

January 2009

## Pasado, presente y futuro de la ingeniería eléctrica

Antonio Bernal Acosta

*Universidad de La Salle, Bogotá, [vacademi@lasalle.edu.co](mailto:vacademi@lasalle.edu.co)*

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

---

### Citación recomendada

Bernal Acosta, A. (2009). Pasado, presente y futuro de la ingeniería eléctrica. Revista de la Universidad de La Salle, (50), 195-200.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# PASADO, PRESENTE Y FUTURO

DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

Antonio Bernal Acosta\*

**Gaston** Berger, uno de los fundadores de la *prospectiva*, la definía como “la ciencia que estudia el futuro para comprenderlo y poder influir en él”. En un enfoque de prospectiva, es posible no sólo entender qué escenarios son posibles, sino cómo y por qué se van a generar, de tal forma que se orienten todos los esfuerzos hacia las oportunidades identificadas, las cuales en un sector como el colombiano están dadas para los egresados del programa.

El ingeniero Jesús Sagredo González, en su página web, de la Universidad de Burgos [1], relata que Horapollo, un egipcio del siglo V d. C. que interpretó varios jeroglíficos antiguos, describía cómo en un jeroglífico del año 3000 a. C. aparecía una figura que representaba un ideal: “Se usa el pez-gato para representar a un “hombre que ha salvado muchos hombres en el mar”. Esto se debe a que los antiguos egipcios consideraban al pez-gato (pez eléctrico), el protector de los peces porque si caía en la red de un pescador, éste recibía una descarga eléctrica, soltaba la red y los peces cautivos se

escapaban”. Y siendo ésta una de las referencias más antiguas de los fenómenos eléctricos, seguida de nombres reconocidos en la historia científica de la humanidad, que se enfocaron en dichos fenómenos como: Tales de Mileto (600 a. C.), Gilbert (1600), Franklin(1752), Volta (1775), Galvani (1790), Oesterd (1819), Faraday (1821), Ampere (1823), Ohm (1827), Morse (1835), Edison (1879), Hertz (1884), Tesla (1888), Marconi (1903), Einstein (1905), etc. la referencia del jeroglífico de Horapollo permite resaltar cómo nuestra profesión debe posicionarse y ser reconocida en su justa magnitud.

---

\* Director del Programa.

La electricidad ha acompañado el desarrollo de la humanidad, y por razones históricas de índole tecnológica, se dio el que la energía eléctrica dentro de la múltiple gama de energías secundarias, se convirtiera en la de más fácil utilización, pues se constituye en el insumo para otras transformaciones energéticas. En efecto, los ingenieros electricistas toman la energía de la naturaleza (energía primaria: solar, fósil, hidráulica, eólica, geotérmica, mareomotriz, etc.) y mediante procesos de generación, transmisión y distribución, la ponen a disposición de los usuarios finales para aplicaciones residenciales, de servicios o productivas. Tal como lo plantea Rick Bush, editor en jefe de la revista *Transmission & Distribution* de la IEEE: “[...] para muchos de nosotros, vivir sin energía es insufrible. Somos adictos al aire acondicionado, las máquinas lavadoras, los hornos microondas, etc. No podemos pasar un día, sin hacer una llamada, ver televisión, escuchar radio o conectarnos a Internet [...] Necesitamos electricidad instantánea 24 horas al día, 7 días a la semana”. Así, la alegoría del jeroglífico de Horapollo es adecuada para que los ingenieros electricistas nos reconozcamos y nos responsabilicemos como agentes indispensables en el desarrollo sostenible de las comunidades, lo cual demanda un compromiso profesional.

Con el fin de no ser injustos por omisión, ya que no se cuenta con la memoria completa de todos los nombres, sucesos, éxitos y fracasos, de los que hemos aprendido, debemos reconocer como lo define claramente la sentencia: “Vemos más lejos porque estamos parados sobre hombros de gigantes”, que la existencia, el impacto y la proyección del programa de ingeniería eléctrica de la Universidad de La Salle, desde hace 21 años, formando más de 650 ingenieros electricistas, que están desarrollando sus proyectos de vida, alrededor de su ejercicio profesional, se debe a muchos: profesores, directivos, personal administrativo y de servicios generales, pero principalmente a los estudiantes que confiaron en unas propuestas curriculares y que las desarrollaron con el ímpetu, interés y muchas veces el desenfado propio de la juventud. A todos y cada uno, mil gracias.

“El pasado te ha traído hasta aquí, y lo que hagas hoy determinará, dónde estarás mañana”

## LA FOTO INSTANTÁNEA

**Como** ya se mencionó, a través de diferentes etapas del proceso se logra la conversión energética, desde la fuente primaria hasta el usuario final. La situación de la generación de energía eléctrica se muestra en la siguiente tabla:

GENERACION (G)			DEMANDA						
Capacidad			Total	Atencion de la Demanda					
instalada	13,3 GWh		8,6 GWh	Fuente			Distribución Empresarial		
Ampliación	Porcentaje	25%		Generación Convencional	Generación Hidraulica	63%	Grandes	84%	EMGESA, EPM, ISAGEN, GECELCA, EPSA y AES
	No. Proyectos	8		Generación No - Convencional	Generación Térmica	32%			
	Plazo	10 años		Fuentes Alternas	4%				
	Inversión (millones US\$)	8000	Auto-generación	0,8%					

Con esto se evidencia un sistema con capacidad para atender la demanda nacional, pero que presenta dependencia de las fuentes convencionales y una alta concentración empresa-

rial. La energía generada se lleva a los grandes centros de consumo a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN), que se caracteriza a continuación:

TRANSMISION (T)		Centros de consumo interconectados (SIN)			Distribución Empresarial	
Líneas de Transmisión		Influencia	Ubicación geográfica	Demanda atendida (GWh)		
Voltaje	Longitud (km)			Regional	Total Nacional SIN	
230 KV	12000	Nacionales	Litoral Caribe 1	0,6	8,2	ISA EEB TRANSELCA DISTASA EPM ESSA EPSA
500 KV	2400		Litoral Caribe 2	1,2		
			Antioquia	1,3		
			Valle del Cauca	1,8		
			Santanderes	0,9		
			Región Cundiboyacense	2,4		
		Inter - nacionales	Ecuador	0,510	12% de la demanda ecuatoriana	
			Venezuela	0,102		
			Centroamérica		En el año 2013	

Considerando la disponibilidad energética y las expansiones definidas se ha desarrollado una estrategia de interconexión a nivel de la comunidad andina, con el fin de aprovechar la posición estratégica de nuestro país. En esta tabla también se evidencia una elevada concentración empresarial. Finalmente, para poner a disposición de los usuarios finales la energía eléctrica, localmente existen múltiples empresas que atienden en primer lugar la demanda urbana y cercana a las cabeceras municipales, con las siguientes cifras:

DISTRIBUCION / COMERCIALIZACION SIN (D, C)	
Usuarios	No. Empresas Comercializadoras
9 millones	50

De tal forma que el sector eléctrico, nicho del ejercicio profesional de los ingenieros electricistas, cuenta con un soporte institucional que lo fortalece y le permiten ser dinamizador de la economía del país, a través de grandes inversiones en los próximos 10 años, como se evidencia a continuación:

INGRESOS QUE GENERA EL SECTOR	
Sector Empresarial	millones US\$ anuales
Agentes de la cadena G, T, D y C	7000
Empresas de bienes y equipos	1300
Servicios de ingeniería	300
<b>Total</b>	<b>8600</b>

Pero existe otra Colombia que no pertenece al SIN, se trata de las Zonas No-Interconectadas (ZNI), las cuales son tan extensas y afrontan problemas tan complejos, que ni siquiera contamos con cifras consolidadas que permitan caracterizarlas. Éstas ocupan el 66% del territorio nacional, y el 89% de su población es de carácter rural, en ellas habitan 1.831.822 personas, de las cuales sólo el 34% tiene servicio de energía eléctrica, o sea que 2.3 millones de colombianos carecen del servicio.

“No quiero salvar el mundo, que de lo que de mí dependa sea mejor”.

## ESCENARIOS POSIBLES

Los siguientes documentos definen claramente el futuro del sector eléctrico:

1. El documento del bicentenario, *Visión Colombia II Centenario: 2019*, el cual establece cuatro metas definidas para el sector eléctrico:

<b>Metas Sector Eléctrico para el Bicentenario 2019</b>
1. Elevar la participación hasta el 60% de las energías alternativas en las ZNI
2. Aumentar la cobertura del servicio al 99% del SIN, y del 75% en las ZNI
3. Consolidar un mercado eléctrico andino y centroamericano
4. Atraer la inversión en generación para aumentar la capacidad a 20 GW

2. La revista *Dinero* de mayo de 2009 informa que el sector eléctrico colombiano ha sido incluido dentro de los 8 sectores por desarrollar para convertirlos en "sectores de talla mundial", considerando las oportunidades que ha identificado el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a saber: para los agentes del sector eléctrico, mediante la exportación de energía en un mercado regional y con inversiones directas en otros países; para los proveedores de bienes eléctricos, en nichos especializados y para los de servicios en ingeniería, construcción, administración y operación de mercados.
3. Durante 2001 y 2002, la Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Cidet), realizó un ejercicio de prospectiva con horizonte de 13 años [2], en el cual planteó los desarrollos tecnológicos que el sector eléctrico demandará para insertarse competitivamente en un mundo globalizado, los cuales se presentan en la siguiente matriz:

<b>Desarrollo Tecnológicos Sector Eléctrico - 2015</b>		
En cuanto a:	Tecnologías	
Eficiencia	Suministro No Convencional de la Energía	Generación Distribuida
		Auto Generación
	Uso Racional de la Energía	Co Generación
		Equipos eficientes
Nuevas Fuentes	Control de pérdidas	
	Energías Renovables	
Control y Operación remota	Calidad del servicio	
	Telemedición	
	Control	
Asociatividad	Monitoreo	
	Gestión de relaciones interempresariales	
	Simulación de escenarios	
	Gestión de alianzas estratégicas	
	Gestión del conocimiento	
	Empaquetamiento de soluciones tecnológicas	
Observación del Sector	Formulación y gestión de proyectos conjuntos	
	Inteligencia competitiva	
	Vigilancia tecnológica	
	Prospectiva estratégica	
Integración Eléctrica	Gestión del conocimiento, tecnológica y de proyectos	
	Líneas de transmisión de alta capacidad	
	Sistemas de control y supervisión	
	Bases de datos integrales	
Políticas Públicas	Administración de mercados energéticos	
	Tecnologías de gestión	Prospectiva
		Dinámica de sistemas
		Indagación de mercados

4. El Ministerio de Minas y Energía hace notar que el uso racional de energía (URE) está oficializado en el país por la Ley 697 de 2001, “mediante la cual se fomenta el URE, se promueve la utilización de energías alternativas [...]”; y cómo esta política se vincula con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (Retie), en cuanto a que éste exige que el diseño de las instalaciones incorpore el URE, garantizando que las pérdidas eléctricas sean las mínimas posibles. El Ministerio resalta además cómo el Retie se complementa con un reglamento de iluminación de alumbrado público (Retilap), ya que el alumbrado representa más del 20% del consumo energético de los sectores residencial y comercial. Destaca como beneficios de la política URE la liberación de grandes inversiones en centrales de generación, que se destinarían a otras prioridades nacionales. No obstante, al mismo tiempo el Ministerio reconoce que se está fallando en la generación de una cultura URE, para lo cual hace un llamado a todos los sectores, pero principalmente a la academia [3].

5. La Vicerrectoría de Investigación y Transferencia (VRIT) de la Universidad presentó ante el Comité de Coordinación ampliado de agosto 18, las “Perspectivas de Investigación Colombia y el contexto global”, a partir de la identificación de temas comunes para enfocar la investigación a largo plazo, que plantean documentos de prospectiva y en concreto para el sector energético colombiano proponen: a) a nivel mundial, el informe de la Corporación RAND, para el gobierno de Estados Unidos donde se

identifican como oportunidades la energía solar, las viviendas autónomas y los vehículos híbridos. b) a nivel nacional; b.1. el documento Conpes 3582, que postula la política nacional de ciencia, tecnología e innovación, y que identifica como sector estratégico la energía eléctrica y los bienes y servicios conexos. b.2. La convocatoria nacional para la cofinanciación de programas y proyectos de investigación del Ministerio de Agricultura 2008, que incluye dentro de las áreas estratégicas los biocombustibles. c) a nivel local, la política distrital de ciencia, tecnología e innovación, que también incluye como sector estratégico los biocombustibles. Todo lo anterior de manera directa, pero indirectamente no se puede desconocer el hecho real de que todas las demás oportunidades, implican desarrollos tecnológicos que dependen de la disponibilidad del recurso energético como insumo para éstos, lo cual exige que se evalúe dicha disponibilidad, su impacto en la viabilidad financiera de los proyectos, la sostenibilidad energética de dichos proyectos, etc.

Con base en lo anterior es posible garantizar que, a partir de la inserción real de la ingeniería eléctrica –como dinamizador de la democratización de la energía, lo cual implica compromisos ambientales ligados a la sostenibilidad regional– la ingeniería eléctrica continuará siendo como ha sido desde la época del jeroglífico de Horapollo: un soporte del desarrollo sustentable para todos.

La energía no es un fin; es un medio indispensable para luchar contra los problemas sociales.

## REFERENCIAS

[http://www2.ubu.es/ingelec/ingelect/  
jsagredo.shtml](http://www2.ubu.es/ingelec/ingelect/jsagredo.shtml) )  
[http://img514.imageshack.us/  
img514/6994/pescadoresmastabake  
gemih](http://img514.imageshack.us/img514/6994/pescadoresmastabakegemih)

*Revista Infocables-Procables*, No. 10, Bogotá, Colombia, pp. 13-15.

*Revista Mundo Eléctrico*, No. 55, Bogotá, Colombia, pp. 47-52.