacional de San Antonio
Abad del Cusco



IEEE

Xplore
DIGITAL LIBRARY



biblioteca
nacional
del Perú

Experimentando con WIE

Annielke Nahzareth Guzmán Ibarra

Presidenta Rama Estudiantil IEEE UNI Nicaragua
guzman.annielke.ni@ieee.org

I. INTRODUCCIÓN

Rama estudiantil UNI Nicaragua del Instituto de Ingenieros Eléctricos en su trabajo por promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, electrónica y ciencias en general desarrolla un calendario anual con actividades a llevarse a cabo todos los meses.

En el mes de Marzo por ser el mes de la Mujer a nivel mundial se creó una actividad de activación cognitiva para niñas de 6to grado de primaria. En dicha actividad las niñas pudieron aprender de forma teórica y práctica sobre ciencia y tecnología, descubrir la importancia de utilizar las matemáticas y otras habilidades de las ingenierías en la vida diaria. La metodología fue simple, se realizaron pequeños talleres (prácticas en el laboratorio) con el objetivo de presentar tres carreras de ingeniería de mucha demanda y mucho crecimiento en Nicaragua. (Química, Electrónica y Computación), dicha actividad se denomina **"Experimentando con WIE"**.

En la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), existe un grupo WIE el cual está conformado por estudiantes de las distintas carreras de ingeniería, en acompañamiento a esta actividad contamos con la ayuda de miembros del capítulo estudiantil Computer Society e Industry Application Society.

II. OBJETIVO GENERAL

Romper el modelo estereotipado del ingeniero masculino, haciendo que la ingeniería sea accesible a las niñas y que se diviertan desarrollando juegos y actividades de las distintas carreras.

III. ALCANCES

Con esta actividad se pretende despertar en las niñas de primaria su creatividad y motivarlas a no limitarse a lo cotidiano de la vida, sino a que incurran en el ámbito de las tecnologías en un futuro con las ingenierías.

Se proponen tres talleres, donde las niñas acompañadas de por ingenieros, ingenieras y estudiantes, "aprenderán haciendo". La supervisión de profesionales y estudiantes de ingeniería garantizará el orden, cuidado de materiales, y la seguridad de las participantes.

III. PLAN DE ACTIVIDADES

Introducción a la Programación Ingeniería en Computación

Diseñado para permitir a las participantes crear programas informáticos sencillos. En este taller se presenta a la programación como una herramienta para desarrollar habilidades de solución de problemas, y perseverar en tareas difíciles.

Cada participante tendrá a disposición una computadora con Code Studio, una plataforma de programación y codificación muy utilizada para enseñar a programar de forma divertida. Está pensada para estudiantes de primaria por ser fácil de usar.

Uso de Arduino – Ingeniería en Electrónica

Diseñado para permitir a las participantes crear, programar y controlar un farol mediante Arduino, una plataforma libre que permite la automatización y el control incluso por medio de internet. Específicamente, se realizará el Encendido y apagado de luces LED, programando el Arduino



Taller de Computación, Introducción a la Programación

se podrá decidir hacia dónde se moverán las luces y qué colores se desplegarán en el farol.

Análisis y Proceso Mermelada de Piña Ingeniería Química

Diseñado para permitir a las participantes tener un primer contacto con un laboratorio de química de la vida real. Con este taller las participantes entenderán fenómenos químicos cotidianos, permitiéndoles desarrollar habilidades que les permitan analizar estos fenómenos desde el conocimiento escolar.



Taller de Química, Análisis y Proceso Mermelada de Piña

Población Meta:

15 estudiantes, todas niñas de 6to Grado del Colegio Liceo Franciscano, las que serán trasladadas a las instalaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería. Se sugiere que las niñas porten su uniforme escolar y estén acompañadas por un docente asignado por el colegio.

Resultados Obtenidos:

- Con mucho éxito logramos mantener la atención de las niñas y el entusiasmo por recibir más talleres relacionados a la ingeniería. **"Lo que más me ha gustado de esta visita fue cuando trabajamos con las luces Led y vimos cómo se ahorra energía, me gusto conversar con los profesores ellos nos han enseñado muchas cosas"** expresó la niña Stefani Paola Olivares Mendoza, estudiante del Colegio Liceo Franciscano.
- Enlazamos una mejor comunicación con el Director de la Escuela, consiguiendo que este nos pidiera realizar 1 taller al mes con niñas de distintos grados, para la motivación de las mismas.
- Nuestra Rama estudiantil ahora es conocida a nivel Nacional en relación a que somos y que hacemos ya que un periódico Nacional hizo una publicación sobre la actividad. Ver: <https://nuevaya.com.ni/dia-la-ingenieria/>
- Las entidades superiores de Nuestra Universidad se sienten orgullosos del trabajo realizado por nuestra Rama estudiantil indicándonos que contamos con el apoyo necesario para realizar más actividades educativas como esta.



Aprovechamiento de Recursos Naturales.

Proyecto Aplicativo y Seminario Internacional a Biodigestores.

Daniela Alba

(Student Member)

falbak@unbosque.edu.co

Daniel R. Aquite

(Student Member)

daquite@unbosque.edu.co

Ingrid M. Cordon

(Student Member)

icordon@unbosque.edu.co

Yeison I. Montenegro

(Student Member)

ymontenegro@unbosque.

María P. Perez

(Student Member)

mpperezl@unbosque.edu.

Rama Estudiantil Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Universidad El Bosque

Resumen — El presente artículo tiene como fin dar a conocer cómo a través de la realización del Seminario Internacional de experiencias en digestión anaeróbica y biodigestores de pequeña y mediana escala, fue posible suplir la necesidad existente de falta de información, fruto de una experiencia fallida de implementación de un Biodigestor en la comunidad Muisca de la localidad de Bosa en Bogotá D.C.; Obteniendo como resultado la construcción de un marco metodológico para la realización de proyectos que involucren el acercamiento a una comunidad determinada. Este marco tiene como ejes centrales la gestión y planificación de actividades, integración de las diferentes disciplinas de la Ingeniería, junto con el aporte de esta a la sociedad; Esto fue posible gracias al trabajo conjunto de la Red Colombiana de la energía de la Biomasa - RedBioCOL y La Red de Biodigestores para América Latina y El Caribe - RedBioLAC, con la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, y por ende con la Sociedad de Potencia y Energía - PES, de la Rama estudiantil de IEEE de la misma.

Palabras clave: Biodigestor, Residuos Orgánicos, Digestión Anaeróbica, Comunidad, Planificación De Actividades.

II. RETO

En primera instancia, tras la descripción verbal de un profesional de IEEE Sección Colombia frente a las posibles necesidades de la comunidad indígena Muisca de Bosa, en Bogotá D.C., se identifica que la comunidad cuenta con necesidades de gestión de residuos y que además, buscan tras dicha gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos desarrollar una vía de emprendimiento que repercuta en ganancias monetarias, solicitando particularmente el diseño e implementación de un biodigestor que cubra con dichas necesidades. Siendo así es indispensable enfocar los esfuerzos hacia la búsqueda de información que permita la formulación de soluciones, que cuenten con el rigor Ingenieril que se requiere, promoviendo de esta forma la finalización exitosa de los proyectos y reduciendo así, las fallas dentro del proceso a la hora de implementar alternativas de solución a problemáticas relacionadas con la temática objeto de estudio.

II. SOLUCIÓN

Dentro de la comunidad Muisca, se solicita particularidad en el diseño e implementación de un Biodigestor para el manejo de residuos sólidos, con el fin de aprovechar su producto en red eléctrica y abono para los cultivos que realizan en su cotidianidad.

Sin embargo, dentro de la aplicación de la ingeniería, se pueden presentar diferencias opciones de solución, las cuales deben ser aprobadas previamente por la comunidad.

III. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas ambientales que enfrenta la sociedad hoy en día, es el incremento en la generación de residuos orgánicos. Es por esta razón, que el manejo sostenible de este tipo de residuos, se ha convertido en una prioridad política, evidenciando así la unión de esfuerzos comunes que se enfocan tanto en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como en la mitigación de los efectos del cambio climático [1].

En este contexto, es importante mencionar que cuando una comunidad presenta una problemática asociada a la alta generación de residuos orgánicos, se debe hacer un análisis de todos y cada uno de los determinantes técnicos que condicionan la alternativa de solución a implementar.

De esta manera la digestión anaeróbica puede ser considerada como una de las mejores alternativas de aprovechamiento de este tipo de residuos, ya que por medio de este proceso microbiológico en ausencia de oxígeno, se descompone el sustrato orgánico y se transforma en una fuente de energía como lo es el biogás y también se obtienen fertilizantes naturales para el suelo [3].

Sin embargo, como lo es el Caso de la Comunidad Muisca, ubicada en la localidad de Bosa en Bogotá D.C., quienes presentan una problemática asociada a los aspectos mencionados, no fue posible la implementación de un Biodigestor porque al realizar una evaluación de la viabilidad técnica del mismo, no se contaba con la suficiente información y a su vez el proceso de planificación del diseño del mismo no contó con las condiciones dadas para que se diera una implementación de manera exitosa, dadas las condiciones del terreno y los usos establecidos para el producto generado por el biodigestor, lo que constituyó un intento fallido en la realización de dicha propuesta.

Siendo así, surge la necesidad de obtener e intercambiar información como la presentada en el seminario internacional de experiencias en digestión anaeróbica y biodigestores de pequeña y mediana escala, buscando proyectar, motivar y llegar a implementar una herramienta tecnológica que signifique un aporte significativo en el manejo de residuos orgánicos, dando a conocer tanto las dificultades, como los beneficios de implementar los biodigestores.

Es importante mencionar, que la falta de información genera la apertura de una brecha que es importante reducir, ya que con la construcción de la metodología que a continuación se presenta, se constituye un marco metodológico que puede ser considerado como una herramienta para el desarrollo de futuros proyectos de acercamiento a la comunidad, fundamentado en la gestión y planificación de actividades, integración de las diferentes disciplinas de la Ingeniería, junto con el aporte de esta a la sociedad.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA A SEGUIR.

A partir de la generación de residuos sólidos orgánicos, se busca implementar mecanismos que permitan mejorar la calidad de vida de las comunidades por medio del aprovechamiento de estos residuos producidos dentro de las mismas, a través de la implementación de tecnologías que contribuyan tanto al desarrollo de la economía como del buen vivir; para ello, es necesario un manejo adecuado de los residuos sólidos orgánicos, para así disponerlos como una alternativa de mejora que apunte al sector energético, a la calidad de los suelos y con esto, se promueva la soberanía y sostenibilidad alimentaria; es por esto que se busca contribuir a través del conocimiento y la implementación de tecnología, en el bienestar de las comunidades, aportando las herramientas necesarias para que estas logren apropiarse y empoderarse [1] de las herramientas que les rodean.

En este orden de ideas, por un lado se procede a realizar una evaluación preliminar para el diagnóstico que brindó un Profesional de IEEE Sección Colombia, respecto a las necesidades de la comunidad frente a la disposición y el manejo de los residuos sólidos orgánicos como una alternativa en pro de la comunidad; para ello, se realizaron salidas de campo al lugar en el cual se planeó el proyecto para así no sólo recibir la aprobación por parte de la comunidad indígena frente al trabajo de los capítulos y por tanto su intervención dentro de la comunidad, sino además identificar los requerimientos necesarios para llevar a cabo dicho proyecto. Por otro lado, a lo largo del desarrollo de la actividad, se identificó la importancia de la inclusión de capítulos como PES, SSIT, IAS y CONTROL en miras de gestionar adecuadamente el proyecto e implementar las tecnologías necesarias, por medio de las competencias obtenidas en cada uno de los capítulos bajo sus áreas de conocimiento, para así llevarlo a cabalidad.

En consecuencia, tras contemplar la necesidad de la comunidad y su interés por la elaboración de un biodigestor como alternativa de solución ante la problemática inicialmente descrita, desarrollando etnografía un método de observación participante y el análisis de los datos [1], se deriva una búsqueda de información respecto a las necesidades y requerimientos que acarrea el desarrollo del biodigestor; para ello se indaga en los requerimientos, ventajas y desventajas, de la implementación de un biodigestor. Una vez instauradas las bases teóricas básicas para la elaboración de un biodigestor, se procede con la corroboración de la información en campo ya que cuando se habla de investigación cultural, es indispensable la etnografía como base principal del conocimiento, la cual precisa de trabajo de campo. Para ello se debe realizar un acercamiento a la comunidad [1].

Para el acercamiento a la comunidad, es indispensable reconocer los principios y valores con los cuales esta comunidad cuenta. La información referente a los cimientos de esta comunidad y su progreso a través del tiempo,

dancuentadeloscambiosculturales, sin embargo es a través de las tradiciones que se mantienen [1], las que permiten reconocer e identificar la metodología por la cual se debía dar vía al proyecto, es decir, al conocer a profundidad los principios de esta comunidad, se comprendió la rigurosidad de los procesos por los cuales se debía proceder para así concretar la intervención; tras identificar el respeto por sus creencias y por sus métodos, se procedió a aplicarlos. Una vez realizados los rituales pertinentes como consecuencia de su aceptación en la comunidad para tener la autorización de trabajar con ellos, se procedió a identificar si realmente las necesidades manifestadas apuntaban a la solución de problemáticas específicas ya que, no se puede obligar a las personas a hablar de lo que no les interesa y es mediante el diálogo que se llega a estos temas generativos [1]. Tras la elaboración de entrevistas e identificación de prioridades, se reconoció la necesidad de la comunidad por hacer una gestión adecuada de los residuos sólidos, en tanto la comunidad manifestó que contaba con problemas relacionados con la recolección de basura y que, además, deseaban dar un aprovechamiento a residuos sólidos como las botellas PET y demás residuos generados en la comunidad.

Dentro de las especificaciones del lugar que se obtuvieron mediante el levantamiento de requerimientos, se obtuvo la siguiente información:

- El agua utilizada por la comunidad para suplir las necesidades de su zona comunal, era suministrada por el acueducto y una parte era de recolección de aguas lluvias.
- La comunidad cuenta con todos los servicios públicos.
- Tienen apoyo de la Secretaría de Salud, la cual les asigna un médico que atiende en conjunto con un curandero de la comunidad. Cuentan también con el apoyo de la Secretaría de Educación y la Secretaria de Gobierno.
- La comunidad está conformada por alrededor de 726 familias que representan

un total de 3500 personas.

- La comunidad deseaba que sus residuos transformados por medio de un biodigestor, fueran vendidos en las veredas aledañas para generar un desarrollo sostenible.
- El terreno en el que habitan, es rentado y el suministro de estiércol que se utilizaría para el biodigestor tocaría comprarlo.
- Cuentan con un jardín a media cuadra, el cual desean involucrar en el proyecto.

A partir de esto, se sugiere llevar un predeterminado paso a paso para lograr un proyecto de éxito en el tema. El proyecto liderado por estudiantes de la Universidad El Bosque realiza procesos de desarrollo en campo para un biodigestor, como levantamiento de requerimientos en la Comunidad Muisca de Bosa, para establecer metodologías en las cuales se pretendía lograr un funcionamiento activo del mismo, llegando a establecer como no viable el proyecto por diferentes condiciones de la comunidad y el terreno.



Esquema No 1. Elaboración propia de soluciones. [3]

En el esquema 1, se plantea la solución en biodigestores por parte de la RedBioLac contando con la participación de los conferencistas que participaron en el seminario realizado por los miembros de la Rama IEEE de la Universidad, miembros del capítulo de PES, como representación de manera ideal a la introducción de digestión anaerobia, biodigestores de pequeña y mediana escala.

V. RESULTADOS

Al realizar un acercamiento en la comunidad se obtuvo como resultado a partir del levantamiento de requerimientos, que el desarrollo del proyecto con la comunidad Muisca de Bosa no se podrá concluir ya que no existen condiciones óptimas de espacio ni la suficiente cantidad de residuos orgánicos capaz de mantener un biodigestor y que al mismo tiempo fuera sostenible para la comunidad. Además, se plantearon otra solución para el manejo de los residuos como la implementación de vermicompostaje, reciclaje de residuos aprovechables y transformación de los mismos, pero finalmente por falta de comunicación entre los actores involucrados, falta de espacio y de cumplimiento de demás requerimientos, no se desarrolló el proyecto en su totalidad.



Esquema No 2. Espacio disponible para implementación del Biodigestor.

Como consecuencia de lo anterior, el capítulo estudiantil PES de la Rama de la Universidad El Bosque, identifica la necesidad de adquirir más información en cuanto a la introducción y a la implementación de biodigestores, con el fin de que los miembros de la Rama estuviesen capacitados en esta temática y en el futuro fueran capaces de desarrollar proyectos similares en su totalidad y lograr un trabajo holístico e integrado.

Los miembros del capítulo PES plantean la realización de un Seminario Internacional de experiencias en digestión anaeróbica y biodigestores de pequeña y mediana escala que fue el resultado de la articulación de la RedBioCol el cual cuenta con el respaldo de la RedBioLac,

permitiendo la participación de 4 conferencistas internacionales (Argentina, Costa Rica, Ecuador, Chile), 4 nacionales (UTA, CIPAV, UIS) y 124 asistentes entre la Universidad El Bosque, Uniagraria, Sergio Arboleda, UIS, Nacional de Pereira, Buenaventura, Universidad Cooperativa de Colombia y Pontificia Universidad Javeriana, como introducción a diferentes medios de tratamiento y uso de biol, reactor PFR de bajo costo, asobiogas y biodigestores de pequeña y mediana escala en Lac.



Esquema No 3. Seminario con la RedBioLAC.

Logrando a través de la participación de los expositores al intercambiar información respecto experiencias, avances y soluciones entre las instituciones participantes de la junta directiva de RedBioLAC y RedBioCOL como representación. Una socialización de experiencias para poder alcanzar incremento en el número de convenios nacionales e internacionales en proyectos activos por parte de los exponentes o de las relaciones que se establecieron, con el fin de estimular tratamiento integral y manejo de residuos como estrategias para el bienestar de la población.



Esquema No 4. Conferencista perteneciente a la RedBioLAC.

VI. CONCLUSIONES

A pesar de no lograr efectuar los principales objetivos de implementar un biodigestor en la Comunidad Muisca de Bosa, resultó de gran aporte para tener en cuenta la toma de requisitos y conocimientos claves para llegar a resultados máximos en los que se espera lograr grandes ayudas en diferentes comunidades o en donde se requiera este tipo de mecanismos de aprovechamiento, tanto de recursos naturales como de residuos orgánicos.

Tras identificar que los biodigestores ofrecen la ventaja del tratamiento de los desechos orgánicos, extrayendo parte de energía contenida en el material, controlando el fertilizante para los malos olores y proliferación de moscas, reduciendo la demanda química y biológica; se identifica que esta tecnología se puede implementar en zonas rurales y urbanas, beneficiando a los individuos, la biodiversidad y la sostenibilidad. Así mismo, es éste último aspecto, una de las conclusiones más relevantes dentro del seminario, dado su impacto de manera positiva frente a las comunidades. La sostenibilidad del proyecto se expone a través de una variedad de tecnologías como vías de solución frente a un inadecuado servicio de recolección de basuras, emprendimiento a partir de separación de residuos en la fuente y, su actuación como una tecnología que da solución a los problemas de la comunidad adecuándose a sus necesidades y requerimientos.

La socialización de experiencias internacionales y nacionales en biodigestión anaerobia y el aprovechamiento energético de residuos orgánicos, contó con participación de diversas instituciones universitarias. A partir de este seminario, se genera una base para continuar superando los retos e ir generando un crecimiento conjunto con los voluntarios de la Rama, gracias a la correcta planificación de actividades, así como también el ir disminuyendo las brechas de información en cuanto a los biodigestores.

Este proyecto promueve la implementación de la ingeniería para mejorar la calidad de vida de las comunidades que más lo necesitan, impulsando así la ingeniería para el mundo.

VI. AGRADECIMIENTOS

A Clara Nensthiel, consejera de rama Estudiantil y del capítulo SSIT. Por el apoyo e información brindada durante el desarrollo de las actividades en el transcurso del año 2015-2016, a los profesores consejeros: Jorge Meneses (EMB), Diana Fajardo (PES); por guiarnos en la experiencia de concluir con los proyectos propuestos en manera de aprendizaje para los participantes de los proyectos; a los presidentes de capítulos y demás voluntarios colaboradores en este proceso.



María Paula Pérez Largo. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Miembro Voluntario de la Subdivisión de Estudiantes de IEEE, y miembro del capítulo de SSIT de la misma.

VI. BIOGRAFIAS



Daniela Alba Patiño. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Miembro Voluntario de la Subdivisión de Estudiantes de IEEE y miembro del capítulo SSIT de la misma.



Ingrid Melanie Cordon. Estudiante de Bioingeniería, Miembro Voluntario de la Subdivisión de Estudiantes de IEEE, y miembro del capítulo de PES de la misma.



Yeison Iván Montenegro Castañeda. Estudiante de Ingeniería Ambiental, Miembro Voluntario de la Subdivisión de Estudiantes de IEEE, vicepresidente de la misma y miembro del capítulo SSIT de la misma.



Ricardo Aquite. Estudiante de Bioingeniería, Miembro Voluntario de la Subdivisión de Estudiantes de IEEE, y miembro del capítulo de PES de la misma.



Favor de compartir este mensaje con personas interesadas en **DOS sesiones** en castellano:

- 1) Sesión 1: "Estrategias avanzadas de búsqueda en las investigaciones científicas-técnicas: El uso y el valor de la Biblioteca IEEE Xplore", y después;
- 2) Sesión 2: "Cómo publicar artículos en IEEE Xplore"

Esperamos su participación y apoyo en promocionar estos eventos sin costo alguno.

Sesión 1: miércoles 14 de junio, 2017 a las 10:30 horas ET (Nueva York):

8:30: San José, Costa Rica
 9:30: Lima, Quito, Bogotá, Ciudad de México
 10:30: Caracas; San Juan, Puerto Rico, Asunción, Santiago, Chile
 11:30: Buenos Aires, Montevideo, Sao Paulo
 16:30: Madrid

Guarde la siguiente URL la cual le conectará directamente a la conferencia:

<https://ieee.webex.com/ieee/j.php?MTID=medc0b17aa24c7d3cfea31b2da7bd1e1a>

Meeting number (access code): 637 324 848

Meeting password: junio14

Sesión 2: miércoles 14 de junio, 2017 a las 13:30 horas ET (Nueva York):

11:30: San José, Costa Rica
 12:30: Lima, Quito, Bogotá, Ciudad de México
 13:30: Caracas; San Juan, Puerto Rico, Asunción, Santiago, Chile
 14:30: Buenos Aires, Montevideo, Sao Paulo
 19:30: Madrid

Guarde la siguiente URL la cual le conectará directamente a la conferencia:

<https://ieee.webex.com/ieee/j.php?MTID=m34086b68fb7d5e56f5c42e94adc184cb>

Meeting number (access code): 630 307 707

Meeting password: ComoPub14Junio

Es recomendable entrar a la sesión 10 minutos antes del comienzo para asegurar la configuración correcta de su equipo (desactivar "pop-ups", etc.).

• ¿Cómo puedo lograr mejores resultados de investigación en menos tiempo?

Si tiene preguntas o comentarios sobre la capacitación, favor de comunicarse directamente conmigo antes del evento.

Para cualquier pregunta relacionada con su suscripción, contacte con su representante IEEE autorizado de ventas:

España: My Infile, Federico Pena; infile@telefonica.net, +34 91 402 3236

América Latina: EBSCO: Lidiette Quesada; lquesada@ebSCO.com, +1 978 944 0113

Michael Shapiro, MA, MLIS: IEEE Client Services Manager for Spain and Latin America

m.s.shapiro@ieee.org

www.ieeexplore.ieee.org

Análisis de Riesgo y Flexibilidad del Plan de Expansión del Sistema Eléctrico de Potencia Paraguay bajo Incertidumbre

F. Ferreira, *Student Member, IEEE*, D. Ríos, F. Fernández, F. Escudero, G. Blanco, *Senior Member, IEEE*

Abstract—Nowadays, power system planners aim to promote investments in generation and transmission capacity for keeping pace of the increasing demand that could benefit a country, in terms of economic growth and development. Furthermore, tailored investment valuation models could help to quantify the contribution of strategic flexibility in investment portfolios of such power system activities. In this sense, this paper seeks to assess the performance of scheduled investments within the Paraguayan power system focusing on risk analysis and management. Firstly, it is proposed a mathematical model which considers uncertainties in the demand growth, based on Monte Carlo simulations and the Brownian Motion with drift stochastic process. This model is applied to calculate the system's Optimal Power Flow DC (OPF-DC) from 2014 to 2023, in order to maximize the system-wide social welfare of the country. Then, the Real Options method is applied for valuing the strategic flexibility embedded into the Yguazu hydropower project in order to find the optimal investment time, initially scheduled for 2018. Finally, results show the risk of the investment portfolios and that is convenient to defer the hydropower project until 2023, in all the scenarios under study.

Index Terms—Power Planning, Flexibility, Brownian Motion, Optimal Power Flow, Real Options, Uncertainties.

I. INTRODUCCIÓN

LA transición hacia un sector eléctrico eficiente ha requerido un cambio de paradigma en la operación y planificación del sistema de potencia, con el objetivo de mejorar el grado de competencia en el mercado. La asignación eficiente de inversiones y el tiempo de toma de decisiones en la expansión son cada vez más importantes, por ser el sistema de transmisión (ST), la piedra angular en el que depende la coordinación entre oferta y demanda de electricidad, bajo niveles predefinidos de confiabilidad del servicio. En este sentido, el ST debe evolucionar apropiadamente para ser capaz de cumplir su papel de transporte de energía, desde la generación a los centros de distribución, en función de las necesidades futuras de la demanda.

El problema principal del ST, consiste en la naturaleza de

las inversiones, con características como: economías de escala, irreversibilidad, baja adaptabilidad, uso de capital intensivo, opciones de diferir y elevada exposición a las incertidumbres de largo plazo [1]. Así, una metodología de evaluación de inversiones adecuada, debe ser capaz de incorporar de manera cuantitativa estas particularidades, que pueden ser integradas en tres componentes fundamentales: irreversibilidad, incertidumbres y manejo de riesgo.

Algunas de estas incertidumbres, como por ejemplo, la evolución incierta de la demanda, pueden ser representadas adecuadamente a través de procesos estocásticos. Esto permite considerar escenarios de inversión con opciones de flexibilidad, a diferencia del enfoque fijo de flujo de caja descontado. La flexibilidad ofrece la posibilidad de adaptar rápidamente el plan de inversión de los sistemas de potencia y a bajo costo, a cualquier cambio, previsto o no, en las condiciones que se esperaban en el momento en que se decidió [2] - [3]. Por lo tanto, la estrategia de considerar la flexibilidad en proyectos de inversión podría verse como una técnica de manejo de riesgos, que permite gestionar adecuadamente las incertidumbres, que no están resueltas en el momento de la toma de decisiones [4].

El enfoque de Opciones Reales (OR), proporciona un marco basado en las teorías de opciones financieras, para la valoración de proyectos flexibles bajo incertidumbres aleatorias, con múltiples opciones estratégicas de flexibilidad, tales como: la opción de expandirse en una etapa posterior, posponer la opción y abandonar la inversión en el futuro [5].

En dicho sentido, este artículo propone la aplicación del enfoque de OR para la evaluación técnico-económica de inversiones en el sistema de transmisión, en base a simulaciones de Monte Carlo del beneficio social del mercado eléctrico paraguayo, contempladas en el Plan Maestro de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), para el período 2014-2023.

II. MODELADO DEL SISTEMA DE POTENCIA

La expansión del Sistema Interconectado Nacional (SIN) del Paraguay, se da en el marco de la ejecución de obras contempladas en el Plan Maestro ANDE 2014-2023, el cual busca acompañar el crecimiento proyectado de la demanda, donde las incertidumbres sobre la demanda presentan un comportamiento estocástico. Su impacto sobre la capacidad de transmisión y, consecuentemente, sobre las unidades

F. Ferreira y F. Escudero pertenecen a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Campus Universitario, San Lorenzo 2111, Paraguay (e-mail: fredy3a@hotmail.com.).

D. Ríos, F. Fernández y G. Blanco pertenecen a la Facultad Politécnica de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), Campus Universitario, San Lorenzo 2111, Paraguay (e-mail: gblanco@pol.una.py).

generadoras, es cuantificado a través de un modelo de simulación del despacho óptimo de carga del SIN. Luego, la diferencia de costos de operación del SEP en los escenarios, donde no se incluyen nuevas obras, y un escenario donde son ejecutadas nuevas obras según el plan maestro, definirá el Beneficio Social Incremental (BSI) del país, lo que permitirá cuantificar el rendimiento de las inversiones del Plan Maestro ANDE. Finalmente, se comparará el BSI obtenido en diferentes escenarios considerados con el valor de la flexibilidad del proyecto de la Central Hidroeléctrica Yguazú, también contemplada en el plan maestro, para, de esta forma, cuantificar el comportamiento neto de las inversiones en el ST.

A. Modelado de la Red

El flujo de potencia óptimo (Optimal Power Flow, OPF, por sus siglas en inglés) del SIN paraguayo, es obtenido a partir de un modelo de red simplificado que contempla las líneas de transmisión (LT) de 500 kV y 220 kV, además de las unidades generadoras existentes. Los datos del SIN utilizados fueron obtenidos de [6], mientras que en la Fig.1 se muestra la red para el año 2023, programado según el plan maestro ANDE.

El análisis contempla como horizonte el mediano plazo, y considera que durante el mismo la topología de la red y la situación de la carga en punta de dicho horizonte no superan el margen de reserva de generación. Además, la obtención del OPF toma como parámetros de control que el suministro de la demanda total proyectada se encuentra sin violaciones a los criterios de tensión y de carga en las líneas de transmisión y equipos de transformación ante condiciones normales de operación del sistema (red completa) [6].

Se evalúan también condiciones de emergencia, considerándose el Criterio N-1, en el que se supone la pérdida de un solo elemento del sistema por vez (red incompleta o alterada). Las contingencias son analizadas principalmente en los corredores de las líneas de transmisión modelados, de forma a estimar el desempeño del sistema ante dichas contingencias.

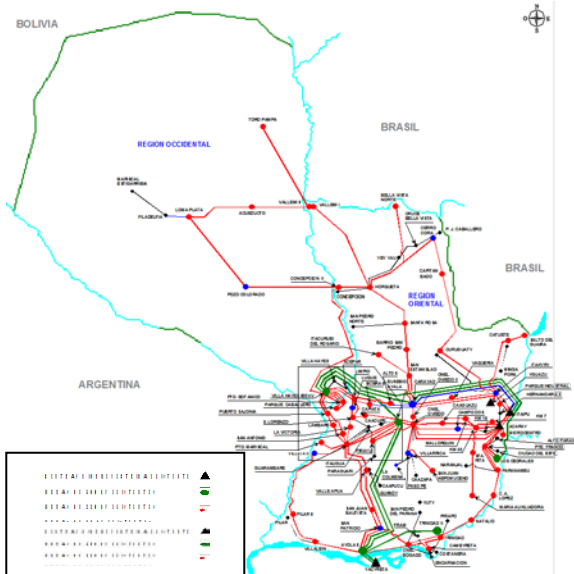


Fig. 1. SIN del Paraguay programado para 2023

B. Modelado del Crecimiento de la Demanda

El crecimiento de la demanda es el principal impulsor de la expansión de los sistemas energéticos. Generalmente, la demanda se considera como inelástica, es decir, existe una ausencia de control por parte de los clientes de su consumo a corto plazo. A pesar de que la carga se considera inelástica, se asume comúnmente que los clientes no estarán dispuestos a consumir energía si el costo de disponer la misma en condiciones de racionamiento o corte, es mayor que el costo tarifario de consumo; este costo es referido como el Costo de Energía No Suministrada (CENS), y es establecido generalmente en términos del administrador del mercado, con el fin de visualizar escenarios con escasez de energía, debido a que la capacidad de generación disponible no es suficiente para abastecer totalmente la demanda[7].

Un modelo estocástico de la demanda consistente debe girar en torno a un componente determinístico, sobre el cual existen fluctuaciones aleatorias. Para evitar una complejidad innecesaria, el componente fijo de crecimiento de la demanda consiste en una tasa tendencial anual que, generalmente se caracteriza como el crecimiento anual promedio obtenido sobre un histórico dado. Las desviaciones aleatorias de la tasa de crecimiento en torno al valor esperado, son interpretadas como un error de previsión de la tasa de crecimiento. De acuerdo con el Teorema del Límite Central, se asume que esta componente aleatoria para el caso de estudio, presenta una Distribución Gaussiana. Atendiendo a la generalización del Proceso de Wiener, esta componente se puede formular como sigue:

$$dz = \varepsilon \sqrt{dt} \quad (1)$$

Donde la variación de la variable z durante un corto intervalo Δt es definido por el producto de la variable aleatoria y la raíz cuadrada de la longitud del periodo. ε es llamado “ruido blando”, es decir, es una variable aleatoria independiente que presenta una distribución gaussiana, con valor esperado igual a 0 y varianza 1. Entonces, el modelo estocástico de la tasa de crecimiento de demanda dR dentro de un intervalo dt , se puede generalizar mediante la formulación del Movimiento Browniano Tendencial, acorde a la siguiente expresión:

$$dR(t) = \mu_{d_i}(t) \cdot dt + \sigma_{d_i}(t) \cdot dz \quad (2)$$

Donde μ_{d_i} es la media no condicional estimada de la tasa de crecimiento para el año t , $\sigma_{d_i}^2$ es la varianza no condicional estimada para el intervalo de tiempo dt , y dz es el proceso de Wiener [7]. Los parámetros estocásticos utilizados se muestran en la Tabla I.

TABLA I.
Parámetros Estocásticos

País	$\mu_{d_i} [\%]$	$\sigma_{d_i} [\%]$
Paraguay	8,03261	4,2742

C. Flujo de Potencia Optimo del SIN

Como parte de este trabajo, el Ahorro en Costos de Generación (ACG), se utiliza como criterio para evaluar el desempeño económico de la expansión de la red. Por lo tanto, incorporando el modelado del crecimiento de la demanda estocástica para las simulaciones de la operación del SIN, se consideran dos escenarios, sin la ejecución de obras del Plan Maestro ANDE de generación y transmisión por un lado, y con la ejecución de dichas obras por otro lado, con el fin de replicar el comportamiento del sistema y estimar los costos de producción en ambos escenarios.

El cálculo del OPF DC, tiene el objetivo de estimar el costo óptimo de generación. El modelo OPF DC ha sido ampliamente utilizado en numerosos casos de estudio de sistemas eléctricos de potencia, para calcular el despacho de generación basado en ofertas presentadas por los generadores, así como también, considera las limitaciones de la red.

El objetivo general del mencionado modelo es maximizar el BSI, dicho de otro modo, minimizar el costo de generación considerando que la demanda es inelástica. El modelo incorpora los límites de capacidad de las LT, pero hace concesiones respecto a la réplica de algunas características del comportamiento real del sistema, de manera a ganar simplicidad. Por ejemplo, las transacciones comerciales en interconexiones transfronterizas no se pueden evaluar de manera explícita [7].

La ventaja del cálculo del OPF, es que los resultados representan el verdadero potencial de la red, independientemente de su comportamiento real. Para la minimización del costo de generación, el problema de optimización puede afirmarse matemáticamente como sigue:

$$\text{Función objetivo} = \min[\sum_i \sum_g C_g(P_g^i)] \quad (3)$$

Sujeto al balance de potencia para el nodo i

$$\sum_g P_g^i - \sum_d P_d^i - \sum_l F_l^i = 0 \quad (4)$$

Sujeto a la producción máxima de cada generador

$$P_g^{i,min} \leq P_g^i \leq P_g^{i,max} \quad (5)$$

Sujeto al flujo de potencia en ambos sentidos de todas las LT conectadas en el nodo i

$$F_l^{min} \leq F_l \leq F_l^{max} \quad (6)$$

Donde C_g es la curva de oferta del generador [USD/h], P_g^i y P_d^i son las potencias [MW] producidas por el generador g y la demanda en el nodo i, F_l es el flujo de potencia para cada línea de transmisión del sistema.

Para este trabajo, el comportamiento estocástico de la operación del SIN puede ser caracterizado mediante un modelo fundamental, ya que los costos de generación anuales están directamente influenciados por el comportamiento estocástico de la demanda, en el corto y mediano plazo. Cabe

destacar que la demanda es modelada en el problema del OPF como carga despachable, es decir, con valores negativos en términos de producción de potencia.

Desde un punto de vista económico, se utiliza el flujo de caja estocástico definido por el costo anual de ahorro de generación para cada realización, con el fin de evaluar el rendimiento de la inversiones en el ST, donde los costos de las inversiones requeridas son obtenidas del Plan Maestro de la ANDE.

III. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS INVERSIONES DEL SEP

El enfoque tradicional que la evaluación de proyectos utiliza es el método del Valor Presente Neto (VPN). Este enfoque de evaluación presenta un buen rendimiento cuando el proyecto está expuesto a una incertidumbre escasa o nula en sus variables de estado y no tiene ninguna opción de flexibilidad estratégica (opción de aplazar, ampliar, cambiar, abandonar, etc.). Sin embargo, la herramienta más apropiada para la evaluación de las inversiones bajo procesos estocásticos es la técnica de Opciones Reales.

A. Flujo de Fondo Descontado Estocástico

El Ahorro en Costos de Generación (ACG), a lo largo del horizonte de inversión se puede calcular mediante la implementación de simulaciones de Monte Carlo. Por lo tanto, el flujo de fondo descontado estocástico del proyecto se define por un conjunto de flujos de fondos obtenidos del OPF y los desembolsos de capital efectuados para el proyecto de expansión. El flujo de fondos resultante de cada simulación de Monte Carlo está compuesto por el BSI anual y los costos de inversión. Así, en este módulo se calcula el valor actual de BSI acumulado en el horizonte de estudio, basado en los ahorros de costos del sistema [2]. Asimismo, en primer lugar, los flujos de fondos del BSI que se originan a causa de la ejecución del proyecto de expansión son descontados por el Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC, Weigthed Average Capital Cost, por sus siglas en inglés), de acuerdo con la siguiente expresión:

$$VP(BSI_{s,\omega,t_n}) = \sum_{t=t_n}^T \left(\frac{ACG_{t,\omega}^S}{(1+WACC)^t} \right) \quad (7)$$

$$VPN(BSI_{s,\omega,t_n}) = \sum_{t=t_n}^T \left(\frac{ACG_{t,\omega}^S - I_{s,t} - CO_{s,t}}{(1+WACC)^t} \right) \quad (8)$$

$$\mathbb{E}[VPN(BSI_{s,\omega,t_n})] = \sum_{\omega=1}^{\Omega} \frac{1}{\Omega} \left(VP(BSI_{s,\omega,t_n}) \right) \quad (9)$$

Donde $ACG_{t,\omega}^S$ y $I_{s,t}$ son los Ahorros en Costos de Generación y los Costos de Inversión respectivamente, las ecuaciones (7) y (8) son el VP y VPN del BSI, ejecutando la estrategia de inversiones en el año t_n y T es el horizonte de inversión. Finalmente, la ecuación (9) define el valor esperado del VPN para Ω realizaciones de Monte Carlo. En cada caso, los sub-índices corresponden al t-ésimo año, i-ésima realización de la simulación de Monte Carlo del sistema de potencia.

B. Programación Dinámica basada en el Valor Esperado

El valor de una inversión flexible, se calcula hallando el tiempo de ejercicio óptimo de las opciones de flexibilidad. La programación dinámica es una herramienta adecuada para llevar a cabo esta tarea. Este enfoque podría ser visualizado gráficamente como un árbol de decisión, y la opción real obliga a una búsqueda del momento óptimo para invertir. En un tiempo t genérico, el modelo estimará el valor presente neto de la inversión teniendo en cuenta la probabilidad de dos escenarios: invertir ahora o mantener la inversión hasta el próximo período.

Por razones de claridad, como ha sido expuesto en [2], el punto de partida del análisis es la evaluación de inversiones en la red de transmisión con la opción de diferir el proyecto Yguazú. Suponiendo que la licencia del proyecto tiene T años de vigencia y el capital necesario para invertir en el año t es $I(t)$, el valor esperado del proyecto de inversión se considera como activo subyacente, $\mathbb{E}[VP(BSI)]$. La tasa libre de riesgo se denota por r . La política óptima de ejercicio de las opciones se deriva de la comparación del valor intrínseco de la opción de diferimiento, con el valor de mantener viva la opción. El problema se inicia desde el último año y procede de manera recursiva, de atrás hacia adelante, hasta alcanzar el primer año. Durante el último año, el problema se modela como:

$$\begin{aligned} &\text{Ejecutar, si } V(T) = \mathbb{E}[VP(BSI)] > I(T); \\ &\text{No ejecutar, si } V(T) = \mathbb{E}[VP(BSI)] \leq I(T); \end{aligned} \quad (10)$$

Consecuentemente, la política óptima de decisión en T es:

$$V^*(T) = \max[(\mathbb{E}[VP(BSI)] - I(T)); 0]; \quad (11)$$

En todos los años $0 < t < T$, el valor de ejercer la opción de inversión en un tiempo dado es el VPN del proyecto de inversión si la inversión se realiza en el tiempo t , es decir:

$$V^{ex}(t) = \mathbb{E}[VP(BSI)] - I(t); \quad (12)$$

Por otro lado, el valor de continuación de opción en el instante t -ésima, es decir, el valor del proyecto si la decisión es posponer la ejecución, está dada por:

$$V^{cont}(t) = \frac{V^*(t-1)}{(1+r)} \quad (13)$$

Donde $V^{cont}(t)$ es el valor encontrado bajo condiciones óptimas durante los años $t + 1, t + 2, \dots, T - 1, T$ descontados al año $t + 1$.

Por lo tanto, en cualquier momento t , la política óptima de ejercicio se deriva del problema de optimización:

$$V^*(T) = \max[(\mathbb{E}[VP(BSI, t)] - I(T)); \frac{V^*(t-1)}{(1+r)}]; \quad (14)$$

La última relación de optimización extiende la clásica regla del VPN. La política de decisión extendida es: "En el año t , el tomador de decisiones no debe invertir en el proyecto de inversión (esperar por lo menos un año) a menos que el valor

esperado del valor presente neto de la inversión es mayor que el valor de continuación"[2]. Si la opción no se ejerce en el año t , el titular de la opción tendrá dos opciones en el próximo año: la opción de ejercicio o la espera de una mejor oportunidad (aplazar la inversión). Así, el enfoque proporciona el momento óptimo de inversión y el valor de dicha ejecución óptima $V^*(0)$.

IV. SIMULACIONES Y RESULTADOS

El caso de estudio pretende ilustrar la metodología propuesta, con el objetivo de analizar los riesgos en diferentes escenarios de las inversiones del plan de expansión del ST paraguay, considerando la flexibilidad de la CH Yguazú. El análisis es realizado a través del modelo matemático propuesto, considerando el comportamiento estocástico de la tasa de crecimiento de la demanda eléctrica durante el horizonte de inversión mencionado. En la Fig. 2, se puede observar un ejemplo de pasos de iteraciones de la tasa de crecimiento de la demanda, donde la componente tendencial es igual al crecimiento anual histórico promedio de 10 años de la potencia eléctrica de demanda máxima en el Paraguay, con una varianza obtenida considerando dicho comportamiento histórico. [8]

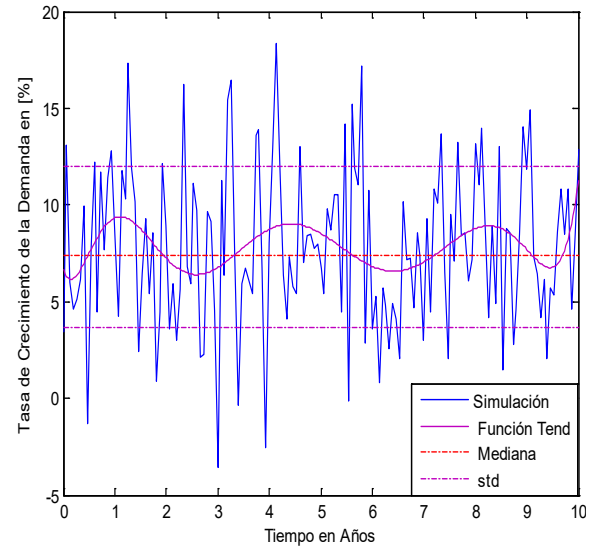


Fig. 2. Comportamiento Estocástico de la demanda.

El costo de generación de la CH Yguazú es considerado en dos escenarios, ya que es una variable no aleatoria; en este caso los costos mínimo y máximo considerados son 15 USD/MWh y 66 USD/MWh. En situaciones de déficit de energía, el precio del déficit es fijado en el valor de VOLL (Value of Lost Load, Valor de Pérdida de Carga, por sus siglas en inglés), el cual es considerado igual a 2940 USD/MWh [9]. Además, la evaluación económica considera una tasa de inflación anual del 4%, y una tasa de descuento WACC del 9% sobre el horizonte, desde el año 2014 al 2023.

Con el fin de determinar el costo de operación para el período de carga pico en el horizonte de inversión se realizan simulaciones de OPF-DC, en un modelo equivalente del SIN paraguay, para los escenarios sin y con obras de inversión.

Además, se consideran contingencias, teniendo en cuenta el criterio N-1 para las LT. Para la validación del modelo utilizado, se realizó una comparación de los flujos de potencia AC (PF-AC), con las simulaciones del presente trabajo, observándose resultados similares. Igualmente, se tomó en cuenta el criterio de convergencia del método de Monte Carlo, lo cual está definido con un error relativo máximo del 1%, con un intervalo de confianza del 90% [10]. Para el régimen normal de funcionamiento del sistema, son necesarias 2000 simulaciones de OPF en cada año de estudio, para satisfacer la convergencia de la esperanza del VPN bajo dicho criterio.

El OPF-DC se calcula utilizando el software Matpower 6.0, el cual es un paquete de simulación del SEP en ambiente MATLAB [11].

Consecuentemente, se obtiene el riesgo inherente de las inversiones del SEP paraguay, es decir, la probabilidad donde los VPN son menores a ceros (Tabla II), considerando los escenarios en régimen normal y en régimen de contingencia simple, criterio N-1, de las LT.

TABLA II.
BSI Y RIESGO DEL PLAN MAESTRO ANDE 2014-2023

Estudio	$E[VPN(BSI)]$ (MUSD)	RIESGO (%)
Régimen Normal	2307,3	6,45
Régimen de Contingencia	2106,6	7,4

A. Evaluación de Opciones Reales

Seguidamente, es realizada la evaluación basada en el enfoque de Opciones Reales, valorando la opción de diferimiento de la inversión en el proyecto Yguazú, y así, apreciar la esperanza del VPN de las inversiones del plan de expansión de la ANDE y en el tiempo óptimo para el proyecto en base al BSI, tal como se muestra en la Tabla III.

TABLA III.
FLEXIBILIDAD DE LA CH YGUAZÚ

$E[VPN(BSI)]$ (MUSD)	2017	2018 (Plan ANDE)	2019	2020
	2292,6	2307,3	2321,1	2333,1
	2021	2022	2023	No Invertir
	2339,5	2330	2332,6	2586,6

Los resultados muestran que posponiendo la ejecución de la CH Yguazú un año, desde 2017 hasta 2023, y aunque el VPN de las inversiones del SEP tenga valores positivos, la estrategia óptima de inversión consiste en enfocarse solo en el ST, abandonando finalmente la ejecución del proyecto Yguazú. Además, el ahorro económico sin la ejecución del proyecto Yguazú para el Plan Maestro ANDE es de 279 MUSD.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo, la aplicación de un nuevo marco metodológico ha sido presentada, basada en simulaciones estocásticas y la teoría de OR, para analizar el riesgo asociado a la toma de decisiones en las inversiones del ST paraguay, considerando la flexibilidad del proyecto de la CH Yguazú, la cual está embebida en el Plan Maestro ANDE y programada inicialmente para el 2018.

El enfoque propuesto es capaz de replicar el comportamiento estocástico del crecimiento de la demanda pico, considerando un horizonte de estudio de 10 años, y dos escenarios de evaluación, con y sin la aplicación de obras contempladas en el plan de expansión de la ANDE, con el fin de presentar resultados que permitan definir una política de inversión óptima, contemplando la flexibilidad, de manera a maximizar el beneficio social del país.

Se concluye que, para el SIN paraguay, las obras contempladas en el Plan Maestro ANDE 2014-2023, sin considerar la flexibilidad de la CH Yguazú, desde el punto de vista técnico-económico y en régimen normal de operación, están justificadas. Con este estudio se obtuvo un beneficio económico social para el país de 2307 [MUSD] y un riesgo de tan solo 6,45%, el cual representa la probabilidad de que las inversiones del plan no serán factibles, en el caso de que la tasa de crecimiento estocástico de la demanda pico se encuentre muy por debajo de la media tendencial, y más aún si existen retrocesos, es decir, valores negativos en la tasa de crecimiento. Para el caso de régimen de operación en contingencia, aplicando el criterio N-1 a las LT, se obtuvo un riesgo de 7,4%. Para dicho caso se ha obtenido un beneficio económico social de 2106 [MUSD], aunque el riesgo haya aumentado, las probabilidades de que todas las LT salgan fuera de servicio por vez, en cada año de estudio, son muy bajas.

Finalmente, se ha cuantificado el valor de la flexibilidad de la inversión en la CH Yguazú. Los resultados muestran que es conveniente abandonar el proyecto, ya que para dicho escenario se obtuvo el máximo BSI, de 2586 MUSD y por tanto el menor riesgo de tan solo 3,5%, consecuentemente se obtendría un ahorro económico para el país de 279 MUSD. Con ello se justifica que la mejor estrategia de inversión resulta en enfocarse solamente en las inversiones de expansión del ST paraguay.

La principal contribución de este trabajo, es un modelo analítico para la toma de decisiones en la planificación de expansión del sistema de potencia, donde aspectos como la incertidumbre aleatoria del crecimiento de la demanda, e incertidumbre no aleatoria como el costo de generación, deben ser cuidadosamente tomados en cuenta, para la evaluación de inversiones en el sistema de potencia, y así, evitar toma de decisiones sub-óptimas.

VI. REFERENCIAS

- [1] P. Vasquez y F. Olsina, "Valuing flexibility of DG investments in transmission expansion planning," *Power Tech IEEE Lausanne*, 2007 pp. 695-700.
- [2] G. Blanco, F. Olsina and F. Garcés, "Transmission investments under uncertainty: the impact of flexibility on decision-making," in *IEEE PES General Meeting, San Diego*, 2010, p. 1-10.
- [3] G. Latorre, R. Cruz, J. Areiza, and A. Villegas, "Classification of publications and models on transmission expansion planning," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol.18, pp. 938-946, 2003.
- [4] V. Miranda and L. Proenca, "Why risk analysis outperforms probabilistic choice as the effective decision support paradigm for power system planning," *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 13, issue 2, pp. 643-648, 1998.
- [5] B. Ramanathan and S. Varadan, "Analysis of transmission investments using real options," *Power Systems Conference and Exposition, IEEE PES*, 2006, pp. 266-273.
- [6] División de Estudios Energéticos (2014, enero). Plan Maestro de Generación y Transmisión 2014-2023. ANDE. Paraguay. Disponible:http://www.ande.gov.py/plan_maestro_2014_2023.php
- [7] G. Blanco, D. Wanick, F. Olsina, F. Garcés and C. Rehtanz. "Flexible investment decisions in the European interconnected transmission system". *Journal Elsevier Power Systems Research*, 2010.
- [8] División de Estudios Energéticos. Mercado Eléctrico Nacional 2013-2023. ANDE. Paraguay. Informe N° DEE/TM-001/2013. Abril 2013.
- [9] Estudios Energéticos Consultores (2015, Mayo). Estudio de tarifas, resumen ejecutivo. ANDE. Paraguay. Disponible: <http://www.ande.gov.py>.
- [10] G. Fisherman, Monte Carlo: Concept, Algorithms and Applications, vol. I. New York: Springer 1996, pp. 21-120.
- [11] R. D. Zimmerman, C. E. Murillo-Sánchez, y R. J. Thomas, "MATPOWER steady-state operations, planning and analysis tools for power systems research and education," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 26, no. 1, pp. 12-19, Feb. 2011.



VII. BIOGRAFÍAS

Fredy Ferreira (Student MIEEE, 2017) Estudiante de la carrera Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Desde el año 2016 es joven investigador con el programa iniciación científica de la Universidad Nacional de Asunción. Sus áreas de investigación son, planificación de sistemas eléctricos, valuación de inversiones flexibles bajo incertidumbre.



Gerardo Blanco (Senior MIEEE, 2016), Obtuvo el título de Ingeniero Electromecánico de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay en el año 2004 y el título de Doctor en Ingeniería Eléctrica en el Instituto de Energía Eléctrica (IEE), de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Durante el año 2009 fue investigador visitante en el Institute of Power Systems and Power Economics - Technische Universität Dortmund, Alemania. Sus áreas de investigación son, planificación de sistema eléctricos, valuación de inversiones flexibles bajo incertidumbre, teoría de juegos y desarrollo de políticas energéticas con énfasis en eficiencia energética. Desde el año 2010 es Docente Investigador de la Universidad Nacional de Asunción.



enlaces
Conectando puntos en la R9

Envía tu artículo para nuestra
edición especial **ComSoc**

enlaces@ieee.org

Deadline: Julio 31/2017

Analysis of electrical systems in the petrochemical industry in Mexico. Part 1: load flow and short circuit recommendations according to standards

Luis Ivan Ruiz Flores
(IEEE Senior Member)
ETAP® Latin America
ivan.ruiz@etap.com

Calle: Melchor Ocampo 193, Deleg. Miguel Hidalgo, Col. Verónica Anzures, C. P. 11300 Ciudad de México, CDMX
Phone: +52 55.25099351

Gerardo Rojas Pérez
(Co-author)
PEMEX: Refinery of Cadereyta City
gerardo.rojas@pemex.com

Constantino Mendoza Olascoaga
(Co-author)
PEMEX: Industrial Transformation
constantino.mendoza@pemex.com

Abstract- This article presents the current status of the electrical system of the refineries in Mexico. Emphasis is made on the technical modifications in the primary electrical equipment and impacts on the national energy system. The Refining Industry in Mexico has been carrying out transformations and modernizations in the electrical systems to impact on their availability of the system. A previous diagnosis of energy conditions in electric and power systems of refineries in México, and radical changes proposed to implement new electric power distribution systems to establish the culture of Operational Reliability are described. The process of petroleum refining in Mexico has required a robust modernized infrastructure. A list of actions and recommendations that have been made to optimize load flow and short circuit analysis is also presented. The results of this article (Part 1) mainly show the changes required in the Mexican Refining Industry for a possible interconnection of each refinery to new cogeneration plants.

Keywords— assets, clean fuels, conceptual design, electric grid, electric systems, energy, interrupting capacity, load flow, maintenance, petroleum, safety, reliability, short circuit.

I. INTRODUCTION

Electricity will be one of the most important commodities of the future. Energy consumption in different countries depends on oil demand as the bearer of "primary energy"; that is, that oil is the raw material that impacts the most on economic growth.

In Mexico, energy is generated in the order of 875 MW in the three subsidiaries of the Petrochemical Industry in Mexico (PIM), as shown in Table 1. The PIM is a state owned consortium of the Mexican Government and has increased its energy demand in the last decade [1].

Since 2003, PIM has modernized its electrical systems with the acquisition of new primary electrical equipment; such as, electric generators, power transformers, power circuits, switchgear, and has made considerable investments in associated equipment and control instrumentation.

The integration of the new assets will be implemented in compliance with international standards on electrical systems. Also, integration of new primary electrical equipment in petrochemical plants requires an analysis to determine whether the design short circuit currents of the electrical systems will be sustained throughout the entire grid.

In this paper we present the experiences and realities that for ten years the Electrical Research Institute (ERI) has faced in providing reliability to the Petrochemical Industries in Mexico (PIM), with the development of individual solutions for each issue that it has encountered, and the collaboration between specialists from different disciplines of PIM and project solutions not yet executed and implemented in full for this period.

TABLE I. AVERAGE ENERGY DEMAND OF PETROCHEMICAL INDUSTRIES IN MEXICO [1]

Petrochemical Consortium	Identification of the petrochemical	Energy Demand (MW)	Energy demand by industry (MW)
National Refining Industry (NRI)	Cadereyta (RHRLS)	92	512
	Madero (RFIM)	95	
	Minatitlán (RLC)	90	
	Salamanca (RIAMA)	70	
	Salina Cruz (RADJ)	75	
	Tula (REMHI)	90	
Gas and Petrochemical Industry (GPI)	Área Coatzacoalcos	10	161.5
	Burgos y Reynosa	7.5	
	Cactus	40	
	Ciudad Pemex	38	
	La Venta	4	
	Nuevo Pemex	50	
	Poza Rica	12	
Petrochemical Industry (PQI)	Cangrejera	92	203
	Cosoleacaque	7	
	Escolín	2	
	Independencia	6	
	Morelos	71	
	Pajaritos	19	
	TR Pajaritos	6	

* L. Ivan Ruiz F.: working in the ETAP® Latin America, from: Street Melchor Ocampo 193, Deleg. Miguel Hidalgo, Col. Verónica Anzures, Tower A, Suite B, C. P. 11300 Mexico City, Mexico.

** G. Rojas P. and C. Mendoza O.: working in Petroleos Mexicanos (PEMEX), from Av. Marina Nacional 250, Col. Petroleros, Mexico City

Also, in this paper a guide of recommendations that have been made from the “load flow and short circuit” analysis of electrical systems, focused mainly in the petrochemical industry in Mexico is presented. The purpose of this paper (Part 1) is to show that the current conditions of each electrical system must be verified, and thus determine the degree of safety and operational reliability of the facilities, equipment and operating personnel.

II. BACKGROUND INFORMATION

A. Electrical system analysis of the PIM

The need to continually perform electrical studies to determine the current status of the electric power system commonly emphasized in books and specialized literature. The petrochemical industry in Mexico, has completed more than 100 electrical studies including those in the NRI, the GPI and PQI, not to mention that Mexico has an infrastructure for the exploitation of hydrocarbons in the Gulf of Mexico with 248 offshore platforms according to [2] and [3], where they have also made more than a 100 electrical studies at “steady state” reported by the ERI in the last 15 years [4].

Electrical safety guide lines recommend performing studies classified into: “steady state” and “dynamic state”. Studies in “steady state” are to be observed, evaluated and assessed under normal operating conditions and contingencies at a given moment of time, analyzing information about the chargeability, load flow, short circuit, protection coordination and arc-flash of power system. Decisions on operations will be based on predictions according to the results.

Moreover, studies on “dynamic state”, allows identifying patterns of behavior of the electric system in a given interval of time, after the occurrence of an event in the electric system. These studies will allow us to know changes in the magnitudes of the electrical variables in the occurrence of events, such as faults, connection or disconnection of equipment, sudden loss of generation, among others. With this information it is possible to implement predictive and corrective actions that will contribute to the continuity of supplied energy and thus contribute to preview situation of Operational Reliability.

B. Petrochemical Industries in Mexico

The PIM is one of the largest in Latin America, produces about 2.5 million barrels of oil and 6 million cubic feet of natural gas, has 6 refineries, 8 petrochemical complexes and 7 gas processing complexes that allow petroleum producer to deliver it to the various industrial sectors. It also has 83 on land and sea terminals to supply more than 10,000 service stations in Mexico [5].

C. Electrical Research Institute (ERI)

The Electrical Research Institute (ERI) is a government organization created in 1975 for research and technological development of the country. Since 1999 it collaborated with the PIM for: a) the development of conceptual engineering, b) economic feasibility studies, c) specifications of electrical and control equipment, d) user requirements indicating operating conditions, e) bidding, f) electrical systems analysis, and g) particular solutions implementation through technical assistance

during construction, supply and commissioning of the new equipment.

The ERI was requested by PIM to define the specifications to be met by its electrical distribution systems, control and instrumentation systems of the future, considering optimization criteria. The collaboration of the two companies has focused on the past decade on determining the actual conditions of operational reliability through analysis of the electrical system at steady state, as shown in Figure 1.

D. Joint collaboration: PIM & ERI

The ERI in conjunction with PIM has helped define the most suitable electrical schemes based on the experience of the specialists of both institutions; the implementation of the projects being substantiated as indicated in reference [4].

Consequently PIM and ERI have pursued during this decade, the statement of the National Development Plan 2007-2012, which states: “To ensure a reliable supply, high quality, at a competitive price, of energy inputs that consumers demand.”

In contrast, there have been factors influencing not to achieve the reliability of electrical systems in the NRI, such as lack of investment resources, high operating costs, and low implementation capacity, as well as the lack of autonomy and independence to design business strategies, and improve the gasoline distribution chain.

Since 1999, the ERI have conducted a series of studies and analyzes in “steady state” for PIM, e.g. in the NRI have made substantial progress to secure the operating conditions of the current electrical system and availability for integration of new electrical equipment, ensuring the production of fuels to comply with PIM safety guidelines.

The importance of the analysis of the power system of the PIM is highly significant because the following objectives are sought together with the ERI:

- *General objective.* Contribute to the operational reliability of the National Refining Industry (NRI) with concrete actions in the technical field of planning to optimize power systems and position NRI within the “world ranking” of oil companies.

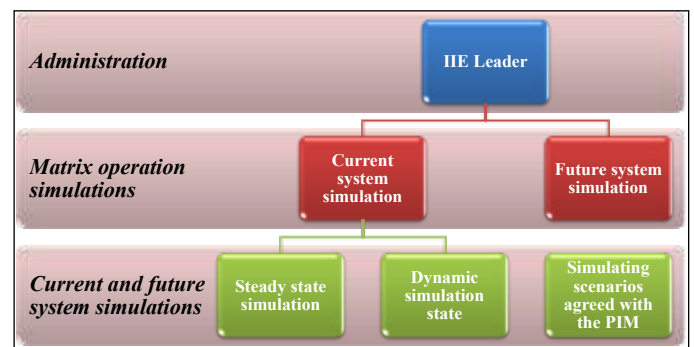


Fig. 1. Simulations recommended for analysis to diagnose current conditions of the electric system in the PIM (IIE=ERI).

- *Specific objectives.* a) Strengthen local working groups in the NRI generating project empathy to achieve concrete actions

in the area of main electrical maintenance services, and b) Strategic planning actions to promote a smooth operational reliability based on the modernization of the electrical systems and their associated equipment.

In a medium voltage electrical system, an analysis of short circuit takes place every five years; this is mainly for the safety of personnel and installations of the electrical system. This recommendation applies to the electrical systems of mining, cement, paper and petrochemicals. The petrochemical industry in Mexico; for example, recommended such studies in stable state [6] to oil facilities in the country as a common practice each period of five years.

Therefore, Table 2 shows an example of progress in carrying out simulations since the operational reliability becomes important in 2008 by PIM according to [7].

Nowadays in PIM, there is a technical guide that allows administrators to commit to operational reliability through the application of consistent practices throughout time, so that it is integrated as one of the fundamental values of the culture of PIM. The scope of the guide is based on having an interaction between commitment and leadership as shown in Figure 2; as well as continuous improvement practices to the commitment of the elements that make up the operational reliability marked in Table 3.

Operational reliability is based on the life cycle of the assets, their designs and the applicable regulations, is the unification of human reliabilities objectives, of process, equipment and design, aimed at maximizing the profitability of the company.

The operational reliability model is composed of 14 best practices, the same as those that interact and create value throughout the organization, representing the conceptual and normative framework, the latter containing an axis comprising at least five documents relating to operational reliability in PIM.

TABLE II. PROGRESS OF STUDIES AND ANALYSIS SIMULATIONS OF CURRENT AND FUTURE ELECTRIC SYSTEM OF THE NRI IN MEXICO

Circumstances analysis	Refinery location of the NRI					
	RHRLS	RFIM	RLC	RIAMA	RADJ	REMHI
<i>Load Flow</i>	☑ 2012	☑ 2015	☑ 2011	☑ 2015	☑ 2014	☑ 2015
<i>Short Circuit</i>	☑ 2012	☑ 2015	☑ 2011	☑ 2015	☑ 2014	☑ 2015
<i>Protection Coordination</i>	☑ 2012	☑ 2015	☑ 2011	☑ 2015	☑ 2015	☑ 2015
<i>Arc-Flash</i>	☑ 2012	☑ 2015	☒	☑ 2015	☑ 2015	☑ 2015
<i>Transient Stability</i>	☒	☑ 2015	☒	☑ 2015	☑ 2015	☑ 2015

☑ Elaborated ☒ Unprocessed

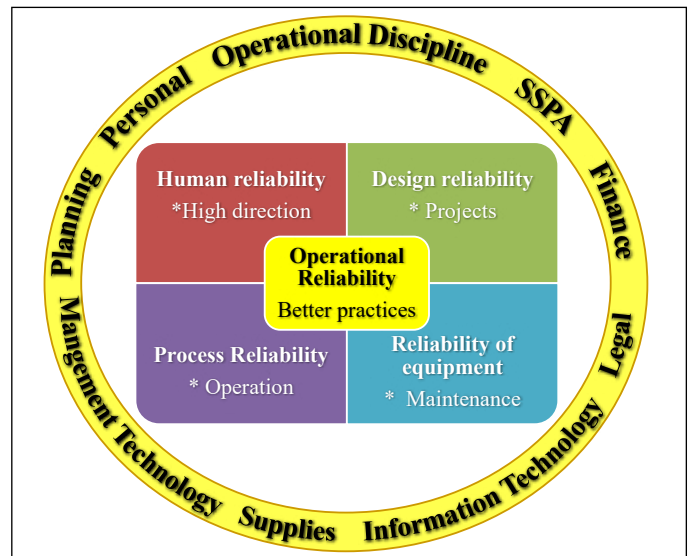


Fig. 2. Diagram showing the interaction of staff PIM commitment to best practice and leadership [Source: 8]

TABLE III. PRACTICES THAT ARE INTENDED TO ALLOW STAFF INTERACTION TO A STRONG COMMITMENT AND LEADERSHIP IN OPERATIONAL RELIABILITY

	Establish a culture of operational reliability	To maintain compliance with applicable standards	Competition Establish process reliability	Promote the involvement of staff
Elements	Establishing Reliability fundamental value	Ensure consistent implementation of standards system	Set goals	Ensure consistent implementation
	Provide strong leadership	Identify when required compliance standards	Define responsible	Involve relevant staff
	Establish and reinforce high standards of performance	Involve relevant staff	Identify benefits	
	Documenting Culture of Reliability	Practices to ensure that compliance standards are effective	Promoting organizational learning	

Source: [8]

Currently, the PIM is implementing a RCAM guide with the 14 best practices. It also is conducting analysis of the electric system to change and implement new projects in parallel according to [9], such as:

1. Integration of an electrical generator in the range of 31 to 38 MW capacity for refineries with energy deficit.
2. Upgrading from 13.8 kV to 34.5 kV synchronization bus for refineries.
3. Integration of an electrical generator in the range of 31MW to 38 MW capacity for refineries with greater load demands in the future CFPQ plants (Clean Fuel Projects Quality).
4. Electrical distribution in switchgear for CFPQ.
5. High resistance grounding of the three generation sources as suggested in [10]
6. Integration of new systems into the Advanced Operational Control System (SCOA: Sistema de Control Operacional Avanzado for the Spanish acronym) as suggested in [11].

Currently, the implementation of electrical reconfiguration projects develops gradually by installing synchronization buses at 34.5 kV and 115 kV in the “MHI” and “HRLS” refineries respectively. On the other hand, by 2017 it has to be implemented in NRI a variety of projects, such as migrating synchronization bus to 34.5 kV of the “ADJ Refinery”. There are six refineries in the NRI, and enough technical capacity of NRI specialists for the implementation of such projects. In addition, work is been carry out in conjunction with the ERI, so that PIM can tackle and substantially improve their performance and thus comply with SENER (Ministry of Energy) proposal in the National Development Plan (PND 2007-2012), see Table IV. The collaboration and technical support by the ERI to PIM has an increased tendency for the future; henceforth the NRI can guarantee operational reliability which is one of the most important traits in the oil industry.

III. RECOMMENDATIONS FOR THE STUDY & ANALYSIS OF ELECTRICAL SYSTEMS IN THE PETROCHEMICAL INDUSTRY

The analysis in each refinery in the last ten years have considered and proposed new schemes of action in the requirements for the electric system reconfiguration, such as migrating its distribution energy level from 13.8 kV to 34.5 kV, and in others cases up to 115 kV. Also, the integration of new power equipment, and generation units have been considered, which allow self-supply of electrical power to reach an average of 120 MW for a 34.5 kV level and 320 MW for a 115 level kV as a distribution medium.

It is noteworthy that the Petrochemical Industry in Mexico has obtained a tendency that can migrate its electrical systems through a series of recommendations formulated in these years to make the analysis of the petrochemical electrical systems.

The electrical systems designs of the 70’s were different designs than those of the present, and today we take into account a fundamental parameter known as “*Prevention through design*” or “*PtD*”. This term is used in countries like England and Australia wherein governments are asking engineering designing companies, to engineer a safe construction with priority to eliminate or reduce injuries and fatalities during a commissioning [12].

So now the “*Operational Reliability*”, needs to be consolidated with 2 axes mentioned in Table III: 1) to develop a culture of reliability and 2) to promote new generations of engineers who join the PIM facilities, whom they are required to meet international standards in relation to the analysis of electrical systems, which are suggested as to what is shown in Table V.

TABLE IV. COLLABORATION RESULTS BETWEEN NRI AND THE ERI IN RELATION TO THE NEW ELECTRICAL POWER SYSTEM DESIGNS

Project Implementation (concept)	NRI					
	HRLS	FIM	MHI	AMA	LC	ADJ
Conceptual engineering	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bidding rules for generators	✓	✓	✓			
Bidding rules for the new load	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grounding w/ high impedance	✓	✓	✓			

¹ *Interrupting capacity*: magnitude of the short circuit current (I_{cc}) supporting a protective device before a failure occurs, by disrupting according to [13].

² “*Isc1F*”: happens to contact any one phase to the system ground, is the most

Technical and economic feasibility	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Electric Upgrading	✓	✓	✓			
Technical assistance in bidding	✓	✓	✓			
User requirements rules for steam boiler						✓
Implementation and execution projects	✓	✓	✓		✓	
Integration of a new additional generator	✓	✓				

TABLE V. RECOMMENDATIONS FOR “STEADY-STATE” STUDIES OF PETROCHEMICAL INDUSTRIES IN MEXICO.

Study	Parameter to determine its condition	Observation
Short circuit analysis	Interrupting capacity and safety factor	It’s recommended to determine the conditions of current trends electrical systems reconfiguration and modernization
Load Flow analysis	Voltage Drop	It’s recommended to determine the conditions of existing electrical systems and contingency
Protection coordination analysis	Current protection curves and curves of future protection	It’s recommended to determine if current protection devices are properly adjusted and recommend a possible adaptive protection
Arc-flash analysis	Magnitudes arc-flash and category personal protective equipment (PPE)	It’s recommended to determine which type of personal protective equipment (PPE) should use the personnel operating the primary electrical equipment

The following are recommendations to be used in the analysis of electrical systems in the petrochemical industry in Mexico based on international standards for “*Part 1: load flow and short circuit recommendations*” and other article described of “*Part 2: overcurrent and arc-flash recommendations*”.

A. Short circuit analysis: recommendations

In Mexico, studies of short circuit in petrochemical are intended to meet their national standards such as: a) evaluate the short circuit currents to changes and extensions of electrical installations as described in [14], b) know the magnitude of the “interrupting capacity¹” and the values of fault currents at various key points in the distribution system as described in [15] and c) determine the increased contribution of short circuit current with the contribution of the generators, the public network and the integration of new plants indicated in [16].

Short-circuit current (I_{sc}) in a power system is presented when in contact with each other or grounded, corresponding to different phases of energized conductors. Typically the short circuit currents are very high, between 5 and 20 times the maximum value of the charging current in the fault point. The “*Isc’s*” can be classified into asymmetrical (unbalanced) and symmetrical (balanced). Therefore, it is recommended to pay special attention to the following failures in the petrochemical systems in Mexico to: 1) the “*Isc1F*”: single-phase short circuit² and 2) the “*Isc3F*”: three-phase short circuit³.

common short circuit in an electric power system similar to that of petrochemicals in Mexico.

³ “*Isc3F*”: occurs when they contact the three phases at the same point system, is the most severe short in most cases such a short circuit, the reference is to

It is important to mention that: in the petrochemical systems in Mexico, the damage should be minimizing in the presence of a phase failure or "*IscIF*" to dissipate the energy stored as soon as possible according to the formula (1).

$$\text{Energy} = \int [I e^{-\frac{t}{\tau}}]^k dt \quad (1)$$

Formula (1) shows that the variable "k" is a factor which corresponds to purely resistive heating. During the experimentation and research [17] and [18] predicts that the values of "k" for an electric arc should be in the range of 1 to 2 ohms. The aim is to show that the result of a fault in the electrical system kept to the shortest possible time will cause minimal damage to a source of power generation, for example.

The recommendations in [10] are: the methods for connecting a grounding system in Mexico petrochemical systems, and prevent the presence of "*IscIF*" that generates electrical overvoltage, demarcate the mechanical stresses by the energy released (I^2Rt) by the fault currents on the other components of the electrical power system, minimize thermal deterioration presence of levels of energy released with destructive failures, etc.

In case of detecting the magnitudes of "*Isc3F*" in a petrochemical system in Mexico, we recommend using as tools reliable software using methods of solution as the "*Newton Raphson*" or "*Newton Raphson Adapted*" to run an analysis of short circuit with the possibility to verify the conditions of single-phase and three-phase fault. Specifically in the magnitudes of "*Isc3F*" generated by the software, it is recommended to be placed in a "matrix form" with normal scenarios and contingency, same should be allow to read an observation made by the specialist whom prepares the analysis and avoid placing "paper" with the results of different cycles, because on several occasions the result stays in a shelf or cabinet, and are not reviewed or analyzed carefully by the user or customer in the petrochemical. It is also recommended by experience, placing conditions of alert of primary electrical equipment that already exceed their interrupting capacity and classified as mentioned in Table 6.

In industrial electrical systems must always have present the concept of "*safety factor*" of electrical equipment which should be in suitable or recommended values, so as to avoid degradation of the insulation by the joule effect or better known as "*I²t*" or long-term exposure to short circuit conditions.

Accumulation of electric current in a material such as a power circuit for example, causes a temperature increase to degrade the insulation thereof, or an increased concentration of this current flow generates the "*Joule effect*"⁴.

TABLE VI. GRAPHICAL REPRESENTATION OF SAFETY FACTORS RECOMMENDED IN THE LITERATURE FOR *Isc3F* ACCORDING TO [19], [20], [21], [22], [23] AND [24]

Safety Factor (S.F.)	Description	Clasificación del F.S.
> 90%	Equipment that exceed the interrupting capacity	 Does not comply
> 80 % y < 90%	Equipment that are at the limit of their interrupting capacity	 Exceeds standards
< 80 %	Equipment that are within the limit interrupting capacity	 Conforms to standards

B. Load flow analysis: recommendations

The load flow analysis, also known as power flows, becomes relevant, since it allows taking the necessary corrective actions so that the "*values of tolerance voltage*" that are within the appropriate limits according to international standards, and are in low or medium voltage electrical power system.

Similarly, petrochemical plants in Mexico intend to meet as indicated their national standards such as: a) assess the safety of electrical installations to changes and extensions of electrical installations as described in [14], b) determine the reference conditions of the network, resulting from amendments made to an electrical system as indicated in [15] and c) know the values of tolerance of the rated voltage for use according to the maximum electrical voltage and the maximum allowable drop in the user installation in medium voltage systems as described in [25].

The voltage drop in the electrical systems is undoubtedly a phenomenon that occurs in any residential or industrial electrical system. It cannot be avoided; however, one can manage to avoid risks and comply with the established norms and standards.

As shown in Figure 3, solutions can range from new sources of supply, such as installing new transformers exchangers, bypassing load to provide more power, calibrate the size of the conductors. On the other hand increasing the number of conductors per phase, to regulate high currents causes large voltage drops.

The implementation of the recommendations mentioned in Figure 3, for example, suggests using appropriate gauges driver with suitable materials to decrease the resistance, then the current flows easily and the voltage drop is decreased. Moreover, in many industries there are common starting devices used by some electrical equipment, remember that if there is a constant flow the resistance increases in the same proportion as the voltage increases. The protection device applied to controlled, equipment manage to limit the inrush current, also avoiding excessive voltage stress

The effects and situations mentioned can be prevented if the aspects mentioned in this article, and regulatory requirements

design and manufacture the primary electrical equipment.

⁴ "*I²t*": the source short and different types of faults that occur, it requires understanding the conceptual description of the effect of current flow. The

concentration or increasing energy in the isolation of a power circuit for example, degrade the properties of the insulating material.

established by current standards are met, and taken into account from the start of the design of the electrical system.

The mentioned methods will undoubtedly help to avoid significant voltage drops, and help in making decisions when problems related to the voltage drop arise. The phenomenon of "voltage drop" in industrial electrical systems for future generations of engineers, who join the operation of industrial plants, is to promote understanding and importance in future generations of skilled engineers whom operate the petrochemical industry in Mexico.

In the petrochemical industry in Mexico (PIM) it is recommended to be applied as endorsed in Table VII. This shows possible warning conditions of primary electrical equipment already exceeding the tolerance values for voltage drops as a result of load flow analysis.

The recommendations of the authors of this article according to their experience in industrial electrical systems, it is used as a primary data to **maintain the margin of $\pm 3\%$** in main distribution switchgear for derivative feeders and their respective buses are within the international standards, see Table VIII for comparison with standards and so it is suggested to optimize operational reliability in the PIM.

IV. CONCLUSIONS

In a world where global fuel demand is almost equal to the overall capacity, each time a plant is out of operation there is an alarm. So reliability is the most important feature in the oil industry.

The energy reforms in Mexico accelerated the implementation of subsequent projects studies and analysis of the electrical system progress. Also, it visualizes partial changes required to the electrical system with financial tables linking electrical reconfiguration projects to modernize the electrical system and prepare for future connection of cogeneration in Mexico.

The experience and knowledge of the operating personnel of PIM together with future electrical designs proposed by ERI is necessary to complement the training of staff to operate the plants.

Today, new working groups are focusing on the changes that happen and the lessons learned from ERI and PIM are reflected in the efforts to benefit the country's energy development.

The experiences of analyzes of industrial electric systems over 15 years for the petrochemical industry in Mexico is focused in that systems must be robust, secure, flexible and able to maintain continuous production of fuels. Also, optimize operational reliability before a possible change or contingency state of the electric power system.

In this Part 1: showed of "*Short circuit and load flow analyses*", in this case are transcendental know the magnitude of the "interrupting capacity" and "voltage drop" in the group of studies in electrical power systems. In PIM they are vital to determine of the primary electrical equipment installed in the 70's, for example.

In Mexico, studies of load flow in petrochemical plants seek and require to ensure that the tolerance values of the voltage is

within the appropriate limits to reduce the effects caused by exceeding the limit voltage in each industrial electrical system, either in a refinery, a petrochemical or a maritime platform.

TABLE VII. GRAPHIC REPRESENTATION OF THE VALUES OF TOLERANCE VOLTAGE IN SWITCHGEAR.

Voltage Drop (V.D.)	Description	Classification "Voltage Drop"
$> 5\%$	Equipment that exceed the value of the voltage tolerance	Does not comply
$> 3\% \text{ y } < 5\%$	Equipment that are at the limit of tolerance in the voltage	Tolerance limit
$< 3\%$	Equipment that are within the tolerance limit suggested by the rules	Conforms to standards

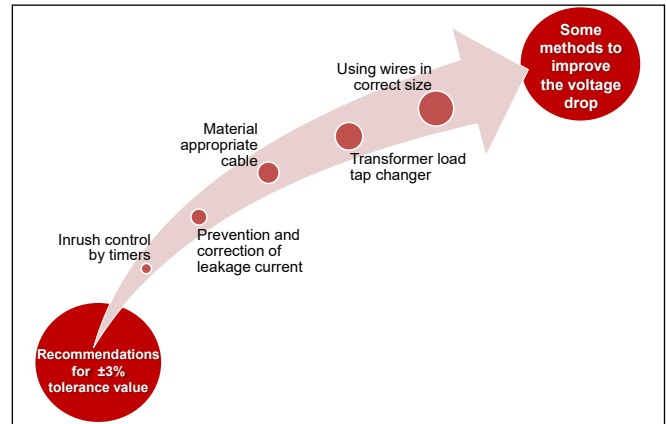


Fig. 3. Some recommendations for improving the voltage drop in industrial power system similar to the PIM.

TABLE VIII. COMPARE WITH REGULATIONS RELATED VOLTAGE DROP [19], [25], [26] AND [27]

Values of tolerance voltage suggested by national and international standards			
International		National	
IEEE Std 242-1986	IEEE Std 141-1993	NOM-001 SEDE-2012	NMX J098 ANCE 1999
$\pm 5\%$ of the nominal values.	+5 a -10% below the maximum voltage for which the system components are designed	$\pm 5\%$ in feeders and derivatives to the furthest contact circuits. 3% in the farthest outlet for heating loads, strength or combinations of these	+5% y -10% of the nominal value of the system voltage
Tolerance values of voltage drop recommended by international standards do not agree in their recommendations. However, the authors recommend be drastic in practice and use a tolerance of $\pm 3\%$ in the main bus bar, since downstream also be a voltage drop and the value of this should not exceed stipulated by the rules			

Similarly, in Mexico petrochemical plants are required to prevent falls and that surges arise, to contribute to the safety of operating personnel and installed electrical equipment, and to

maintain continuous production of fuels with a high degree of operational reliability.

The trend of changes in the electrical system depends on the results of each analysis to propose an electrical reconfiguration, replacement equipment or recommend preventive actions for the new electrical system of the next generation of specialist personnel related to the subjects of Mexico, such is the case of connecting cogeneration plants with capacities over 300 MW rather than the public grid; however, it may be possible to make interconnections of the National Refining Industry with such plants and making steady state analysis of each of the electrical systems to confirm that the power connections are proper condition.

ACKNOWLEDGMENT

We thank the PIM community who contributed through continued involvement in the technical committees and participated in the development of this article.

REFERENCES

- [1] L. Ivan Ruiz, B. Guzman, E. Perich y M. Fernández, "El ABC de puestas a tierra de fuentes de generación en refinerías de México, Parte 1: Estado del arte para integrar nuevos generadores en sistemas eléctricos actuales", pp 1-3, PCIC Brasil 2014, Río de Janeiro, Brasil, Agosto 27-29, 2015.
- [2] L. Ivan Ruiz, A. Gonzalez y B. Vazquez, "Escaneo láser Vs método convencional para modelar en 3D plataformas marítimas petroleras", pp. 2, PCIC Brasil 2014, Río de Janeiro, Brasil, Agosto 27-29, 2015.
- [3] NRF-003-PEMEX-2007, "Diseño y evaluación de plataformas marinas fijas en el Golfo de México", Norma mexicana Rev. 0, pp. 5, 2007.
- [4] *Annual Reports of the Electrical Research Institute (ERI):* 1999-2014, Cuernavaca, Morelos, México.
- [5] Website: <http://www.pemex.com/acerca/Paginas/default.aspx>
- [6] Guía de Seguridad 800/16000/DCO/GT/071/2008-Rev. 1, "Guía técnica de seguridad eléctrica", Rev. 1, pp. 10 Octubre 30, 2009, México
- [7] L. Ivan Ruiz and F. Poujol, "Reliability of power electric systems in Pemex Refining: experiences and realities", ASME Power Conference 2014, pp. 7, Baltimore, Maryland, USA, July 28-31, 2014
- [8] 800-16700-DCO-SCM-MT-001, "Manual técnico de confiabilidad operacional en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios", Revisión 0, México 2008
- [9] L. Ivan Ruiz, J. Hugo Rodríguez, G. Taboada y J. Pano, "Assessment and planning of the electrical systems in mexican refineries by 2014", ASME Power Conference 2011, Denver, Colorado, USA.
- [10] L. Ivan Ruiz, E. Perich, S. Panetta y B. Guzman, "The grounding generation sources in refineries Mexico: experiences and recommendations", pp 1-4, 62nd PCIC 2015, Houston, Texas, October 5-7, 2015
- [11] L. Ivan Ruiz y J. Estrada "Modernization of National oil industry in Mexico: Upgrading with IEC61850", Access, IEEE, pp.571-576, ISSN: 2169-3536, June 2014, USA.
- [12] H. Landis Floyd and Danny P. Liggett, "Hazard mitigation through design" IEEE Industry Applications Magazine, may-june 2010, Vol. 16, No. 3 – ISSN 1077-2618. Año 2010.
- [13] L. Ivan Ruiz y Diego Villalobos, "Capacidad interruptiva: su impacto en el análisis de sistemas eléctricos de potencia", VII

BETCON 2015, La Paz, Bolivia, octubre 21-23, 2015.

- [14] Guía de Seguridad 800/16000/DCO/GT/071/2008-Rev. 1, "Guía técnica de seguridad eléctrica", Rev. 1, pp. 10 Octubre 30, 2009, México
- [15] DCO-SDP-GIECR-EEI-EL027 Rev. 0, "Estándar del entregable de ingeniería estudio de corto circuito", Dirección Corporativa de Operaciones, pp. 4, Mayo 2012, México D.F.
- [16] NRF-048-PEMEX-2007, "Diseño de instalaciones eléctricas", Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, pp. 91, diciembre 5, 2007, México D.F.
- [17] L. E. Fisher, "Resistance of low voltage arcs", IEEE Transactions on Industry and General Applications, vol. IGA-6, No. 6, Nov/dec 1970, pp. 607-616.
- [18] H. I. Stanback, "Predicting damage from 277 v single phase to ground arcing faults", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-13, No. 4, Jul/Aug 1977, pp. 307-314
- [19] NOM-001-SEDE-2012, "Instalaciones Eléctricas", Norma Oficial Mexicana, 2012
- [20] ANSI/IEEE 37.06 – 2000, "Trial-use guide for high voltage circuit breakers rated on a symmetrical current basis designated, definite purpose for fast transient recovery voltage rise times", Year 2000
- [21] ANSI/IEEE Standard C.37.010-1979, "Application Guide for AC High-Voltage Circuit Breakers Rated on a Symmetrical Current Basis", 1979
- [22] ANSI C37.55-2003, "Medium voltage metal-clad switchgear assemblies conformance test procedures", 2003
- [23] IEC-399, "Recommended practice for industrial and commercial power system analysis", Año 1972.
- [24] IEC-60909, "Short circuit currents in three-phase a. c. systems", Part 0: Calculation of currents, 2001-2007
- [25] NMX-J-098-ANCE "Sistemas Eléctricos de Potencia – Suministro - Tensiones Eléctricas Normalizadas", Tabla 1. Tensiones eléctricas normalizadas, año 1999, México D.F.
- [26] Std. ANSI/IEEE 242, Buff Book, "IEEE Recommended practice for protection of industrial and commercial power systems", 1986
- [27] Std. ANSI/IEEE 141, Red Book "IEEE Recommended practice for electric power distribution for industrial plants", 1993.

BIOGRAPHIES



Luis Ivan Ruiz Flores was born in Orizaba, Veracruz, Mexico on March 28, 1977. He received his degree in Electrical Engineering at the Technological Institute of Orizaba 1999. From 2001 to 2016 he worked at the Institute of Electrical Research during that time collaborated on projects related to the analysis and design of industrial electric power systems, and electric power systems for state enterprises. He has authored or co-authored more than 58 international publications. He has been a speaker at over 210 international conferences. He has taught over 2,000 engineers in more than 12 countries, assisted with software analysis on Power Energy Systems. Up to date he has 16 copyright in the software categories and literary work. He received the "Achievement Award 2011" by the IEEE MGA for his contribution to promote awareness to the countries of Latin America and "Distinguished Engineer 2013 from IEEE Bolivia Section" for his contribution to promoting research and technological development in this country for five years. Currently is developing research engineer, Industrial Applications Society for IEEE Morelos Section, and is Founder of PCIC Mexico, the most important professional society worldwide in the petrochemical industry. Also, he's Power and Energy Director, ETAP Latin America. (ivan.ruiz@etap.com)

Framework Proposal for Optimal Campus Transition to Smart Energy Management System and Prefactibility Project for ESPOL 2.0

Cristhian Romero, Marco Quimís, IEEE Student Members, Ángel Recalde, Iván Endara, Members IEEE

Escuela Superior Politécnica del Litoral,
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
Guayaquil, Ecuador
arecalde@espol.edu.ec,

Abstract—Ecuadorian universities will have in the future an increasingly high demand of research students that necessitates multi-purpose technological infrastructures with high technology equipment. Thus, it is compulsory to rethink the planning and expansion schemes on which the university assets are updated and adopt a novel model of education platform known as UNIVERSITY 2.0. This approach requires the definition of a referential administrative framework to make the transition between current and future processes to be focused on IT solutions, efficiency, optimal track and use of resources, energy departments, etc., all defined as open divisions that could align the campus as an autonomous city. Hence, integrated technological solutions for all careers will conform the operational platform from which entrepreneur initiatives will deploy industry solutions. This paper presents the framework to line up local universities towards future challenges.

Index Terms—smart grids, renewable energy sources, distributed management, information and communication technologies, open educational resources.

I. INTRODUCTION

Universities are of utmost importance in society because they educate future professionals and lead the next technological step for human development. For this reason, university campuses are evolving from traditional teaching institutions to intelligent autonomous centers. As the demand and technology are under exponential growth a balanced harmony is required to serve users appropriately.

Ecuadorian universities will face soon an increasing demand of students and will need appropriate technological infrastructure. Hence, it will be compelling to conceive novel planning schemes to transform its facilities into powerful integrated assets known as Smart Campus. This transition implementation in ESPOL is intended to prepare a framework for intelligent universities and similar initiatives. This project aims the development of a regulatory framework for university transformation into a smart campus. In the case of ESPOL, it is meant to turn it into ESPOL 2.0. This vision will integrate field components convoluted at every aspect of

academic and management activity. It also suggests approaches to analyze common problems in assets, energy conversion and utilization, efficiency, losses and waste treatment, and several others to improve campus performance and outcome.

II. LITERATURE REVIEW

Among several urban development models Smart City has been recognized as the ideal candidate for today's social-economic challenges [1]. It comprises intelligent operation, adaptability, flexibility, robustness, and resiliency features mainly. These factors will contribute to a change of paradigm in urban planning. This novel conception will require investors and authorities to evaluate advancements in the following fields: Economy, People, Governance, Mobility, Environment and Living. These definitions are based upon their interaction in the education sector. The Energy field is embedded in the Environment field because energy issues wherever they occur will generate impacts on the environment. These fields perform activities or solutions in a coordinated and integral manner to provide complete services [2] through intelligent solutions [3] to user. In [4] and [5] holistic models for smart cities have been developed utilizing Internet of Things (IoT) as the basis platform such that services improve the user's quality of life. Energy infrastructure is one of the most important features in Smart Cities and is imperative to include them to the smart grids platform. In fact, transformation requires modernization of energy systems, educational programs for improved energy consumption and related costs, and provision of a secure and reliable renewable resources integration. The intelligent system of a smart city is known as Smart Grid. The relationship between smart city and Smart Grid models can be found in [6].

The Smart Grids environment consists of the following components: renewable energy, intelligent energy management systems, smart metering, electric vehicles (EV), smart load control, and Energy Storage. The smart grid roles, impacts and challenges can be split in renewable energy issues

as described in [7] and [8], intelligent energy management systems modelling as shown in [9] and [10], intelligent measurement systems [11], and electric vehicles penetration as studied in [12] and [13]. Some public and private North-American universities have developed and implemented Smart Grids into their strategic plans for research purposes and to achieve sustainability and energy autonomy within their campus. For instance, the University of Maryland (UMD) power grid is a live laboratory of Smart Grid technology, including renewable energy generation, state-of-the-art controls, vehicle charging stations and a EV fleet, integrated to its 50 MW microgrid [14]. Indeed, initiatives have outcome interesting results. The University of California at Los Angeles (UCLA) has an Energy Research Center that is conducting research on the integration of Electric Vehicles (grid to vehicle G2V and vehicle to grid V2G), automated demand response (ADR), microgrids within campus, and integration of distributed and renewable generation with energy storage in its Smart Grid [15]. North Carolina State University (NCSSU) developed a master plan [16] detailing a feasibility study on the implementation of a Smart Grid for what they call The Centennial Campus. The University of California at San Diego (UCSD) has one of the most advanced microgrids in the world and supply the demand of 45,000 users among students, professors, and administrative staff, managing automated buildings, smart meters, and energy storage [17]. Other universities leading the development or implementation of Smart Grids are Princeton University, University of Texas at Austin (UTA), and Colorado State University (CSU). Despite this, in most of the cases universities do not have holistic development plans that integrate their smart energy grid with the rest of campus management areas.

Because Latin-America cities and universities have similar challenges, [18] and [19] have determined that the philosophy of smart city can be adapted and replicated to universities, hence, turning campuses to intelligent centers operating in a global and integral manner. This model adapted to universities is known as Smart Campus [18], [20].

III. METHODOLOGY

For the framework application in ESPOL the methodology proposed in [18] was extensively utilized. However, the strategy definition phase was modified to include all programs and projects in the implementation of the model in college. The methodology consists of the following phases:

- Preliminary planning
- Field identification
- Data acquisition
- Data analysis
- Problems classification
- Strategies definition

The phases are detailed below.

A. Preliminary planning

To carry out a project correctly, it is necessary to have a broad knowledge of the areas to be intervened. Therefore, the evaluation is started by a preliminary analysis, with the aim of identifying the most important aspects, such as environment,

economy, accommodation, people, etc. Considering these aspects, it will be possible to arrange planning and management correctly for what will be done in the following phases. With this analysis, the affected areas, users, necessities, and project feasibility will be determined. Then, the useful data will be classified into fields.

B. Field identification

The data obtained from the preliminary planning are categorized in main areas introducing aspects, strategies and interventions concepts to identify fields. This practice is based on the six axes of Smart City [1], which have been adapted to the campus. Then, the Smart Campus framework is based on the following fields: People and Living, Economy, Environment, Energy and Mobility. As contrary to the smart city axes, Smart Campus lacks the category of Governance, since it is considered as a cross-disciplinary implicit aspect to all the fields of action. The fields to be used in the Smart Campus are presented in Fig. 1. The detailed definition of each field of action can be found in [18].

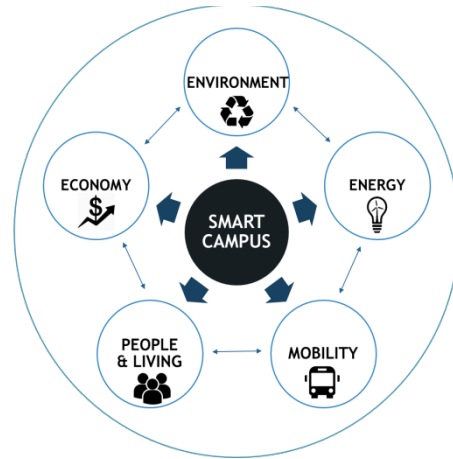


Figure 1. Smart Campus Fields

C. Data acquisition

Data acquisition is intended to define and feed a database whose information is transparent and shared between stakeholders and users through research and surveys. Inside the data collection it emerges activities such as information and data analysis, data accessibility and retrieval, and reliability check. Data selection not only depends on the project scope, but also on relevance, accessibility and effectiveness. Important information is related to historic, structural, operational, demographic, and academic characteristics. Data is normalized firstly and then analyzed.

D. Data analysis

Collecting huge amounts of information reflects different points of view, strength, deficiencies and correlations that not always are identified directly. Therefore, a solution is weighing the data obtained with different indexes. Creating an index involves analyzing a large amount of information that usually proceeds as the following: field, sub-field (optional), index, variable and weighting. To evaluate campus sustainability there have been proposed performance indexes. Each evaluation correlates sustainability concept from several

perspectives, focusing only on energy, environment, technology role, and human potential aspects. From the field identification, a scheme to evaluate the institution performance on people and living is shown in Table I. This table shows probable indexes and variables for data analysis of the campus in the field of People and Living.

TABLE I. PEOPLE AND LIVING

Field	Sub-field	Index	Variables
PEOPLE AND LIVING	Students	Students with degrees	Graduated/Admitted
	Academic	Teaching	Students/Professors
		Technical Skills	Student unions
			Yearly seminars
		Primary	Courses/Classrooms
			Libraries per faculty
		Secondary	Accommodation
			Water purifier
		Safety	CCTV
			Private companies
		Technology	Wi-Fi coverage/Total area
	Management	Planning	Annual strategic plans
	Information	Education	Programs
		Availability	Emails, social networks

To evaluate the variables established in Table I and to diagnose their pros and cons, Table II is used to score its effectiveness (1: completely inefficient, 2: inefficient, 3: regular, 4: efficient, 5: completely efficient).

TABLE II. VARIABLE WEIGHING

Variable	Weigh	Pros	Cons
Graduated/Admitted	3	Number of students that obtained a degree	None
Students/Professors	4	Ecuadorian Class A institution	None
Student unions	5	Student motivation for volunteering	None
Yearly seminars	5	Academic and social seminars and tutorials	None
Courses/Classrooms	5	Infrastructure adequacy	None
...	...	...	...

E. Problems classification

The results of the data analysis should be interpreted not only to depict the state-of-the-art of the affected areas, but also to underline their shortcomings and strengths. This phase is crucial for the strategies interpretation because it conducts a comprehension exercise to allow understanding improvements or determining existing resources. In addition, this phase allows priority selection of the problems to be solved.

F. Strategies definition

The last phase relies in the recognition of appropriate strategies for each field to improve the quality of life of users, optimize energy usage, maximize asset lifecycle, and ensure the availability of services and information. An adequate strategy identifies and associates every connection influence to each field. For example, a strategy to improve energy efficiency on facilities within the energy field usually influences the economic and environmental prospects. Therefore, a strategy to improve energy efficiency should

effectively consider building data, advantages or positive influences, disadvantages or negative influences, and interactions with other fields economy and environment fields. Depicting the incidence tables, it will be possible to sketch influences and relationships of strategies to be implemented in certain field and study correlations to other fields that portrays the Smart Campus. An example of incidence matrix is shown in Table III.

TABLE III. INCIDENCE MATRIX EXAMPLE

Other fields		ENVIRONMENT				
		Indexes				
		Topic 1	Topic 2	Topic 3	...	Topic n
		Variables				
Field 1	P.I.	Strategy 1	Strategy 2	Strategy 3	...	Strategy n
	N.I.					
Field 2	P.I.					
	N.I.					
...	P.I.					
	N.I.					
Field n	P.I.					
	N.I.					

P.I.: Positive impact / N.I.: Negative impact

Each field has its corresponding table, where the other fields have been divided in several indexes containing different variables. System indexes assess campus performance already proposed in the data analysis phase. On each table the variables have been related to other fields, thus highlighting the impacts between them.

IV. CASE OF STUDY

The study case promotes the application of an initial framework to transform ESPOL into a Smart Campus. Faculties have been established as affected areas and students, professors, academic staff, and visitors are considered as users consequently. The fields identified in the university are energy, economy, people and living, environment, and mobility. The information used in this project were provided by current maintenance office, infrastructure department, renewable energy resources laboratory LABFREE, and transportation company TRANSESPOL. Concerning the university performance assessment in all fields, economic, environmental, energy and others indexes were utilized. Table V illustrates the weighting, pros and cons of the energy variables outlined in Table IV. The energy field is one of the most unattended area in ESPOL, so that in this work the actions or strategies pertinent to the area will be presented. Indeed, it is observed that there is an enormous opportunity for renewable resources, smart metering, efficiency initiatives, state estimation devices and sensors, and other integrated solutions in all buildings and facilities. Moreover, it is imperative to envisage a supervision and control center from which all management systems are integrated such as the energy management system, admission management system, efficiency programs, innovation initiatives, etc., all converged on a cloud platform from which other external facilities could be monitored and even controlled also, for instance, electrical utilities, industries, projects, academic collaborations, real-time prototyping, consultant services, expert advice, etc.

TABLE IV. ENERGY INDEXES OF SMART CAMPUS

Field	Sub-Field	Index	Variables
ENERGY	Production	Non-renewable	Generation groups
		Renewable	Photovoltaic panels (PV) Wind turbines
	Distribution	Networks	Electricity Water
	Demand	Facilities	Energy usage and losses Air conditioning efficiency
			Sensors network
		Lighting	LEDs
	Management	Planning	Energy Management System
	Information	Data Mining	Generation and demand per faculty

TABLE V. ENERGY FIELD EVALUATION

Variable	Weigh	Pros	Cons
Generation groups	4	Reserve supply	Fossil fuels usage
PV panels	1	None	10 PV panels only
Wind turbines (WT)	1	None	2 WT only
Electricity	3	Utility supply for campus	Network maintenance
Water	5	Complete infrastructure	None
Electrical energy metering	2	None	Unmeasured facilities
Air conditioning efficiency	2	None	Inefficient system
Sensors	1	None	Uncontrolled facilities
LEDs	2	LED powered bikeway	Facilities lighted up with fluorescents
Energy management system	1	None	Unmanaged distribution system
Generation and demand per faculty	1	None	Unavailable information

According to the identified problems presented on campus in the energy field, the following strategies are recommended:

- PV panels rooftop installation.
- Smart metering deployment in campus buildings.
- Medium voltage distribution network upgrade.
- Sensing devices in the facilities.
- LED lighting installation in classrooms.
- Management Center.

A. PV panels rooftop installation

PV panels can support up 70% of campus demand. The rooftop area required will be less than 50% of the surface available. Besides, PV panels implementation will also have environmental, economic and energy impacts. Table VI depicts the PV panels annual energy supplied and the annual CO₂ tons saved.

B. Smart metering deployment in campus buildings

Regulation and optimization of energy consumption is an essential condition for sustainable development. Thus, smart meter and state estimation devices should be deployed throughout every energy or resources intake. Then, real-time optimization and management control of resources is possible.

TABLE VI. PV PANEL INSTALLATION

Faculty	Area [m ²]	Peak power [kW _p]	PV panels	Annual supplied energy [MWh]	Annual tons. CO ₂ saved
FIEC	6073	343.92	1600	0.6592	231.38
FIMCP	3548	176.14	800	0.3296	115.69
FIMCBOR	9236	166.75	750	0.3090	108.46
FICT	2059	178.62	810	0.3337	117.13
TOTAL	20916	865.43	3960	1.6315	572.66

C. Medium voltage distribution network upgrade

Load growth split electrical networks in radial feeders but it usually does not carry an accurate order. The distribution system enhancement corresponds to a medium voltage main feeder conductor upgrade, redesign of the electrical network to promote smart grid AC/DC transition and flexible power electronic equipment, and appropriate rating for future expansions and facilities.

D. Sensing devices in the facilities

A broad range of autonomous sensing devices and Internet of Things on a cloud computing platform will stimulate intelligence development and innovative solution competition. This technological advancement will overcome the control and data acquisition needs of unattended facilities throughout campus buildings. For instance, controlling amount of artificial light depending on solar radiation coming through windows will boost losses reduction and users comfort and experience.

E. LED lighting installation in classrooms

Energy efficiency will maximize the output coming from the academic process of learning. LED lamps will improve lightning efficiency and electrical energy consumption. Properly designed and implemented, LED bulbs have the potential to almost double its lifetime if compared to fluorescent lamps. In addition, unlike most compact fluorescent lamps, LED bulbs do not contain mercury or phosphorus, thus their disposal or recycling is less problematic.

F. Management Center

The Management Center is a project portfolio consisting of numerous programs and projects. Altogether, these projects will be the heart of ESPOL integral management plan. The energy management system is one of the components that interacts with every other campus systems and processes. It incorporates renewable resources, losses reduction plans, electric transportation, industrial processes, communication systems, and real-time simulation, monitoring and operation on campus. The energy management system includes an extensive repository that collects pertinent information collected on different sources and arrange it properly to be available to students, researchers, professors, and managers, all users of the rest of management systems. The energy management system framework includes demand management, front-end, and back-end domains. It will have a control center EMS-SCADA and could be remotely accessed from local control offices. Fig. 2 depicts the energy

management system diagram, and Fig. 3 illustrates the ESPOL control system architecture.

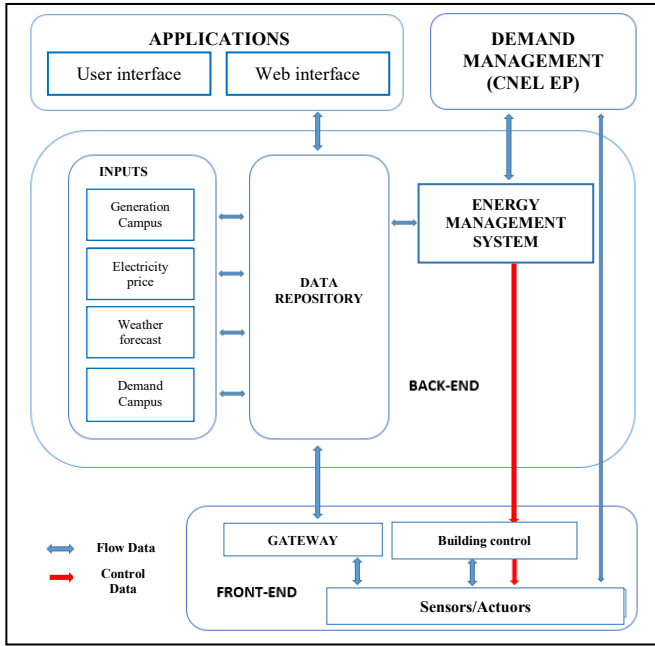


Figure 2. Energy Management System

The ESPOL energy management system office center should have the following characteristics:

- Latest generation SCADA, research or industry-developed, based on real-time operating system in redundant configuration (Hot - Standby).
- Communication topology of campus network will be ring Ethernet communication over optic-fiber, with wireless access points.
- Several operation offices from which the system can be remotely controlled and monitored.
- The energy management system SCADA will be open-source, expandable, scalable, user friendly and easy to configure, with adequacy to include future expansions and upgrades, as well as new functionalities and research algorithms or platforms.
- The power management system shall exchange information from the control systems of each element of the campus network, through standard communication protocols as DNP3.0, MODBUS, CIP, HART, PROFIBUS, OPC, ZIGBEE, LONTALK, IEC 60870-5, IEC 61850, CAN, ANSI C12.18, etc.

The local control offices at ESPOL campus should have the following characteristics:

- Distributed control systems for distributed generation and loads based on programmable controller technologies, gateways, microprocessor based devices, remote terminal units, distributed computers, rugged computers, OPC servers, merging units, etc.

- Human-machine interface HMI (human-machine interface) and Graphical user interfaces to complete supervision and control activities across the campus.
- Expandability to test and assess novel algorithms for engineering, innovation, financing, and social development.
- State-of-the-art servers with open programming languages and standard communication protocols.

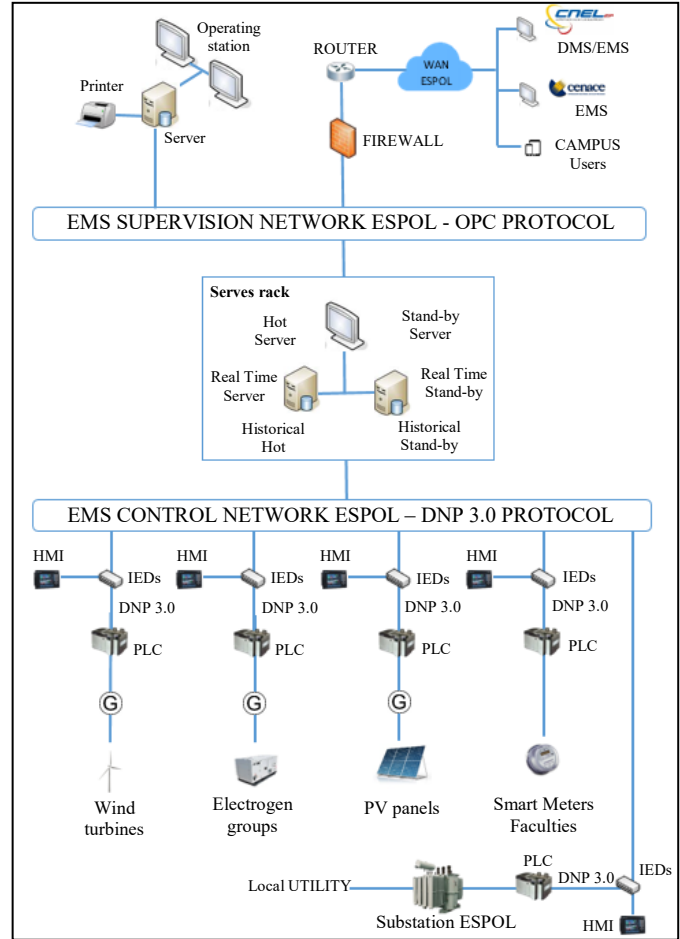


Figure 3. ESPOL control system architecture

V. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

There is great potential to enhance efficiency and energy utilization across campus because current upgrades programs include initiatives for smart grid deployment. Therefore, energy should be the first field to be outlined in upgrade programs. LED lighting systems, sensors and PV panels should be deployed to improve energy savings and contributed to emission reduction. It is compelling to invite industries and produce public-private alliances to attain technological advancements with private investment. Due to the fact that PV panels will not cover all rooftop area, there is adequacy for future expansion on existing facilities. On the other hand, sensing devices and smart meters could be designed and built in ESPOL electronic and fabrication laboratories. The authors of this project strongly recommends to consider this framework in planning activities and future amendments.

REFERENCES

- [1] Centre of Regional Science, "Smart cities – Ranking of European medium-size cities," in Project Report, Vienna University of Technology, University of Ljubljana, Delft University of Technology, October 2007.
- [2] D. Belanche, L. V. Casaló and C. Orús, "City attachment and use of urban services: Benefits for smart cities," in *Cities*, Vol. 50, pp. 75-81, 2016.
- [3] B. Mattoni, F. Gugliermetti and F. Bisegna, "A multilevel method to assess and design the renovation and integration of Smart Cities," in *Sustainable Cities and Society*, Vol. 15, pp. 105-119, 2015.
- [4] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," in *IEEE Internet of Things Journal*, Vol. 1, No. 1, pp. 22-32, 2014.
- [5] L. Geng, Y. Wei, Z. Lu and Y. Yang, "A Novel Model for Home Energy Management System Based on Internet of Things," in *Power and Renewable Energy ICPRE*, 2016 IEEE International Conference on Power and Renewable Energy, pp. 474-480, October 2016.
- [6] K. Geisler, "The Relationship Between Smart Grids and Smart Cities," Newsletter, May 2013.
- [7] M. Hossain, N. Madlool, N. Rahim and N. A., Selvaraj, J., Pandey, A. K., & Khan, A. F., "Role of smart grid in renewable energy: An overview," in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 60, pp. 1168-1184, 2016.
- [8] B. Speer, M. Miller, W. Shaffer, L. Gueran, B. Jang, A. Reuter, and K. Widegren, "The Role of Smart Grid in Integration Renewable Energy," in *ISGAN Synthesis Report*, Annex 4, 2015.
- [9] R. Miceli, "Energy Management and Smart Grids," in *Energies*, Vol. 6, No. 4, pp. 2262-2290, 2013.
- [10] K. Park, Y. Kim, S. Kim, K. Kim, W. Lee and H. Park, "Building Energy Management System based on Smart Grid," in *Telecommunications Energy Conference (INTELEC)*, 2011 IEEE 33rd International, pp. 1-4, October 2011.
- [11] J. Zheng, L. Lin and D. Wenzhong, "Smart Meters in Smart Grid: An Overview," in *2013 IEEE Green Technologies Conference*, pp. 57-64, 2013.
- [12] Silver Spring Network, "How the Smart Grid Enables Utilities to Integrate Electric Vehicles," Whitepaper, 2013.
- [13] K. Miao, V. Ramachandramurthy and J. Ying, "Integration of electric vehicles in smart grid: A review on vehicle to grid technologies and optimization techniques," in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 53, pp. 720-732, 2016.
- [14] University of Maryland Energy Research Center, "Smart Grid," [Online]. Available: <http://www.energy.umd.edu/research/smart-grid>.
- [15] UCLA, "Smart Grid Energy Research Center," [Online]. Available: <http://smartgrid.ucla.edu/projects.html>.
- [16] NC State University, "Smart Grid Master Plan," 2014.
- [17] UC San Diego, "Microgrid: Keeping the Lights On".
- [18] F. Pagliaro, B. Mattoni, F. Gugliermetti, F. Bisegna, B. Azzaro, F. Tomei, and S. Catucci, "A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus," in *2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC)*, Florence, pp. 1-6, June 2016.
- [19] J. W.P., N. Azarmi, M. Leida, F. Saffre, A. Afzal and P. D. Yoo, "The Intelligent Campus (iCampus). End-to-end learning lifecycle of knowledge ecosystem," in *6th International Conference on Intelligent Environments (IE)*, Kuala Lumpur, pp. 332-337, July 2010.
- [20] A. Barbato, C. Bolchini, M. Delfanti, A. Geronazzo, E. Quintarelli and V. Olivieri, "An energy management framework for optimal demand response in a Smart Campus," in *REEN 2015, 4th International Conference on Green IT Solutions*, p. 11, 2015.

2017
IEEE PES
GENERAL MEETING

July 16-20, 2017
CHICAGO, IL USA



Sheraton Chicago Hotel and Towers
WWW.PES-GM.ORG/2017

Nuevas Experiencias ***Y lazos entre miembros IEEE***

Por: kathryn Villafuerte y Tania Abrego

Durante los próximos meses se estarán realizando actividades y congresos a los cuales te extendemos una cordial invitación a participar. Con un amplio rango de temas en los cuales podrás aprender y mejorar tus conocimientos, además de disfrutar y conocer los lugares donde se realizarán estas actividades.

A continuación mencionaremos algunas de las oportunidades que te recomendamos para viajar ya sea dentro o fuera del país al que perteneces, y vivir la experiencia de participar en alguna de las tantas conferencias interesantes e innovadoras de nuestra región.

IEEE PES General Meeting 2017

Energizing a more Secure, Resilient, y Adaptable Grid

Esta conferencia que se efectuará en Chicago Illinois, del 16 al 20 de julio, ofrece una gran oportunidad ya que presentará un programa de apoyo al estudiante (deadline 15 de marzo) y un concurso de cartel estudiantil el cual ofrece alojamiento gratuito en la locación de la reunión.

En esta conferencia se efectuarán varias giras técnicas, tours en diferentes partes de la ciudad, además de tutoriales y concursos alrededor del tema de energía y potencia.

Si deseas más información de esta gran actividad y de cómo participar en el programa de apoyo puedes ingresar a los siguientes links:

<http://www.pes-gm.org/2017/>

<http://www.wvuiieeepes.org>

Anímate y sé el portavoz en la rama estudiantil a la que perteneces para participar de estas grandiosas actividades que brinda el IEEE y así adquirir la oportunidad de una experiencia inigualable.

PRÓXIMOS EVENTOS

EN LA REGIÓN 9



**XIV Reunião Nacional de Ramos &
V Reunião Nacional Young Professionals**

15 a 18 de Junho de 2017 | Rio de Janeiro - RJ



**“Reunión Nacional de Ramas”
Catamarca, Argentina
24, 25 y 26 de Agosto**



IEEERNRBRASIL



RNR & RNYP 2017
15 A 18 DE JUNHO

Inscrições abertas!

INSCREVA-SE EM:
WWW.RNR2017.COM.BR/INSCRICOES/
PARTICIPE!

Patrocínio



Parceiro Institucional



CLUBE DE ENGENHARIA

Realização



IEEE CEFET/RJ



Apoio





CONESCAPAN XXXVI

Panamá 2017

LUGAR:
**HOTEL
EL PANAMÁ**

FECHA:
**19 - 22
SEPTIEMBRE 2017**

¿QUÉ TE PARECIÓ NUESTRA EDICIÓN PASADA?

Déjanos saber, envía tu comentario a enlaces@ieee.org



enlaces
Comunidad IEEE R9



"Muchas veces las personas me preguntan acerca de qué beneficios trae consigo el pertenecer a IEEE, creo que la verdadera pregunta es, ¿qué pierdes tú al no pertenecer a IEEE?"

Mi camino en IEEE

Mi camino en esta organización comenzó a finales de 2013, cuando junto con un grupo de compañeros, nos acercamos a la oficina de IEEE de mi Universidad en Bogotá a preguntar acerca de las actividades que desarrollaban en ese lugar. Al comenzar 2014 estábamos convencidos que con IEEE, a través de su capítulo de potencia y energía PES, podíamos realizar actividades que hasta ese momento no se desarrollaban en la universidad.

Identificamos los problemas que teníamos en nuestra facultad, la falta de tutoriales en algún software y el manejo de ciertos equipos en los laboratorios, la falta de visitas técnicas a empresas del sector eléctrico y de charlas con temáticas de vanguardia fueron algunos de los temas que buscamos cubrir. Todo lo pudimos realizar gracias al respaldo y confianza que genera el logo de IEEE y de PES. Los profesores y empresas que veían miembros IEEE interesados en realizar una visita, una conferencia, un tutorial o cualquier otro tipo de actividad, prestaban su ayuda de manera muy amable; encontramos muchas veces que estas personas también hacían parte de IEEE y que en su época de estudiantes, desarrollaron actividades similares en sus respectivas universidades.

Pero no todo fue fácil, muchas veces la carga académica ocasionaba que las horas de sueño disminuyeran, la universidad obstaculizó muchas actividades por razones burocráticas, la falta de experiencia organizando las primeras actividades ocasionaba que tuviéramos que cancelar varios planes. Muchos voluntarios dieron un paso al costado al ver que en ocasiones, estos obstáculos eran el común denominador en la mayoría de proyectos del capítulo.



Pero en esos momentos es en los que uno decide si quiere pasar por la universidad como un estudiante más que solo estuvo en sus aulas atendiendo clases, o si por el contrario, quiere empezar a demostrar cuáles son sus habilidades y cómo puede empezar a superar obstáculos para sobresalir entre los demás. Tuve la fortuna y honor de estar al frente de mi capítulo y estar a la cabeza de muchas actividades, a través de los cuales conocí diferentes tipos de centrales de generación, subestaciones de última generación, muchas regiones de mi país que desconocía, empresas referentes en el país, profesionales admirables y académicos increíbles. Llevé a mis compañeros a conocer el mar, regiones remotas del país y paisajes que no hubiéramos podido admirar, si no hubiéramos estado liderando actividades diferentes a las que nos ofrecía nuestra universidad. Gracias a esto, IEEE patrocinó mi asistencia a varios eventos PES, a través de los cuales pude conocer tres continentes, 5 países, estudiantes y docentes de todo el mundo y amigos con los que ahora vamos en esa parte del camino donde queremos motivar a más estudiantes a entrar al instituto.

Muchas veces las personas me preguntan acerca de qué beneficios trae consigo el pertenecer a IEEE, creo que la verdadera pregunta es, ¿qué pierdes tú al no pertenecer a IEEE?



Acerca del Autor: Felipe Gaitan es estudiante de ingeniería eléctrica de la Universidad Distrital, en Bogotá. Trabaja como auxiliar de ingeniería en *IEB Ingeniería Especializada*, es miembro del comité de desarrollo de membresías de PES para latinoamérica y es Editor Asociado de la revista IEEE Enlaces.

IEEE.tv™

Internet television
gets a mobile makeover



www.ieee.tv



IEEE Collabratec™
PILOT

Bright Minds. Bright Ideas.



Network, collaborate and create
with technology experts globally.

Sign In

Create your free IEEE account



Calendario Editorial 2017

¡Únete a esta gran comunidad!
envía tu artículo a enlaces@ieee.org

Edición	Tema principal	Fecha Límite de recepción de artículos
#22	Sociedad de Potencia y Energía	Abril 25
#23	Sociedad de Computación	Mayo 31
#24	Sociedad de Comunicaciones	Julio 31
#25	Sociedad de Aplicaciones Industriales	Septiembre 30
#26	Sociedad de Robótica y Automatización	Noviembre 30

Sea Visible

Paute en nuestra revista
y haga que miles de personas lo vean en
toda América Latina



enlaces
Conectando puntos en la R9

enlaces
Conectando puntos en la R9



enlaces

Conectando puntos en la R9