



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

B. CARRIO
ARCHIVAR Y
TRANMITIR
05/02/2020

Simulación en Tiempo Real para Sistemas Eléctricos de Generación Distribuida

Jefatura de Posgrados
Maestría en Energías Renovables
Carrera de Electricidad
Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad de Cuenca

Autores

Ing. Trajano Javier González Redrován. Mg
Ing. Diego Xavier Morales Jadán. PhD
Ing. Javier Bernardo Cabrera Mejía. PhD(c)
Ing. Luis Ismael Minchala Ávila PhD
Ing. Daniel Orlando Icaza Álvarez Mg
Ing. Santiago David Torres Contreras PhD

06 FEB 2020
BELEN CARRIO C
16:32

Cuenca, 20 de septiembre de 2019



29 ENE 2020

RECIBIDO
HORA: 10:07 FIRMA: H. Calle

Nº Proyecto	
-------------	--



1 TABLA DE CONTENIDOS

1	TABLA DE CONTENIDOS.....	2
2	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	3
3	LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	4
4	DATOS DE LA UNIDAD ACADÉMICA EJECUTORA.....	5
5	INVESTIGACIÓN COMPARTIDA	6
6	PERSONAL CIENTÍFICO-TÉCNICO DEL PROYECTO – PARTICIPANTES -BENEFICIARIOS.....	7
6.1	PARTICIPANTES DEL PROYECTO.....	17
6.2	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	20
7	MARCO TEÓRICO.....	21
7.1	RESUMEN DEL PROYECTO.....	21
7.2	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	22
7.3	PALABRAS CLAVE	25
8	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO	25
8.1	DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA.....	25
8.2	HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	26
8.3	OBJETIVOS	27
8.3.1	GENERAL.....	27
8.3.2	ESPECÍFICOS.....	27
8.4	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	27
8.5	RESULTADOS ESPERADOS.....	28
8.6	ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES.....	28
9	IMPACTO DEL PROYECTO.....	28
9.1	IMPACTO LEGAL, SOCIAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO.....	28
9.2	IMPACTO AMBIENTAL.....	29
10	DIFUSIÓN DE RESULTADOS	29
10.1	EFFECTOS MULTIPLICADORES.....	29
10.2	TRANSFERENCIA DE RESULTADOS	29
11	PLANIFICACIÓN Y FINANCIAMIENTO	30
11.1	FACILIDADES DE TRABAJO.....	30
11.2	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	30
11.3	PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN FINANCIERA.....	30
12	BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CIENTÍFICAS CITADAS	31
13	DECLARACIÓN FINAL.....	32



2 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

TÍTULO			
Optimización en Plataformas de Tiempo Real para Sistemas Eléctricos de Generación Distribuida			
TIPO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN			
Investigación Básica ☐	Investigación (I+D+I) ☒	Investigación (I+V) ☒	
DIRECTOR DEL PROYECTO			
Trajano Javier González Redrován			
GRUPO DE INVESTIGACIÓN			
Grupo de Investigación en Redes Eléctricas Inteligentes – Smart Grid Grupo de Investigación, Ciudad, Medio Ambiente y Tecnología			
ÁREA TEMÁTICA DE I+D QUE TRIBUTA Y CENTRO DE INVESTIGACIÓN ADSCRITO. Para mayor información sobre las temáticas referirse al documento "Bases VI Convocatoria", sección 8.2			
Ciencias Exactas y Naturales (CEN)	☐	Centro de Investigación de Agricultura, Veterinaria, Silvicultura y afines	☐
Ingeniería y Tecnología (IT)	☒	Centro de Investigación de Ingeniería, Industria, Construcción y TIC	☒
Ciencias de la Salud (CS)	☐	Centro de Investigación de Ciencias Sociales y Administración	☐
Ciencias Agrarias (CA)	☐	Centro de Investigación de Salud y Bienestar	☐
Ciencias Sociales (CS)	☐	Centro de Investigación de Educación	☐
Humanidades (H)	☐	Centros de Investigación de Azogues, Cañar, San Pablo de La Troncal o Macas	☐
LÍNEA Y ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL			
Para información sobre las líneas de investigación referirse al Documento Bases VI Convocatoria", sección 8.1			
Líneas de Investigación: Ciencias Exactas Naturales y Tecnológicas			
Ámbito de Investigación: Territorio, Ciudad y Medio Ambiente Potencia y Energía			



Energías Renovables							
Automatización							
TIPO DEL PROYECTO							
Disciplinario	☐	Interdisciplinario	☐	Multidisciplinario	☒	Transdisciplinario	☐
ESTADO DEL PROYECTO							
Nuevo	☒	En ejecución	☐	Continuación	☐	Parte un programa	☐
En caso de ser parte de un programa, escriba el nombre del mismo				SMART- UNIVERcity 2.0			
TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO							
Duración del proyecto en meses				24			
FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO							
Monto total del financiamiento proyecto				\$ 56.270,00			
Monto financiamiento UCACUE				\$ 35.995,00			
Monto otras fuentes de financiamiento				\$ 20.275,00			

3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

COBERTURA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO (Seleccione sólo un tipo de cobertura)			
Nacional ☐			
Zonas PNBV ☒	Zona 1 (Carchi, Esmeraldas, Imbabura y Sucumbíos)		☐
	Zona 2 (Napo, Orellana y Pichincha)		☐
	Zona 3 (Chimborazo, Cotopaxi, Pastaza y Tungurahua)		☐
	Zona 4 (Manabí, Sto. Domingo de los Tsáchilas)		☐
	Zona 5 (Bolívar, Guayas, Los Ríos y Santa Elena)		☐
	Zona 6 (Azuay, Cañar y Morona Santiago)		☒
	Zona 7 (El Oro, Loja y Zamora Chinchipe)		☒
	Zona 8 (Cantones Guayaquil, Samborondón, Durán)		☐



		Zona 9 (Distrito Metropolitano de Quito)	☐
Provincial ☐		<i>Especifique las provincias en las que se ejecutará su proyecto</i>	
Local ☐		<i>Especifique la Provincia y Cantones donde se ejecutará su proyecto</i>	

4 DATOS DE LA UNIDAD ACADÉMICA EJECUTORA

DATOS DE LA UNIDAD ACADÉMICA				
Nombre:	Jefatura de Posgrados			
Dirección:	Estancia Luis Cordero "El Grande" Camino a Patamarca y Cojimíes Sector Uncovía (a 200 metros del Banco del Austro del parque industrial)			
Teléfonos:	072843034	0998687003	Correo Electrónico:	posgrado@ucacue.edu.ec
Representante de la Unidad:	Dra. Olivia Álvarez		Cédula de Identidad:	0400356309
Teléfonos personales:		099 868 7003	Correo Electrónico:	olyalvarezg@gmail.com olyalvarez@ucacue.edu.ec
Información descriptiva sobre la Unidad Académica	La Subdirección de Posgrados tiene como objetivo, constituir al Posgrado de la Universidad Católica de Cuenca como referente de calidad en su campo de actuación a través de una oferta integrada por programas de alto nivel, con enfoques innovadores multi, ínter y transdisciplinarios, desarrollados por cuerpos académicos consolidados y alimentados permanentemente por procesos de investigación y vinculación con la sociedad. De esta manera se ofertan programas de Posgrado para fortalecer el desarrollo científico, tecnológico y humano de los profesionales de la región, en concordancia con los planes de desarrollo nacional, regional, zonal y local. Los planes ofertados son: 1. Maestría en Tecnologías de la Información 2. Maestría en Contabilidad y Auditoría 3. Maestría en Administración de Empresas 4. Maestría en Derecho Constitucional 5. Maestría en Energías Renovables. 6. Especialización en Ortodoncia.			



5 INVESTIGACIÓN COMPARTIDA

DATOS DE LAS INSTITUCIONES EXTERNAS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Debe incluir una tabla por cada institución con las cuales se compartirá la investigación, agregue tantas instituciones como sean necesarias.

Nota: En el caso de que la investigación será colaborada o co-ejecutada con una o más instituciones, involucrando aporte monetario, personal científico e infraestructura, se deberá completar los datos de dichas instituciones en la tabla a continuación. Además, deberá incluir una carta de entendimiento entre la Institución Postulante y cada institución co-ejecutora, en la cual se establezca claramente cuál será la naturaleza de la participación y el grado de responsabilidad de cada institución durante la ejecución del proyecto.

INSTITUCIÓN CO-EJECUTORA O COLABORADORA

Nombre de la Institución:	Universidad de Cuenca	RUC:	
Representante Legal:	Ing. Pablo Vanegas Peralta PhD	Cédula de Identidad:	0102274891
Teléfonos:	074051005	Correo Electrónico:	pablo.vanegas@ucuenca.edu.ec
Dirección:	Av. 12 de Abril y Av. Loja		
Página Web Institucional:	www.ucuenca.edu.ec		
Nombre del Investigador principal:	Ing. Santiago Patricio Torres Contreras PhD	Cédula de Identidad:	0102448958
Teléfonos:	072830269	0984201661	Correo Electrónico: santiago.torres@ucuenca.edu.ec



6 PERSONAL CIENTÍFICO-TÉCNICO DEL PROYECTO - PARTICIPANTES -BENEFICIARIOS

PERSONAL DEL PROYECTO				
<i>Nota: Debe incluirse al personal tanto de la UCACUE, como de la(s) institución(es) que comparten la investigación. Si es necesario añada una fila por cada miembro del equipo científico-técnico del proyecto.</i>				
Función en el proyecto		Director del Proyecto		
Nombre:	Trajano Javier González Redrován			
Entidad a la que pertenece	Jefatura de Posgrados Carrera de Electricidad		Cédula de Ciudadanía / Pasaporte	0301498572
Grado académico y/o especialización	Magíster en Energías Renovables Diplomado Superior en Docencia Universitaria Ingeniero Electrónico		Cargo actual	Coordinador de la Maestría en Energías Renovables
Teléfonos	2248026	0987237041	Correo Electrónico	tigonzaezr@ucacue.edu.ec
Actividades de carácter científico o profesional desarrolladas en los últimos cinco años. Dirección o participación en otros proyectos.				
- Colaborador del Proyecto "Dispositivo de expansión de funcionalidades de monitoreo y control en sistemas de automatización clásicos a través de plataformas de bajo costo", V Convocatoria de Proyectos de la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de Cuenca. - Colaborador del Proyecto de investigación - CEDIA "Micromundos Lúdicos" - Director Técnico Eléctrico y Electrónico - HEINGSO CIA LTDA - Diseño de sistemas de cableado de datos, alarmas, cctv. - Elaboración de presupuestos y análisis de precios unitarios. - Elaboración de planillas de pagos de obras - Member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE - Member of the IEEE Power and Energy Society - PES				
Relación de publicaciones, señalando datos editoriales.				
- An Open Source SCADA System to Implement Advanced Computer Integrated Manufacturing. Revista IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, VOL. 14, NO. 12 - Ganesha: un asistente robótico como soporte en el desarrollo de habilidades sociales en niños en situación de vulnerabilidad. LIBRO. INCLUSIÓN, DISCAPACIDAD Y EDUCACIÓN - Identificación del modelo de un motor de DC mediante métodos gráficos y métodos paramétricos. REVISTA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA UPSE, VOL. IV, N°2				



Participación en congresos nacionales e internacionales.

- Problem Based Learning
Universidad de Leicester
- II Seminario Internacional SmartCities & III Seminario SmartGrids Ecuador
CIEELA
- XII Congreso Iberoamericano de inclusión educativa con tecnologías emergentes
Universidad Politécnica Salesiana
- Modelo Pedagógico Crítico Basado en Resultados de Aprendizaje
Sala de Capacitación Universidad Católica de Cuenca
- Investigación Científica.
Facultad de Pedagogía de la Universidad Católica de Cuenca
- Marco Lógico.
Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica de la Universidad Católica de Cuenca
- Edición de Artículos Científicos en LATEX

Universidad Católica de Cuenca

Función en el proyecto		Codirector del Proyecto		
Nombre:	Diego Xavier Morales Jadán			
Entidad a la que pertenece	Jefatura de Posgrados Carrera de Electricidad		Cédula de Ciudadanía / Pasaporte	0104170014
Grado académico y especialización	PhD en Ingeniería Eléctrica MSc en Sistemas de Información Geográficos MSc en Redes Eléctricas Inteligentes Diplomado Superior en Emprendimiento e Innovación		Cargo actual	Docente Investigador
Teléfonos	0993481639		Correo Electrónico	dmoralesj@ucacue.edu.ec

Actividades de carácter científico o profesional desarrolladas en los últimos cinco años. Dirección o participación en otros proyectos.

1. Doctor en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Grenoble Alpes de Francia
2. MSc en Redes Eléctricas Inteligentes por el Instituto Politécnico de Grenoble – Francia
3. MSc en Sistemas de Información Geográficos doble Titulación – Universidad de Salzburg Austria, USFQ – Ecuador
4. Investigación durante 5 meses en el laboratorio G2elab de Francia
5. Administrador Contrato “Análisis para la Implementación de Redes Inteligentes en Ecuador” entre la Universidad Politécnica de Valencia y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.



6. Director del Proyecto para Análisis del Impacto de Nuevos Servicios en la Red Eléctrica de Galápagos.
7. Revisor Revista Técnica Energía
8. Revisor Revista Técnica Ingenius
9. Revisor Journal Electric Power System Research
10. Member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE
Capítulo Ecuador – Región 9.
11. Member of the Power and Energy Society – P&ES – IEEE
Capítulo Ecuador – Región 9.
12. Coordinador Proyecto SIGDE – Cuenca desde 2015 hasta 2018

Relación de publicaciones, señalando datos editoriales.

1. Proposal and Requirements for a Real-Time Hybrid Simulator of the Distribution Network/ DOI: 10.1109/Chilecon.2015.7400438
2. Real-Time Hybrid Simulator of the Distribution Network for Smart Grid Applications, Memorias Congreso SICEL / ISSN En línea: 2357-6618
3. Modelado del Tranvía Citadis-302 Implementado en la Ciudad de Cuenca Utilizando Matlab – Simulink, Revista Energía 2016 CENACE/ ISSN 1390-5074
4. Enhanced placement of fault locators on overhead distribution networks/ DOI: 10.1109/ICA-ACCA.2016.7778475
5. Acceptability determination of electric vehicles: Case study in a typical distribution transformer/ DOI: 10.1109/ICA-ACCA.2016.7778474
6. Calculo de la Energía No suministrada por la Empresa Eléctrica Regional Centrosur S.A utilizando el GIS como herramienta Informática/Revista Interconexiones
7. Modelado de la Red de Medio y Bajo Voltaje utilizando un simulador en tiempo real/Revista CIEELA
8. Módulo de planificación espacial de la demanda para la ayuda en la toma de decisiones/Revista Ecuaciel
9. Assessment of the impact of intelligent DSM methods in the Galapagos Islands toward a Smart Grid/Electric Power Systems Research
10. Development of a spatial load-forecasting module for optimizing planning of electricity supply/<http://ieeexplore.ieee.org/document/8126738/>
11. Assessing Power Transformer Final Failure Consequences Using Fuzzy Logic/<http://ieeexplore.ieee.org/document/8229538/>
12. Study for determination of projected maximum unit demand case study: Cuenca-Ecuador/ 10.1109/ISGT-LA.2017.8126739
13. Enterprise architecture for the utility of the future: Case study Ecuador/ 10.1109/ISGT-LA.2017.8126687
14. Assessment of the impact of intelligent DSM methods in the Galapagos Islands toward a Smart Grid/ <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2017.02.003>



15. Smart multivariate techniques applied in the budget assignment for loss reduction in Ecuador/ 10.1109/ISGTEurope.2016.7856212
16. Conceptual architecture definition: Implementation of a network sensor using Arduino devices and multiplatform applications through OPC UA/ 10.1109/ICA-ACCA.2016.7778476

Capítulos de libros

1. R. D. MEDINA, A. A. ROMERO, E. E. MOMBELLO, G. RATTI and D. X. MORALES, "Chapter 4: Assessing DP value of a power transformer considering ageing and paper moisture", published on "Power Transformer Condition Monitoring and Diagnosis", Editado por Institution of Engineering and Technology, ISSN Print: 978-1-78561-254-1, ISBN eBook: 978-1-78561-255-8
2. D. X. MORALES, Y. BESANGER, R. D. MEDINA "Chapter 12: Complex networks: case study Galapagos Islands", on "Sustainable interdependent networks: from theory to application" Editorial Springer, ISSN Print: 978-1-78561-254-1, ISBN eBook: 978-1-78561-255-8

Participación en congresos nacionales e internacionales.

- Transmission and Distribution Latin America 2018-Panelista Invitado
Lima- Perú 2018-IEEE&PES
- 2017 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference - Latin America (ISGT Latin America)
Quito 2017-Ecuador
- XXXI Seminario Nacional del Sector Eléctrico Ecuatoriano- Expositor
Quito 2016-Ecuaciel
- Transmission and Distribution Latin America 2016-Presentación paper
Morelia- México 2016-IEEE&PES
- Seminario de Reportes SCADA
Quito 2016-Schneider
- Seminario Internacional Tendencias y Desafíos de las Ingenierías
Cuenca 2016-UCACUE
- Seminario Internacional SmartCities & SmartGrids
Cuenca 2015-CIEELA
- Automatización de la Distribución
Cuenca 2016-Universidad Politécnica de Valencia
- CYMDIST Paquete Básico y módulos avanzados
Cuenca 2016 -CYME
- Herramientas Informáticas Orientadas al proceso educativo Superior
Online 2016- UCACUE
- Evaluación de pérdidas de energía en sistemas eléctricos de Potencia
Online 2016- OLADE



-Sustainable energy information management Programme

Online 2016 – OLADE

-Congreso IEEE Chilecon 2015- expositor paper

Santiago 2015-IEEE

Función en el proyecto		Colaborador 1	
Nombre:	Javier Bernardo Cabrera Mejía		
Entidad a la que pertenece	Jefatura de Posgrados Carrera de Electricidad	Cédula de Ciudadanía / Pasaporte	0301424362
Grado académico y especialización	PhD(c) en Tecnologías de la Información y Comunicación MSc. en Redes de Comunicaciones Ingeniero Electrónico Tecnólogo Industrial	Cargo actual	Docente Investigador
Teléfonos	0989997993	Correo Electrónico	jcabreram@ucacue.edu.ec
Actividades de carácter científico o profesional desarrolladas en los últimos cinco años. Dirección o participación en otros proyectos.			
1. Cursando programa de Doctorado en la Universidad de Vigo – España Tema: Eficiencia energética en redes eléctricas inteligentes, aplicando Teoría de juegos. 2. Director del proyecto “SmartEnergy Simulation Lab” IV Convocatoria de proyectos de investigación Universidad Católica de Cuenca Ecuador. 3. Estancia de Investigación en fuentes de generación distribuida. México Trabajo colaborativo científico Ecuador - México 4. Co director del proyecto del proyecto de investigación “Estrategia Educativa para la inclusión social de niños, adolescentes y jóvenes con discapacidad en la comunidad” 5. Elaboración de proyecto I+D+i. a. Sistema de juegos para la estimulación sensorial en niños y adolescentes con discapacidades en Azuay b. Modelo cinemático y dinámico de una prótesis de mano robótica 6. Member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE			
Relación de publicaciones, señalando datos editoriales.			
1. Concepts Games Theory applied in Smart Grids Andescon/CALI COLOMBIA			



2. System of communication, modeling and simulation of the radar system at the Mariscal Lamar airport in the city of Cuenca-Ecuador
Andescon/CALI COLOMBIA
3. Abastecimiento con energía solar para los GAD's Parroquiales Rurales del Ecuador
Andescon/CALI COLOMBIA
4. Pérdidas por efecto del polvo y suciedad en sistemas fotovoltaicos
Revista Investigar ISSN 2728-777X
5. Power Transformer Risk Index Assessment for an Asset Management Plan
IEEE Xplore DOI: 10.1109/CHILECON.2017.8229535
6. Assessing Power Transformer Final Failure Consequences Using Fuzzy Logic IEEE Xplore DOI: 10.1109/CHILECON.2017.8229535
7. Applications of Geothermal Energy in the Ecuadorian Context
IEEE Xplore (En proceso de publicación)
8. The difficulties of the associativity in rural women: What is the role of universities?
ISSN: 2328-4641 ISSN: 2328-4668
9. Implementation of a network sensor using Arduino devices and multiplatform applications through OPC UA.
ISBN: 2328-4641 ISBN: 2328-4668
10. Design of a biomechanics prosthesis for child.
Revista de Ingeniería Universidad Carabobo – Venezuela. ISSN: 1316-6832
11. Instrumento para evaluar la calidad de un trabajo de investigación.
ISBN: 1530931207
12. Evaluación de los aprendizajes en la Ingeniería.
CIMTED Corporation. ISBN: 978-958-59518-1-5
13. Eficiencia Energética en el sector industrial en media y alta tensión.
Revista YACHANA. ISSN: 1390-7778 ISSN: 2528-8148
14. Ahorro económico con el uso de las Smart Grid.
Revista CIEELA: IEPI CUE – 00178 / ISSN 1390-6577
15. Mechatronic hand prosthesis for child.
Revista IEEE. DOI: 10.1109/APCASE.2015.69 (SCOPUS)
16. Guía para el aprendizaje de Electrónica de Potencia.
Revista ISSN 1390-728x Universidad Católica de Cuenca

Participación en congresos nacionales e internacionales.

- Smart GRID I+D+i
Jornadas Repensando la Educación Superior en el Ecuador, América Latina y el Caribe.
- Pérdidas por efecto del polvo y suciedad en sistemas fotovoltaicos
ER CONGRESO INTERNACIONAL DE ENERGÍAS, TELECOMUNICACIONES & AMBIENTE – CHIMBORAZO 2017
- Power Transformer Risk Index Assessment for an Asset Management Plan
CHILECON 2017



- Assessing Power Transformer Final Failure Consequences Using Fuzzy Logic
CHILECON 2017
- Implementation of Architecture of sensor network using Arduino devices and multiplatform applications through OPC UA
ANDESCON - Perú
- Mechatronic hand prótesis for child
Universidad San Francisco de Quito
- Eficiencia energética en el sector industrial en media y alta tensión. Caso de estudio Cuenca
Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil
- Ahorro económico con el uso de las Smart Grid
Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Azuay
- Sistema de juegos para la estimulación sensorial en niños y adolescentes con discapacidades en Azuay
Congreso Internacional "Comunidad Inclusiva" realizado en Montevideo - Uruguay
- Modelo cinemático y dinámico de una prótesis de mano robótica
Simposium de Investigación en Tecnologías de apoyo a la Discapacidad. Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil.
- Diseño, desarrollo y ensayo de nuevas soluciones que permitan la reducción constante del consumo de energía global a través del ahorro energético mediante la aplicación en software y hardware para la automatización de los contadores de energía.
Instituto Nacional de Energías Renovables (INER)
- Tendencias de la Automatización y la Robótica.
IX Reunión Nacional de Ramas IEEE - Sección Ecuador
- Problem Based Learning
University of Leicester
- Diseño y Formulación de Proyectos
Universidad Politécnica Salesiana - Cuenca.
- Escritura Científica
Universidad Católica de Cuenca
- Bioestadístico Masterclass
Hotel NH Colecction Royal - Bogotá Colombia
- Planificación estratégica
Escuela Politécnica Nacional - Quito
- Seminario taller: "Introducción a los modelos de pensamiento científico: formación inicial en investigación científica" y "Taller de redacción de artículos científicos"
Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, a través de la Subsecretaría de Investigación Científica y la Coordinación Zonal del Austro y el Sur del País - Cuenca
- Taller del Congreso Internacional "Comunidad Inclusiva"
Universidad Católica del Uruguay - Montevideo
- Taller sobre Eficiencia Energética en Edificaciones: Investigación actual y creación de redes de investigación
Instituto Nacional de Energías Renovables - Universidad de Cuenca
- Seminario de Tecnologías de la Información, Comunicación y Energía
Universidad Católica de Cuenca
- VI Andean Región International Conference ANDESCON 2012
Campus Universidad Politécnica Salesiana Matriz Cuenca



- II Congreso Binacional Investigación, Ciencia y Tecnología de las Universidades del Sur del Ecuador y Norte del Perú
Campus Universidad Politécnica Salesiana Matriz Cuenca
- Seminario Internacional en seguridad de la información e informática forense
Centro de convenciones Mall del Rio
- Seminario en tecnología de datos y redes eléctricas inteligentes
Centro de convenciones Mall del Rio
- Diplomado en metodologías de la investigación Universidad Nacional Autónoma de México
Sala de Capacitación Universidad Católica de Cuenca
- Modelo Pedagógico Crítico Basado en Resultados de Aprendizaje
- AutoCAD
Realizado en el Centro para Migración Internacional y Desarrollo (CIM), de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Simulación de Circuitos Electrónicos Spice 5.1
Facultad de Ciencias Eléctricas, de la Universidad Politécnica Salesiana (matriz Cuenca),
- Congreso: Desafíos Tecnológicos y Comunicaciones.
Campus Universitario Universidad Politécnica Salesiana Cuenca.
- Interconnecting Cisco Networking Devices (ICND).
Sala de Capacitación Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., Cuenca
- Implementing Cisco MPLS.
Sala de Capacitación Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., Cuenca
- Modelo de Acreditación: Resultados de Aprendizaje.
Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica
- Sílabos por Resultados de Aprendizaje.
Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica
- Seminario de graduación Telemática y Telecomunicaciones.
Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica
- Modelo de Acreditación.
Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica de la Universidad Católica de Cuenca
- TIC'S en la docencia.
Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca
- Investigación Científica.
Facultad de Pedagogía de la Universidad Católica de Cuenca
- Marco Lógico.
Unidad Académica de Ingeniería de Sistemas, Eléctrica y Electrónica de la Universidad Católica de Cuenca

Función en el proyecto		Colaborador 2		
Nombre:	Luis Ismael Minchala Avila			
Entidad a la que pertenece	Carrera de Ingeniería Electrónica - UCACUE - AZOGUES Universidad de Cuenca		Cédula de Identidad Pasaporte	de / 0301453486



Grado académico y especialización	Doctor en ciencias de ingeniería			Cargo actual	Profesor / Investigador
Teléfonos	0987230295		Correo Electrónico	liminchalaa@ucacue.edu.ec	

Actividades de carácter científico o profesional desarrolladas en los últimos cinco años. Dirección o participación en otros proyectos.

Consultor en Ingeniería de Control

Unión Cementera Nacional (UCEM)

- Mejoramiento de las estrategias de control del circuito de molino de cemento de la planta industrial Guapán;
- Transferencia de tecnología al personal de investigación y desarrollo y de operación de la planta.

Consultor en Ingeniería de Control

Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE)

- Capacitación en teoría de control digital, diseño y pruebas de algoritmos de control en UAVs;
- Diseño, implementación y pruebas de algoritmos de control basados en modelo para plataformas de vuelo no tripuladas;
- Curso especializado de control no lineal para plataformas de vuelo.

Profesor de posgrado

Universidad Politécnica Salesiana, ESPOCH

- 2015. Curso de "Instrumentación Industrial y Electrónica" en la maestría de sistemas de control y automatización (ESPOCH). Dos cursos con duración de 48 horas cada uno;
- 2011-2013. Cursos de "Control Digital" e "Implementación del Control Digital" en la maestría de control y automatización industriales (UPS), primera edición. Ambas clases con duración de 64 horas;
- 2013-2014. Cursos de "Control Digital" e "Implementación del Control Digital" en la maestría de control y automatización industriales (UPS), segunda edición. Ambas clases con duración de 64 horas.
- 2013. Tesis de maestría dirigida a término: "Evaluación de Desempeño de los Controladores Digitales PID y Predictivo Tolerante a Fallas, Aplicados al Control de Nivel del Líquido en un Tanque"; autor, Marco Carpio A.
- 2014. Tesis de maestría dirigida a término: "Diseño de un Controlador Automático para un Breaker de Estado Sólido DC para Baja Tensión"; autor, Diego Valladolid Q.
- 2014. Tesis de maestría dirigida a término: "Modelado y Control Robusto de un Vehículo Aéreo no Tripulado Quadrator, en Ambientes Cerrados"; autor, Paúl Ortiz G.
- 2014. Tesis de maestría dirigida a término: "Diseño de un Sistema de Control por Régimen Deslizante para el Seguimiento de Trayectoria lineal de un Quadrator"; autor, Manuel Reinoso.



- 2015. Tesis de maestría dirigida a término: "Operación Confiable de una Microrred Aislada con Generador Principal Diesel, Aplicando un Sistema de Control Difuso en el Deslastre de sus Cargas"; autor, Pablo Mosquera T.
- 2015. Tesis de maestría dirigida a término: "Diseño de un Control Tolerante a Fallas con Ganancia Difusa Programada de una Turbina de Viento Off-Shore de 5MW"; autor, Sandro Quintuña P.

Proyectos de investigación (2012 - 2013)

Fondos concursables de la Universidad Politécnica Salesiana

- Director del proyecto: "Modelación de microrredes con generación distribuida". Duración: 10 meses. Presupuesto: \$3,520.00
- Director del proyecto: "Diseño e implementación de un breaker dc". Duración: 10 meses. Presupuesto: \$11,050.00

Relación de publicaciones, señalando datos editoriales.

1. Luis I. Minchala-Avila, Luis E. Garza-Castañón, Adriana Vargas-Martínez, Youmin Zhang, A Review of Optimal Control Techniques Applied to the Energy Management and Control of Microgrids, *Procedia Computer Science*, Volume 52, 2015, Pages 780-787, ISSN 1877-0509, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.05.133>.
2. Rivera-Calle, F.M.; Minchala-Avila, L.I.; Montesdeoca-Contreras, J.C.; Morales-Garcia, J.A., "Fault diagnosis in power lines using Hilbert transform and fuzzy classifier," *Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles (ESARS)*, 2015 International Conference on , vol., no., pp.1,5, 3-5 March 2015.
3. Vargas-Martínez Adriana, Minchala-Avila Luis Ismael, Zhang Youmin, Garza-Castañón Luis Eduardo, and Acosta-Santana Patricia (2015), Fault-tolerant controller design for a master generation unit in an isolated hybrid wind-diesel power system, *Int. J. Robust. Nonlinear Control*, 25, 761-772, doi: 10.1002/rnc.3277
4. Vargas-Martínez, A., Minchala Avila, L. I., Zhang, Y., Garza-Castañón, L. E., and Badihi, H. (2015), Hybrid adaptive fault-tolerant control algorithms for voltage and frequency regulation of an islanded microgrid. *Int. Trans. Electr. Energ. Syst.*, 25, 827-844. doi: 10.1002/etep.1875.
5. L. I. Minchala-Avila, A. Vargas-Martínez, L. E. Garza-Castañón, R. Morales-Menéndez, Y. Zhang, and E. R. Calle-Ortiz, "Fault-tolerant control of a master generation unit in an islanded microgrid", *Proceedings of the IFAC 2014 World Conference*, pp. 5327-5332, 2014.
6. Minchala-Avila, L.I.; Vargas-Martinez, A.; Youmin Zhang; Garza-Castanon, L.E., "A model predictive control approach for integrating a master generation unit in a microgrid," *Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol)*, 2013 Conference on , vol., no., pp.674,679, 9-11 Oct. 2013.
7. Bin Yu; Youmin Zhang; Minchala, I.; Yaohong Qu, "Fault-tolerant control with linear quadratic and model predictive control techniques against actuator faults in a quadrotor



UAV," Control and Fault-Tolerant Systems (SysTol), 2013 Conference on , vol., no., pp.661,666, 9-11 Oct. 2013.

8. Adriana Vargas-Martínez, Luis Ismael Minchala Avila, Youmin Zhang, Luis Eduardo Garza-Castañón, Eduardo Robinson Calle Ortiz, Model-based Fault-tolerant Control to Guarantee the Performance of a Hybrid Wind-Diesel Power System in a Microgrid Configuration, Procedia Computer Science, Volume 19, 2013, Pages 712-719, ISSN 1877-0509, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.06.094>.
9. Minchala, A. Vargas, Y. Zhang, L. Garza and J. Viola, "Model-Based Control Approaches for Optimal Integration of a Hybrid Wind-Diesel Power System in a Microgrid", in Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Grids and Green IT Systems, pp. 12-21, May 2013

Participación en congresos nacionales e internacionales.

Función en el proyecto		Colaborador 3	
Nombre:	Daniel Orlando Icaza Álvarez		
Entidad a la que pertenece	Carrera de Electricidad	Cédula de Identidad / Pasaporte	01038123 27
Grado académico y especialización	Maestría en Gestión de Telecomunicaciones Ingeniero Eléctrico	Cargo actual	Docente
Teléfonos	0985154839	Correo Electrónico	dicazaa@ucacue.edu.ec
Actividades de carácter científico o profesional desarrolladas en los últimos cinco años. Dirección o participación en otros proyectos.			
Finalista del Concurso de Innovación Ciencia y Tecnología InnovatECUADOR 2012			
Relación de publicaciones, señalando datos editoriales.			
Análisis de Potencia y Rendimiento en sistemas de Generación de Energía Renovable en el Centro de Energías Renovables CER de la Universidad Católica de Cuenca. Modelado y Simulación de sistemas de Generación Eléctrica.			
Participación en congresos nacionales e internacionales.			
Seminario Internacional "Tendencias y Desafíos de la Ingeniería"			
Función en el proyecto		Investigador Externo 1	



Nombre:	Santiago Patricio Torres Contreras		
Entidad a la que pertenece	Universidad de Cuenca	Cédula de Identidad / Pasaporte	0102448958
Grado académico y especialización	Ingeniero eléctrico Doctor en ingeniería eléctrica	Cargo actual	Docente
Teléfonos	072830269	0984201661	Correo Electrónico santiago.torres@ucuenca.edu.ec
Actividades de carácter científico o profesional desarrolladas en los últimos cinco años. Dirección o participación en otros proyectos.			
Servicios de consultoría en ingeniería, análisis termográfico, análisis de estrés térmico, sonoro de personal y equipamiento. Investigador externo en el proyecto "Smart Energy Simulation Lab" perteneciente al grupo de investigación en redes inteligentes, Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Católica de Cuenca; junio de 2017 hasta la fecha. Investigador principal en el proyecto: "Evaluación del impacto de nuevos servicios como cocinas de inducción, generación distribuida y vehículos eléctricos en la red urbana de distribución de energía eléctrica de la isla Santa Cruz en Galápagos"; Grupo de Investigación Energía; Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca; mayo de 2015 a diciembre de 2016. Investigador en el proyecto: "Gestión Óptima de Activos en Sistemas Eléctricos de Potencia"; Grupo de Investigación en Calidad de la Energía y Eficiencia Energética; Instituto de Energía Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan. IEE-UNSJ- CONICET; marzo de 2012 a febrero de 2015. Investigador invitado en el proyecto "Smart Área"; Instituto de Alta Tensión (IFHT), Universidad Técnica de Aquisgrán - Alemania, RWTH - Aachen University; mayo a noviembre de 2014.			
Relación de publicaciones, señalando datos editoriales.			
Capítulos de libros 2. Peláez-Samaniego, M.R., Riveros Godoy, G., Torres-Contreras, S., García-Pérez, T., García-Renté, M., Albornoz-Vintimilla, E., Hidrógeno electrolítico: perspectivas de producción y uso en Ecuador, En: Energías renovables en el Ecuador: Situación actual, tendencias y perspectivas, M.R.Pelaez-Samaniego and J.L.Espinoza Abad, Editores. Capítulo 4. pp. 159-211. Universidad de Cuenca, Gráficas Hernández, Cuenca-Ecuador, ISBN 978-9978-14-317-9. 3. D. X. MORALES, Y. BESANGER, R. D. MEDINA "Chapter 12: Complex networks: case study Galapagos Islands", on "Sustainable interdependent networks: from theory to application" Editorial Springer, ISSN Print: 978-1-78561-254-1, ISBN eBook: 978-1-78561-255-8 Artículos revistas de alto impacto 4. J. Chillogalli, S. Torres, C. Castro, "Biogeography based Optimization Algorithms Applied to AC Transmission Expansion Planning", IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America 2017 (ISGT-LA 2017), Quito, Ecuador, 2017.			



5. W. C. Flores, J. Barrionuevo, E. Atlas, S. P. Torres, "An approach based on remedial action scheme to increase resiliency under failures in the central american power grid", IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Latin America 2017(ISGT-LA 2017), Quito, Ecuador, 2017
6. R. Araujo, S. Torres, J. Pissolato, C. Castro, "Integrated AC/DC Transmission Expansion Planning Model Considering VSC-MTDC Systems", 2017 IEEE Power & Energy Society General Meeting, Chicago, USA, 2017.
7. S. Torres, C. Castro, "Specialized Differential Evolution Technique to solve the AC model based Transmission Expansion Planning Problem", International Journal of Electric and Energy Systems, Volume 68, pp. 243 – 251, 2015.
8. S. Torres, C. Castro, "Expansion Planning for Smart Transmission Grids using AC Model and Shunt Compensation", IET Generation, Transmission & Distribution, Volume 8, No. 5, pp. 966 – 975, May 2014.
9. M. Pelaez-Samaniego, G. Riveros-Godoy, S. Torres-Contreras, T. Garcia Perez, E. Albornoz-Vintimilla, "Production and use of electrolytic hydrogen in Ecuador towards a low carbon economy", Energy, Elsevier, Volume 64, 1 January 2014, Pages 626–631.
10. W. Barreto, S. P. Torres, C. A. Castro, "Study of Particle Swarm Optimization Variations Applied to Transmission Expansion Planning", IEEE Powertech, Grenoble, France, 16-20 Junio, 2013.
11. R. Araujo, S. Torres, M. Cortez, C. Castro, "Operation Planning of Electric Distribution Networks using Chu and Beasley Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization", published as a Book Chapter in "Heuristics: Theory and Applications", ISBN: 978-1-62417-637-1, Nova Publishers 2013.
12. S. Torres, C. Castro, M. Rider, "Transmission Expansion Planning using DC and AC models and Particle Swarm Optimization", published as a Book Chapter in "Swarm Intelligence for Electric and Electronic Engineering", ISBN13: 9781466626669, IGI Global 2013.

6.1 PARTICIPANTES DEL PROYECTO

Determinar las personas (cuáles y cuántas) que participarán directamente en las actividades del proyecto y por lo tanto se benefician de su realización; como, por ejemplo, investigadores, técnicos de laboratorio, personal de campo, pasantes, proveedores de bienes y servicios requeridos por el proyecto, etc.

Nº	Nombre	Función dentro del Proyecto	Entidad(es) a la que pertenece
1	Trajano Javier González Redrován	Director del Proyecto	Jefatura de Posgrados Carrera de Electricidad
2	Diego Xavier Morales Jadán	Co-Director del Proyecto	Jefatura de Posgrados Carrera de Electricidad
3	Javier Bernardo Cabrera Mejía	Investigador UCACUE	Jefatura de Posgrados Carrera de Electricidad
4	Luis Ismael Minchala Ávila	Investigador Interno UCACUE	Ingeniería Electrónica



5	Daniel Orlando Icaza Álvarez	Investigador Interno UCACUE	Carrera de Electricidad
6	Santiago Patricio Torres Contreras	Investigador Externo	Universidad de Cuenca
7	Edwin Ricardo Rodríguez Barrigas Ángel Maurisio Lojano Uguña Marco Antonio Luna Martínez René Miguel Vélez Romero	Posgradistas de la maestría en Energías Renovables	Maestría en Energías Renovables
8	Estudiantes de la Carrera de Electricidad		
9	Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica		

**Smart Grid Research Group*

6.2 BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

6.2.1 BENEFICIARIOS DIRECTOS

Los beneficiarios directos son los investigadores vinculados con los grupos de investigación en redes inteligentes, modelamiento y simulación computacional; y, los investigadores de la Jefatura de Posgrados, los investigadores externos y estudiantes tanto de grado de la carrera de Ingeniería Eléctrica y de la carrera de Ingeniería Electrónica, como de la Maestría en Energías Renovables y TI.

Las instituciones públicas y privadas dedicadas a la producción mediante el uso de sistemas que se dedican a la generación, distribución y control de energía eléctrica, empresas privadas con procesos de manejo de energía eléctrica.

Las comunidades rurales que dispondrán de estudios especializados de soluciones para mejorar sus índices sociales.

La ciudadanía en general, ya que el proyecto aportará con propuestas de mejora probadas, que permitirá mejorar la calidad de vida, desde el punto de vista energético; ya que, con la implementación de energías renovables, los índices de emisiones de CO2 reducirán.

6.2.2 BENEFICIARIOS INDIRECTOS

*El programa que se detalla en este documento, está propuesto para un plazo de **24 meses**, el cual será testeado e implementado con fines de investigación científica y colaboración en programas de despliegue de Ciudades Inteligentes. Los resultados obtenidos servirán para la planificación y operación dentro de las instituciones públicas y privadas orientadas a la producción y consumo de energía eléctrica, así como a los entes Reguladores y Planificadores del sistema de suministro de energía eléctrica.*

Además, todos los institutos de investigación y Universidades afines a la industria de energía, dado que tendrán acceso a herramientas matemáticas y tecnológicas, permitiendo proponer y desarrollar nuevas líneas de investigación.

Todos estos sectores tendrán en futuro acceso a información simulada de las redes eléctricas inteligentes actualizada y en el formato que ellos necesiten y que convenga a sus intereses particulares, contribuyendo a mejorar la calidad de vida del ciudadano en general.



7 MARCO TEÓRICO

7.1 RESUMEN DEL PROYECTO

En la actualidad, la operación de los sistemas eléctricos de potencia (SEPs) experimenta varios desafíos técnicos asociados a los nuevos paradigmas de administración y planeamiento. Entre los factores más relevantes se citan las variaciones drásticas en patrones típicos de despacho de centrales de generación convencionales y de distribución de flujos de potencia en la red de transmisión debido a cambios estructurales importantes, consecuencia de la interconexión con sistemas regionales y la diversificación de las fuentes primarias de energía (motivada por el desarrollo acelerado de tecnologías de generación renovable y la promoción de políticas medioambientales). En este sentido, la seguridad y la confiabilidad de un SEP pueden verse seriamente comprometidas, especialmente por el alto riesgo de violación de los límites de seguridad dinámica, lo cual afecta la eficiencia operativa y puede conllevar a la salida de elementos importantes del sistema, o incluso a la interrupción parcial o total del suministro energía eléctrica. Esta operación necesita de mayor "inteligencia", la cual se fundamenta en el uso de modernas tecnologías. Es así que, además de las funcionalidades de los sistemas SCADA/EMS ya utilizadas para monitorear el desempeño en estado estable, se requieren innovaciones tecnológicas complementarias a fin de evaluar y mejorar la seguridad dinámica en tiempo real. Dichas innovaciones se están emprendiendo como parte de procesos de reingeniería y modernización que persiguen el desarrollo de "redes inteligentes" (Smart Grids). Dichos sistemas inteligentes conllevan un alto grado de automatización, motivado por el desarrollo prominente en electrónica de potencia y en tecnologías de información y telecomunicación, alcanzado en años recientes.

Las redes eléctricas inteligentes están en pleno auge debido a la incorporación de las fuentes de energía renovables, la perspectiva de incorporación de vehículos eléctricos, los cambios regulatorios que se han producido y, en última instancia, la necesidad de mejorar la eficiencia energética regularizando la producción y demanda e introduciendo almacenamiento de energía eléctrica por medio de baterías y otras tecnologías que están en pleno desarrollo. Por otra parte, la necesidad de mejorar la eficiencia energética, reducir el impacto ambiental y ahorrar costos energéticos en industrias, transportes, viviendas, ciudades, hoteles, etc. hacen indispensable gestionar en tiempo real las redes eléctricas del futuro, así como las micro-redes presentes y futuras en el sistema eléctrico, asegurando la disponibilidad y fiabilidad del suministro eléctrico.

En este sentido, la estructuración de un modelo integral de análisis que contemple tanto conceptos de simulación (desde la modelación matemática, la identificación de parámetros y la implementación de algoritmos) como análisis de concepto mediante la aplicación en prototipos reales (elementos reales de una micro-red) es un aspecto que requiere de mayor investigación.

El presente proyecto busca desarrollar los procesos necesarios con el fin estudiar los beneficios de los sistemas de eléctricos de generación distribuida, utilizando plataformas de simulación en tiempo real para obtener información que brinde recursos necesarios y responder a las necesidades que en la actualidad la tecnología y el desarrollo energético presentan en todo el mundo, basado en servicios que las energías renovables brindan. El mismo, tiene un tiempo de 24 meses, en el cual también busca aportar a los objetivos del programa Smart UniverCity 2.0 que la Universidad Católica de Cuenca tiene actualmente. El aprovechamiento de muchos proyectos similares alrededor del mundo, abordan las necesidades para mejorar la calidad de vida de las personas que no tiene acceso al servicio energético por diferentes causas, con el fin de mejorar distintos ejes que están en relación directa, como movilidad, ambiente, vida, personas, gobierno y economía. Sin embargo, en el Ecuador, este tipo de tecnología está apenas empezando a desarrollarse, con el planteamiento de normativas y reglamentos que permiten explotar el aprovechamiento de generación de energía desde el plano en el que los mismos usuarios son quienes pueden aplicar estas nuevas tecnologías basadas en la generación con recursos renovables, como energías fotovoltaica, eólica, biomasa o sistemas híbridos.

Este proyecto se centrará en utilizar la implementación de tecnología existente en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología, CIITT, que posee la Universidad, en especial con el laboratorio de simulación en tiempo real, que tiene un simulador OPAL RT 5600 de altas prestaciones, buscando integrar plataformas de análisis de flujo de carga desbalanceado, distribución



y estimación de carga y análisis de fallas, CYMDIST, y del software de simulación en tiempo real RT-LAB, con los cuales se buscará aplicar situaciones reales de generación con diferentes escenarios reales, considerando definiciones de marcos regulatorios que faciliten el despliegue seguro y confiable de las soluciones, se alcanzará el objetivo principal que consiste en aportar directamente en la investigación, el desarrollo y la innovación de la ciencia y la tecnología en el área la generación distribuida. La metodología del proyecto seguirá un orden lógico de levantamiento de información, seguido del diseño de soluciones óptimas, testeo mediante escenarios controlados y simulados, culminando con la adecuada selección de la solución en cada uno de los ejes a ser abordados.

Todo esto será estructurado a través de una metodología sistematizada de co-simulación, que permita vincular todas las tecnologías disponibles (o por implementarse) en el laboratorio (i.e. SCADA/EMS/DMS, WAMPAC, SPS, eMEGAsim, ePHASORSim, FPGAsim, HYPERSim, PowerFactory, Python, Matlab, paneles fotovoltaicos, vehículos eléctricos, electrolineras, generadores sincrónicos, celdas de hidrógeno, almacenes, etc.) con el propósito de realizar las diferentes pruebas de concepto de las metodologías y algoritmos de evaluación, monitoreo y control que se propongan. El proyecto propuesto apunta al cambio de la Matriz Productiva mediante la modernización y optimización de la matriz de energía eléctrica, a través de una innovadora vinculación entre el Sector Público, Productivo y la Universidad.

7.2 MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Smart City

Una Smart City o Ciudad Inteligente es una ciudad que se sirve de la tecnología, infraestructura, e innovación para disminuir el consumo energético, reducir las emisiones y mejorar la calidad de vida en general de la ciudadanía (Quimis & Romero, 2017; todos, 2018). En otras palabras, una ciudad más eficiente y sostenible.

De acuerdo a (Parlament, 2014) una Smart City debería estar compuesta de seis ejes i) Economía Inteligente, ii) Gobierno Inteligente, iii) Movilidad Inteligente, iv) Medio Ambiente Inteligente, v) Ciudadano Inteligente y vi) Estilo de Vida Inteligente. Por otra parte, los factores que apoyan la implementación de una Smart City son tres, i) Factores Tecnológicos, ii) Factores Humanos y iii) Factores Institucionales. Ver Fig. 1.

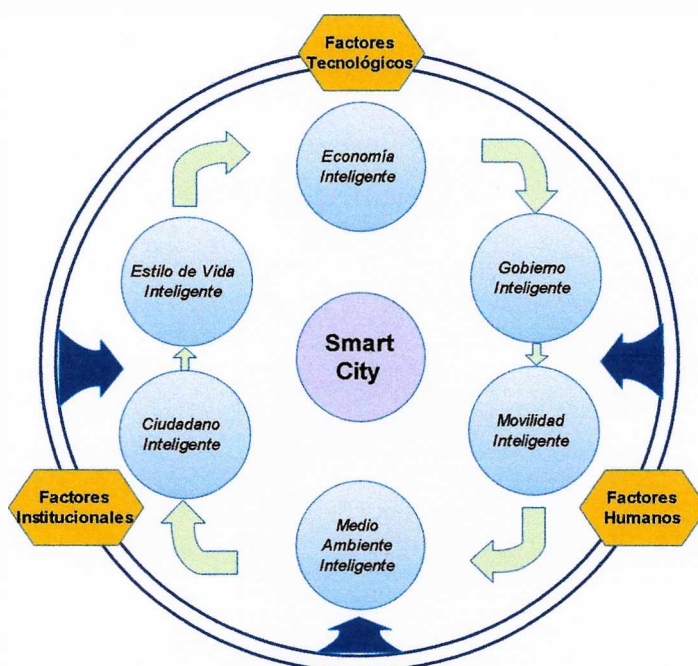


Fig. 1. Factores y Ejes de una Smart City



Los ejes de una Smart City en cierta medida son comparables con la realidad que viven las Universidades, de este modo los mismos pueden ser adaptados con el fin de implementarlos al interior de la Universidad para convertirla en inteligente; ya que representan una ciudad a escala que es independiente en varios aspectos tales como la multiplicidad de funciones, usuarios, actividades y conexiones. De igual forma, las universidades y las ciudades tienen problemas y retos comparables, como el impacto ambiental, los problemas de gestión, movilidad e infraestructuras externas, baja eficiencia, carencia de servicios. Así la implementación de un Smart University es el punto de inicio para transformar las universidades y los elementos urbanos únicos, utilizando un marco que puede extenderse y ampliarse a diferentes contextos urbanos (Pagliaro et al., 2016).

Sistemas Eléctricos

Un sistema eléctrico tiene la característica principal de manejar energía eléctrica en media y alta tensión, con el objetivo de luego manejarla para la distribución en baja tensión a los usuarios, mediante criterios de calidad, robustez, seguridad y economía.

En este sentido, las redes de distribución tienen la finalidad de llevar la energía eléctrica desde las diferentes centrales de generación, desde las cuales parte por la red transporte, hasta llegar a los puntos de consumo.(ENDESA)

Sobre ello, las diferentes alternativas que existen para manejar y administrar las redes de distribución hacen que el manejo de la energía eléctrica tenga parámetros elevados de control y calidad, debido al costo de la generación de la misma, y los niveles de pérdidas que puede existir durante el proceso de distribución, dando especial atención a los problemas técnicos que pueden llegar a darse, cuando se realizan diferentes conexiones. (Segura Heras, 2005)

En el Ecuador, las redes de distribución han tenido en los últimos años procesos de expansión y mejoramiento en la calidad del servicio, principalmente orientado a mejorar los estándares dentro de la industria y las telecomunicaciones. Por ello, se han considerado varios parámetros que están dentro de los criterios de calidad a nivel internacional; entre ellos, se puede considerar la eficiencia operativa y energética, sostenibilidad social, económica, ambiental.

Todos estos criterios, hacen que los diseños de planes y proyectos sean llevados con la finalidad de cubrir metas enmarcadas en la reducción de pérdidas eléctricas, aumentar la cobertura, alumbrado público, con diseños que en la actualidad deben incluir nuevas tecnologías, como las relacionadas a las energías renovables.

En la presente gráfica, se presenta la proyección de aumento en los servicios de las redes de distribución en el Ecuador, por parte del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, hasta el 2025:

AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Medidores AMI Instalados	1%	2%	3%	4%	5%	7%	8%	10%	11%	12%
Automatización de alimentadores	1%	3%	8%	13%	18%	23%	28%	33%	38%	43%
Subestaciones Automatizadas	80%	96%	97%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Transformadores de distribución monitoreados	0%	0%	3%	6%	10%	13%	16%	19%	22%	25%

Fig2. Modernización y Automatización del sistema de distribución(Renovable, 2017)

Generación Distribuida

El concepto de la generación distribuida parte de la necesidad de generación eléctrica a partir de diferentes formas sobre las cuales, los clientes tienen la posibilidad de generar su propia energía en el mismo lugar en donde viven o se desarrollan.

La posibilidad de generación va relacionada con la satisfacción de cubrir las necesidades de forma parcial o total, y en ciertos casos, también con la oportunidad de realizar conexión a la red pública o mantenerla de forma aislada.

Generación distribuida interconectada a la red.

Para este tipo de generación, es importante considerar que en el Ecuador está desarrollándose un nuevo reglamento que permitirá la generación por parte del productor-consumidor mediante sistemas fotovoltaicos que tengan una potencia de hasta 100kW, la misma que mantiene la interconexión con la Empresa Eléctrica donde esté ubicado. De esta manera el usuario puede utilizar su propia electricidad y vender el excedente, y en caso de no disponer de generación propia, puede tomar la electricidad de la red pública.

Generación distribuida aislada.

En este caso, el sistema de generación va emplazado en lugares donde no existe red de servicio público, o en el cual resulte inviable por causas económicas, ambientales o sociales, instalar sistema de redes de distribución normales. Por lo general la generación fotovoltaica debe ser complementada con sistemas de baterías para almacenamiento, así como fuentes de generación eólica, hidroeléctrica o diésel.

Maestría en Energías Renovables

El desarrollo tecnológico de las "Ciudades Inteligentes" partiendo desde el criterio de términos comúnmente definidos y aplicados dentro del sector energético, han sido considerados hacia diferentes enfoques, de tal manera que permiten enlazar distintos sectores e infraestructuras, buscando llevarlas hacia un solo ambiente, para obtener un contexto general en referencia al uso de la energía.

En referencia al área de las energías renovables, actualmente están presentes en relación con términos usados por las redes inteligentes o "Smart Grids", según (Lund, Østergaard, Connolly, & Mathiesen, 2017), las cuales son predominantes en el sector eléctrico. A su vez, considerando temas mucho más puntuales, la aplicación de las energías renovables destinadas a la evaluación y estudio de los rendimientos de consumo energético en edificios e infraestructuras, es otro criterio que permite cuantificar el impacto del uso de la energía, además de influir en aspectos relacionados también con el medio ambiente. (Deng, Wang, & Dai, 2014)

Existen aplicaciones relacionadas con generación compartida, ya sea de tipo híbrido, así como de cogeneración, que pueden servir para mejorar el rendimiento del consumo energético, en diversas redes inteligentes, que pueden acoplarse a un "Smart University"; todo esto, mediante análisis que se pueden realizar con argumentos que promuevan la sostenibilidad y que sean rentables en costo y tiempo. En este sentido, la aplicación de conceptos de aprovechamiento de energía solar, tanto de tipo térmico como fotovoltaico, son posibilidades de alta eficiencia energética que son probadas actualmente en diversas áreas que permiten el desarrollo social, económico, educativo e industrial en las "Smart Cities". A nivel de aprovechamiento solar térmico, se pueden advertir varias aristas de estudio científico, considerando diferentes aplicaciones recomendadas por (Kalogirou, Karellas, Badescu, & Braimakis, 2016). Entre ellas se pueden considerar las siguientes: colectores solares planos, colectores parabólicos,



discos parabólicos, concentradores parabólicos de calor con lentes de Fresnel. La idea de conectar un campus inteligente a una red de energía inteligente tiene como base principal, la generación de energía que provenga de fuentes renovables, qué en el caso de Cuenca, puede incluirse la solar, eólica, biomasa, por ejemplo, y que permita aportar en la reducción de costos energéticos y que se acoplen a diferentes proyectos de servicios que permitan mejorar la calidad de vida del estudiante y del sector laboral de la Universidad.

Al respecto, la energía puede ligarse a propuesta de proyectos relacionados con transporte, estacionamiento, sistemas de seguridad con tarjetas, control y uso del agua, mejoramiento ambiental y la propuesta de un campus ecológico o verde, respaldado por la energía renovable, como lo propone (Özüpak, Çetintaş, & Kaygusuz, 2017) en un proyecto similar en la Universidad de Gazi Gölbaşı, Turquía. Las oportunidades que se pueden implementar y potencializar dentro de un campus inteligente, pueden incorporar criterios y tecnología de las energías renovables, para administrar eficientemente el uso de la red eléctrica de un campus; por ejemplo en sistemas de iluminación interior y exterior, mediante sensores y aprovechamiento solar con sistemas de automatización; control de uso de oficinas y aulas para controlar iluminación necesaria; el consumo de energía debe ser monitoreado en los diferentes edificios de la Universidad con planes de eficiencia energética; con el aprovechamiento de paneles solares híbridos, para producción y consumo de agua caliente sanitaria.

Otras aplicaciones sugeridas por (Özüpak et al., 2017) para un campus universitario, sobre las cuales las energías renovables tienen especial aplicación, tiene que ver por ejemplo con alimentación con paneles solares en los estacionamientos, para iluminación nocturna, así también para cargar automóviles eléctricos que están poco a poco ingresando al mercado ecuatoriano.

Considerando soluciones para otras áreas no menos importantes en un campus universitario, están las propuestas por (Ghosh, 2018), que se refiere a ingresos de control de basura y reciclaje, utilización de agua lluvia, control centralizado de sistemas de vigilancia, mediante uso de energías obtenidas por paneles solares, biomasa o viento, que también son viables desde el entorno de las infraestructuras actuales de la universidad. Adicionalmente, un aporte interesante que se presenta a nivel nacional, está orientado a la generación de energía por fuentes renovables para uso propio dentro del "Smart University", pero también con especial interés en participar en la micro-generación fotovoltaica para sincronizar con la red eléctrica del estado, y llegar a ser aportantes de energía para la ciudad y el país. (Electricidad, 2018)

7.3 PALABRAS CLAVE

Redes de Distribución, Smart UniverCity, Simulación y Modelado, Eficiencia Energética, Energías Renovables.

8 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO

8.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

Considerando la importancia estratégica del proyecto de investigación referido a la generación distribuida, el cual pretende definir metodologías, estrategias, sistemas de optimización y control de la generación y distribución de energía eléctrica. En tal sentido, se ha estructurado una metodología robusta de investigación que permita, de forma sistemática, explotar las potencialidades de los laboratorios de investigación del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia Tecnológica (CIITT) de la UCACUE. Para ello, la estrategia de investigación propuesta consiste en tres grandes fases: 1) Investigación inicial, 2) Investigación aplicada (Desarrollo), y 3) Transferencia de Conocimiento. Sobre esta base, las diferentes metodologías que se desarrollen a lo largo del proyecto, que serán abordadas con métodos y técnicas diferentes, cumplirán con el propósito básico del proyecto que es



aportar al avance del programa principal al que pertenece, que es el de disponer una Smart University con el menor impacto ambiental posible.

La investigación y desarrollo inicial representa un estudio completo de la situación actual de los sistemas de generación distribuida, con el propósito de delimitar la metodología específica que se busca desarrollar. Esta etapa básicamente se enmarca en el cumplimiento de las fases del método científico, las cuales son: Formulación del problema de investigación, Elaboración del Marco Teórico (Revisión del Estado del Arte), Formulación de hipótesis de la investigación, Propuesta Metodológica, Diseño Experimental y Prueba de hipótesis.

Posteriormente, se usarán las potencialidades de los laboratorios pertenecientes al CIITT, para de forma coordinada, implementar los desarrollos obtenidos de la etapa anterior en proyectos piloto que posteriormente puedan ser probados en sistemas reales de la industria ecuatoriana (y en una etapa posterior, poder incluso exportarlos a industrias de la región). De esta forma, se tiene la expectativa de transformar la investigación académica inicial en investigación aplicada, la cual pretende madurar la investigación definida en la etapa inicial, trabajando en el desarrollo y aplicación de los resultados en situaciones reales de la industria.

Finalmente, la Transferencia de los Conocimientos desarrollados a lo largo del proyecto busca extender el impacto de las nuevas prácticas y conocimientos adquiridos en la solución del problema, incluso más allá de las empresas con las cuales se trabaje en el proceso de investigación aplicada. Para cumplir este objetivo, los investigadores pertenecientes a los grupos de investigación incorporados en el proyecto, desarrollarán otro tipo de actividades, tales como: publicaciones en congresos y revistas, cursos, conferencias, licenciamiento de la aplicación/tecnología, e incluso a futuro, la posible comercialización de servicios especializados y tecnología.

Para esto, la Universidad Católica de Cuenca, mediante los laboratorios del CIITT pondrán a disposición la infraestructura tecnológica disponible, así como el talento humano de investigación tanto de grado como de posgrado.

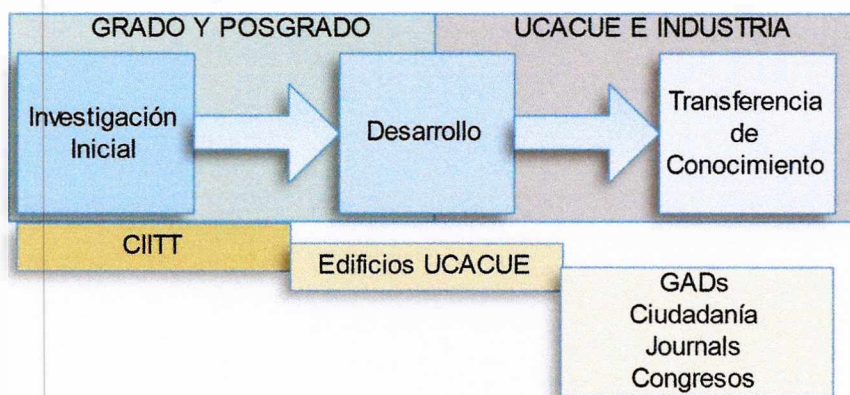


Fig. 3. Propuesta Metodológica para el programa Smart University

8.2 HIPÓTESIS O PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

El uso de plataformas de simulación y análisis en tiempo real de sistemas de generación distribuida, permitirán que se implementen nuevos sistemas con aporte de energías renovables, usando procesos de intercambio de información y adquisición de datos que determinen el aumento de la eficiencia y estabilidad de las mismas.

¿Qué valores y/o medidas de parámetros eléctricos se tienen que recolectar para analizar el comportamiento de la red eléctrica de baja tensión?



¿Cuál es la técnica de simulación más adecuada para uno o varios sistemas de generación distribuida, de acuerdo al estrato en el que se encuentren?

¿En qué consiste el proceso de co-simulación y su aporte en el intercambio de información y recolección de datos?

¿Es factible técnica y económicamente la implementación de sistemas de energía renovable para solventar la demanda de energía de diferentes centros de carga, público o privado?

8.3 OBJETIVOS

8.3.1 GENERAL

Implementar procesos de simulación en tiempo real por medio de la integración de diferentes sistemas de generación distribuida en las provincias de Azuay, Cañar, El Oro y Loja con aplicación de distintos tipos de energías renovables para obtener análisis de la información y aportar al crecimiento de las ciudades inteligentes mediante el uso del Laboratorio de simulación en tiempo real de la Universidad Católica de Cuenca ubicado en el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.

8.3.2 ESPECÍFICOS

1. *Caracterizar las variables que involucran una Smart Grid*
2. *Definir los modelos matemáticos de monitoreo y control que permita proponer las metodologías de una Smart Grid.*
3. *Plantear una propuesta de micro-red que permita simular los distintos escenarios dentro del laboratorio de Simulación en Tiempo Real del Centro de Investigación, innovación y transferencia de tecnología (CIITT).*

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La generación distribuida tiene una especial importancia debido a que en la actualidad el aumento de sistemas de generación derivados de energías renovables ha aumentado en el Ecuador, sin que exista un control de la calidad de los equipos que pueden conectarse a la red de servicio público en las empresas eléctricas en el país.

A nivel general, los efectos positivos que la generación distribuida ofrece, están relacionados con la reducción de costos de pérdidas de transmisión y distribución de la energía generada, tomando además el ahorro económico por conceptos de expansión y repotenciación de sistemas de distribución y mantenimiento. (Gómez González)

La posibilidad de que en el Ecuador se estén abriendo los accesos para la generación eléctrica a partir de fuentes fotovoltaicas para bajas potencias, en donde el principal productor es el cliente, incentiva y justifica la investigación para lograr resultados óptimos y con la mejor eficiencia posible; todo esto, con la finalidad de aportar a proyectos de grandes cualidades de generación y autoservicio, donde la calidad de la energía esté dentro los parámetros permitidos por las normas ecuatorianas, siendo posible la interconexión para el servicio público.

La oportunidad de utilizar las instalaciones que el Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología CIITT, que dispone la Universidad Católica de Cuenca, permite que se puedan desarrollar diferentes escenarios, mediante el uso de plataformas de simulación en tiempo real OPAL RT 5600 en la



cual los procesos y análisis matemáticos serán claves para determinar los resultados y conclusiones que deriven en alternativas para la expansión del recurso energético en la región.

Además, el aporte que este proyecto de investigación brinde al programa Smart Univercity 2.0 será muy importante, porque posibilitará que el desarrollo de proyectos complementarios pueda partir desde la propia generación eléctrica. Por ello, la participación de la Universidad, resulta ser vital, para ser un espacio de investigación orientado a fortalecer y mejorar la calidad de vida universitaria y de la ciudad.

Los objetivos son extremadamente ambiciosos y su consecución aportará a mejorar el consumo energético, a reducir emisiones de CO₂ que durante los dos años anteriores, han subido en promedio de 0,25 toneladas por habitante, así como cerca de 2,63 kg por cada 1000 dólares de PIB en el 2018, desarrollar propuestas de arquitectura sostenible, definir lineamientos para el manejo financiero óptimo y mejorar de manera considerable el bienestar estudiantil en la UCACUE, así como reducir pérdidas en la distribución de energía.

RESULTADOS ESPERADOS

Comprender los efectos de diferentes propuestas de mejoramiento de sistemas de generación distribuida en distintos escenarios y ponerlos a consideración de las empresas eléctricas del país.

Modelos matemáticos, metodologías, propuestas tecnológicas, planos y esquemas que aporten al programa Smart Univercity 2.0.

Metodología de asimilación de datos a través de al menos 4 artículos científicos en bases de datos regionales y emisión de reportes, memorias técnicas, etc. Participación en congresos, creación de redes científicas de reconocimiento nacional e internacional.

Trabajos de titulación desarrollados por parte de los estudiantes tanto de grado como de posgrado, logrando incrementar el nivel de formación y ayudando a la inserción laboral.

Memorias del programa Smart UniverCity 2.0.

8.4 ASPECTOS BIOÉTICOS Y SOCIALES

El desarrollo de propuestas de mejoramiento de sistemas de generación distribuida con aportes derivados de energías renovables es una alternativa importante para el poder dar alternativas de desarrollo hacia la sociedad y constituye una pieza fundamental para afrontar los principales retos sociales en el camino hacia el desarrollo sostenible.

Una de las principales características que buscamos dentro del Smart Univercity 2.0 son las integraciones de la Economía Inteligente, Movilidad Inteligente, Ambiente Inteligente, Estilo de vida Inteligente; en este sentido, el análisis de la interrelación entre las Tecnologías de la Información y de la Comunicación, Gobierno Inteligente y Factores Institucionales constituyen las dimensiones esenciales.

Es importante destacar que el análisis de operación y planificación permitirá garantizar oportunidades para el desarrollo económico y social de la población dentro del área de influencia de la Universidad Católica de Cuenca.

9 IMPACTO DEL PROYECTO

9.1 IMPACTO LEGAL, SOCIAL, TÉCNICO Y/O ECONÓMICO

El desarrollo de este proyecto de investigación, permitirá aportar desde el punto de vista técnico, un criterio sobre las potencialidades de los reglamentos previstos para la generación distribuida en el Ecuador, con la finalidad de que pueda estimarse a la realidad que cada región de país tiene para procesos de interconexión y calidad de la energía.



La vinculación con la sociedad es otro de los pilares fundamentales que el proyecto tiene como finalidad, ya que, al articular proyectos de generación distribuida, se abren oportunidades de que sectores con limitado acceso al recurso energético puedan implementar proyectos para beneficio propio y de sus alrededores.

Técnicamente, el proyecto tendrá un gran alcance con obtención de datos reales, y simulaciones en tiempo real, que permitan estimar las bondades y corregir errores en proyectos de generación distribuida en varios sectores del país, así como la presentación en congresos internacionales de todos los alcances obtenidos con este proyecto, de tal manera que la divulgación de la información obtenida en el aspecto científico, sea un aporte al mejoramiento de la calidad de vida.

A nivel económico, el proyecto de investigación busca tener un impacto sobre las propuestas de generación eléctrica, el cual será un importante aporte para obtener ingresos y recuperación económica sobre la interconexión con la red pública, mediante la venta de energía, lo cual permitirá reactivar el sector de la producción y desarrollo social.

El Programa Smart Univercity 2.0 cobijará a diferentes grupos de investigación que a su vez tienen diferentes proyectos, logrando así establecer en la Universidad un esquema investigativo sistemático, articulado y de gran alcance.

9.2 IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto planteado tiene como finalidad aportar a la disminución de la contaminación, ya que las propuestas de generación distribuida van de la mano con la utilización de energías renovables, las cuales están directamente ligadas con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (409,85 kgCO₂ por panel solar de 350Wp en un año, calculados en el CIITT) y la reducción de consumo energético de fuentes no renovables. También es importante mencionar que se considerará la valoración del impacto ambiental, sobre todo en el manejo de los recursos naturales para la producción de energía eléctrica, analizando el uso masivo de energía renovable no convencional, brindando aportes para mejorar el desarrollo de la sociedad, la conservación de los recursos naturales, la generación de nuevas tecnologías y el desarrollo socioeconómico. Todo esto en armonía con las políticas del Plan Nacional de Desarrollo y el Cambio de la matriz energética.

10 DIFUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 EFECTOS MULTIPLICADORES

El proyecto de investigación tiene una repercusión importante debido a que el desarrollo tecnológico de las redes de distribución tiene una expansión a nivel nacional; entonces, puede servir como un punto de partida que permita aumentar la posibilidad de expandir los proyectos de generación eléctrica mediante este tipo de sistema, donde la apertura a cubrir servicios básicos que se derivan de la energía eléctrica, son un estimulante para mejorar la calidad de vida de comunidades que no disponen de este recurso.

10.2 TRANSFERENCIA DE RESULTADOS

La transferencia de resultados es una parte importante del proyecto, pues se puede comunicar a la sociedad todo lo que pueda obtener con la ejecución del proyecto. Este proceso debe abarcar a todas las áreas beneficiadas, por lo cual tendrá varias etapas en el transcurso del proyecto ya que se enfocará a satisfacer los requerimientos de distintos tipos de usuarios, a través de al menos 4 artículos científicos en bases de datos regionales y emisión de reportes, memorias técnicas, etc. Participación en congresos, creación de redes científicas de reconocimiento nacional e internacional.

En este sentido, el medio más eficaz para transmitir los resultados, y como se ha venido trabajando será



mediante la utilización de los medios de comunicación de la Universidad Católica de Cuenca (Televisión, radio, página web, redes sociales), de los grupos de investigación anexos al proyecto y de la Jefatura de Internacionalización.

11 PLANIFICACIÓN Y FINANCIAMIENTO

11.1 FACILIDADES DE TRABAJO

La UCACUE, mancomunadamente, brindarán todo el contingente necesario para la óptima utilización de su infraestructura y equipamiento científico-técnico tanto de grado y posgrado, constituida por instalaciones amplias y modernas y equipos informáticos de alta capacidad dentro del CIITT, con el fin de crear un ambiente amigable para los investigadores, que permita alcanzar resultados de alto nivel que puedan ser entregados a la comunidad científica a nivel nacional e internacional.

Adicionalmente, se formarán gestores de proyectos de investigación, para garantizar la ejecución de los mismos, armonizando los aspectos científicos con los administrativos-financieros.

11.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Anexo I: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES.

11.3 PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN FINANCIERA

Anexo II 1: DETALLE DE PRESUPUESTO.

Anexo II 2: PRESUPUESTO CONDENSADO.

Anexo II 3: PRESUPUESTO POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO.



12 BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CIENTÍFICAS CITADAS

- Deng, S., Wang, R. Z., & Dai, Y. J. (2014). How to evaluate performance of net zero energy building – A literature research. *Energy*, 71, 1-16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.05.007>
- Borrador del Proyecto de Regulación Microgeneración (2018).
- ENDESA. from <https://www.endesa.com/es/sobre-endesa/a201610-distribucion-energia-electrica.html>
- Ghosh, S. (2018, 28-30 March 2018). *Smart homes: Architectural and engineering design imperatives for smart city building codes*. Paper presented at the 2018 Technologies for Smart-City Energy Security and Power (ICESP).
- Gómez González, M. (2008). *Sistema de generación eléctrica con pila de combustible de óxido sólido alimentado con residuos forestales y su optimización mediante algoritmos basados en nubes de partículas*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Escuela Técnica
- Kalogirou, S. A., Karellas, S., Badescu, V., & Braimakis, K. (2016). Exergy analysis on solar thermal systems: A better understanding of their sustainability. *Renewable Energy*, 85, 1328-1333. doi: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.05.037>
- Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., & Mathiesen, B. V. (2017). Smart energy and smart energy systems. *Energy*, 137, 556-565. doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.123>
- Özüpak, Y., Çetintaş, G., & Kaygusuz, A. (2017, 16-17 Sept. 2017). *A smart campus integrated with smart grid*. Paper presented at the 2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP).
- Pagliaro, F., Mattoni, B., Gugliermi, F., Bisegna, F., Azzaro, B., Tomei, F., & Catucci, S. (2016, 7-10 June 2016). *A roadmap toward the development of Sapienza Smart Campus*. Paper presented at the 2016 IEEE 16th International Conference on Environment and Electrical Engineering (EEEIC).
- Parliament, E. (2014). Mapping Smart Cities in the EU (Vol. I, pp. 200): DIRECTORATE GENERAL FOR INTERNAL POLICIES.
- Quimis, M., & Romero, C. (2017). *PROPUESTA DE UN MARCO DE REFERENCIA PARA LA ÓPTIMA TRANSICIÓN DE UN CAMPUS HACIA UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA INTELIGENTE Y PROYECTO DE PRE-FACTIBILIDAD A ESPOL 2.0*. (Ingeniero), ESPOL.
- Renovable, M. d. E. y. E. (2017). *Plan Maestro de Electricidad 2016 - 2025*.
- Segura Heras, I. (2005). *Evaluación del impacto de la generación distribuida en sistemas de distribución primaria de energía eléctrica* Universitat Politècnica de València.
- todos, S. p. (2018). ¿QUÉ ES UNA SMART CITY? TOP 5 CIUDADES INTELIGENTES. Retrieved 23/08/2018, from <https://www.sostenibilidad.com/construccion-y-urbanismo/que-es-una-smart-city-top-5-ciudades-inteligentes/>



13 DECLARACIÓN FINAL1

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto, y la Entidad Postulante Principal, a través de su Representante, de forma libre y voluntaria declaran lo siguiente:

- Que el proyecto descrito en este documento es una obra original, cuyos autores forman parte del equipo de investigadores y por lo tanto asumimos la completa responsabilidad legal en el caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la UCACUE de cualquier acción legal que se derive por este causal.*
- Que el presente proyecto no causa perjuicio alguno al ambiente y no transgrede norma ética alguna, y que en el caso de que la investigación requiera de permisos previo a su ejecución, el Director del Proyecto remitirá una copia certificada de los mismos a las autoridades competentes en la UCACUE.*
- Que este proyecto no se ha presentado en ninguna otra institución pública o privada, para el financiamiento del presupuesto solicitado a la UCACUE. El incumplimiento de este acuerdo será causal para que el proyecto no sea financiado o para la terminación anticipada unilateral del convenio a firmar con la UCACUE.*
- De otorgarse financiamiento por la UCACUE para la ejecución del proyecto, aceptamos que los bienes adquiridos con estos fondos permanecerán bajo la responsabilidad de la entidad postulante durante la ejecución del proyecto, pero la UCACUE se reserva el derecho de determinar el destino final de los mismos, una vez finalizado el proyecto.*
- Aceptamos que, si el proyecto se accede a financiamiento de la UCACUE y como parte de los resultados del mismo se genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, éstos serán de la UCACUE o compartidos con la entidad postulante, la(s) instituciones que compartieron la investigación y el equipo de investigadores, según los términos definidos en el respectivo convenio específico.*

Fecha: Cuenca, 20 de septiembre de 2019

Nombre: Trajano Javier González Redrován

CC: 0301498572

DIRECTOR DEL PROYECTO



Nombre: Oly Álvarez Gavilánez

CC: 0400356309

JEFA DE POSGRADOS

Nombre: Diego X. Morales Jadán

CC: 0104170014

CODIRECTOR DEL PROYECTO

Nombre: María del Cisne Aguirre Ullamón

CC: 0103797254

**COORDINADORA DEL CENTRO DE
INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA,
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN Y TICS**



ANEXOS

NOTA: Los tres Anexos al MODELO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UCACUE constan en un archivo de formato MS-Excel con el título "ANEXOS PRESENTACION DE PROYECTOS". Una vez que los Anexos hayan sido completados en el archivo Excel, debe imprimirlos y adjuntarlos al FORMATO DE PRESENTACION DE PROYECTOS.

ANEXO I: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y RESPONSABILIDADES

ANEXO II-1: DETALLE DEL PRESUPUESTO

ANEXO II-2: PRESUPUESTO CONDENSADO

ANEXO II-3: PRESUPUESTO POR FUENTE DE FINANCIAMIENTO
