ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE INFLUENCIA EN INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.

Manuel Suárez Cebador

Juan Carlos Rubio Romero

José Ramón Andrés Díaz

Universidad de Málaga

Abstract

Electricity Facilities have a strategic value in most Countries, and have a great influence in technological and economical development of the society. That is the reason that converts those facilities in a priority objective of governments. It also converts it in a responsibility for professional of this sector.

In Spain, there have been lots of legal changes affecting the design and development of the electrical facilities. In this paper we try to establish the parameters affected by the different laws and regulations that have been developed in Spain in order to improve this sector.

As result of this analysis we will obtain six improvement factors(management, request, security, competence, efficiency and quality) that can allow us to have a common approach to evaluate, stimulate and maximize the influence of the proposals for the development of this facilities.

Keywords*: Legislation; Facilities; Low Pressure Electricity*

Resumen

En la mayoría de países las infraestructuras eléctricas tienen un valor estratégico y trascendental en el desarrollo tecnológico y económico de la sociedad, convirtiéndose en un objetivo prioritario para los gobiernos y una responsabilidad para los profesionales y técnicos relacionados con el sector.

En España, el desarrollo, diseño y ejecución de las infraestructuras e instalaciones eléctricas se ha visto afectado en los últimos años por numerosos cambios legislativos y es objeto de esta comunicación realizar un análisis para determinar los parámetros de mejora establecidos en las distintas leyes, normas y reglamentos de aplicación a nivel nacional a instalaciones eléctricas y que fomentan mejoras en el desarrollo de las mismas.

Como resultado de este análisis obtenemos seis parámetros de mejora (gestión, demanda, seguridad, competencia, eficiencia y calidad) que permiten a las distintas partes implicadas disponer de un enfoque común para evaluar, favorecer y maximizar la influencia de sus iniciativas en favor del desarrollo de este tipo de infraestructuras.

Palabras clave: *Legislación; Instalaciones; Baja Tensión*

Introducción

En el pasado reciente, un análisis relacionado con las prioridades en la utilización de energía eléctrica en Estados Unidos, establece que originalmente en 1971, los objetivos de utilización de la energía se clasificaban en seis categorías: medio ambiente, transporte, agricultura, sector manufacturero, uso eficiente de la energía y comunicaciones [1]. Este mismo estudio determina que posteriormente en 1998, los objetivos se han ampliado y la evolución tecnológica enfoca la priorización de objetivos hacia el crecimiento económico, y la calidad de vida y la seguridad nacional.

En relación a lo anterior, un grupo de trabajo del Energy Modeling Forum de la Universidad de Stanford llegó a establecer seis principios que deberían cumplirse en el diseño de la gestión y establecimiento de tarifas. Estos principios son los siguientes: promoción de la operación eficiente, envío de señales de localización para la demanda y la generación, señales adecuadas para las ampliaciones del transporte, remuneración de los activos existentes, sencillez y transparencia y aceptable socialmente [2].

En este sentido, hoy día se plantean grandes retos para las redes eléctricas como son absorber el crecimiento del consumo eléctrico [3], integrar en el sistema el incremento exponencial del uso de fuentes renovables [4][5][6][7], dar valor a la extensión de procesos de liberalización del mercado [8][9][10][11], incrementar la calidad y fiabilidad en el suministro [12][13][14][15][16], favorecer y garantizar la seguridad [17][18][19][20], soportar nuevas tecnologías [21][22][23][24] que permitan mejorar la eficiencia energética [25][26][27][28][29] y la gestión de la demanda [30][31], permitir la creciente participación de los clientes en los mercados de la energía [32], reducir los costes en el sistema eléctrico [33], alcanzar los objetivos 20-20-20 de la UE [34] (20% de aumento en la eficiencia energética, reducción del 20% de las emisiones de CO2, y el 20% de energías renovables en 2020), etc.

Estas consideraciones provocan un interés empresarial, técnico y social asociado a la evolución y desarrollo de las infraestructuras eléctricas que se convierte en un objetivo fundamental para los gobiernos y una responsabilidad para los profesionales y técnicos relacionados con el sector. Así, la legislación aplicable al respecto supone un instrumento esencial [35] para garantizar el impulso y el éxito de iniciativas en favor de este necesario desarrollo según declaran distintos autores en relación a la calidad [36], la gestión de la demanda [37][38][39], el favorecimiento de la competencia [40] o el uso de nuevas tecnologías [41].

En el caso de España, el desarrollo, diseño y ejecución de las infraestructuras e instalaciones eléctricas se ha visto afectado en los últimos años por numerosos cambios legislativos y normativos. Entre otros, los reglamentos para baja tensión[1] y alta tensión[2], como representativos de las directrices exigidas en la ejecución técnica y de seguridad de las propias instalaciones; la regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica[3]; la liberalización del mercado eléctrico desde su origen con la Ley del sector eléctrico[4] y su evolución a través del impulso de la productividad y la actualización de la

[1] Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias.

[2] Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

[3] Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

[4] Ley 54/1997, de 27 Noviembre, del Sector Eléctrico.

regulación original según la Ley 17/2007[5] y la Ley 9/2001[6] para adaptarla a la europea de acuerdo con la Directiva 2003/54/CE[7] (derogada por Directiva 2009/72/CE[8]); el desarrollo de la ley de prevención de riesgos laborales[9] y disposiciones más concretas en relación con el riesgo eléctrico[10]; la principal regulación relativa al sistema de medida eléctrico[11], etc.

Así, teniendo en cuenta que el instrumento básico utilizado por las administraciones competentes para fomentar y dirigir la evolución de las infraestructuras eléctricas se manifiesta mediante la legislación aplicable en su caso, nos basaremos en ella para conseguir nuestro objetivo dirigido a identificar los principales parámetros de mejora que influyen en el desarrollo de las mismas.

1. Estudio preliminar de la legislación aplicable a infraestructuras eléctricas de baja tensión

La legislación principal aplicable a las infraestructuras eléctricas presenta diferentes enfoques en base a distintas disciplinas como:

- La ejecución técnica y condiciones de seguridad de las instalaciones. (Reglamento electrotécnico de baja tensión, normas particulares de la empresa distribuidora, etc.).
- La regulación de las actividades propias del sistema eléctrico. (Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, etc.).
- La Liberalización del mercado eléctrico. (Directivas europeas, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre o “Ley del Sector Eléctrico”, etc.).
- Las tarifas eléctricas. (Ley 54/1997, tarifa de último recurso, bono social, etc.).
- La prevención de riesgos laborales. (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, etc.).
- El sistema de medida eléctrico. (Real Decreto 385/2002 de 26 de Abril de 2002, por el que se modifica el Real Decreto 2018/1997 de 26 de Diciembre por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida de los consumos y tránsitos de energía eléctrica, Real Decreto 1433/2002, de 27 de Diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de clientes y generadores en Régimen Especial, Real Decreto

[5] Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

[6] Ley 9/2001, de 4 de junio, por la que se modifica la disposición transitoria sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, determinados artículos de la Ley 16/1989, de 17 de julio, de Defensa de la Competencia, y determinados artículos de la Ley 46/1998, de 17 de diciembre, sobre introducción del euro.

[7] Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.

[8] Directiva 2009/72/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE.

[9] Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

[10] Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

[11] Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

1110/2007, de 24 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, etc.).

- Etc.

Para establecer la legislación aplicable a nuestro estudio, analizamos las bases de datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (www.mityc.es) que en España es el departamento de la Administración General del Estado encargado de la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia de desarrollo e innovación industrial, política comercial, de la pequeña y mediana empresa, energética y minera, de turismo, de telecomunicaciones, medios audiovisuales y de desarrollo de la sociedad de la información. En relación con la política energética, dispone de distintas áreas de interés entre las que se encuentra la energía eléctrica que como base del objeto de nuestra investigación nos servirá para seleccionar de sus bases de datos el alcance de la legislación aplicable en nuestro estudio.

De acuerdo a lo anterior, dentro de los servicios puestos a disposición por este Ministerio, se encuentran las siguientes bases de datos:

- Legislación general de Industria, Turismo y Comercio que incluye las disposiciones normativas en vigor a partir de 1997 elaboradas por dicho Ministerio, así como disposiciones relacionadas de Comunidades Autónomas y de la Comunidad Europea e incorpora también algunas disposiciones anteriores de especial relevancia.
- Legislación específica sobre seguridad industrial, donde a través de la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial y con la colaboración de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial (FFII), pretende fomentar el acceso del público a la Reglamentación de Seguridad Industrial a partir de una clasificación en base a la legislación nacional (básica, sobre productos, sobre instalaciones y complementaria) y a Directivas comunitarias.

Así mismo, para completar la legislación relacionada con la energía eléctrica, el propio Ministerio de Industria, Turismo y Comercio emplaza a consultar el apartado de normativa en las bases de datos de la Comisión Nacional de Energía (www.cne.es).

Tras realizar la selección previa de la legislación aplicable a nuestro caso de estudio, se ha procedido a su tabulación en base a su rango legal y al año y fecha de su promulgación. Posteriormente, con objeto de dirigir el análisis hacia la normativa de mayor peso legal, se realizó la selección final en relación a aquellas disposiciones con rango equivalente a Real Decreto o superior.

Posteriormente, utilizando palabras clave (acrecentar, adecuar, ajustar, amplificar, aumentar, avanzar, crecer, evolucionar, favorecer, fomentar, incrementar, mejorar, optimizar, perfeccionar, progresar, prosperar, atrasar, disminuir, empeorar, reducir, retroceder, etc.) relacionadas con el significado del término “desarrollo” según el diccionario de sinónimos y antónimos de la editorial Espasa-Calpe del año 2005 [42], realizamos el análisis crítico de la exposición de motivos y del objeto de cada una de las normas seleccionadas que nos llevó a determinar sus objetivos de mejora e identificar los parámetros que influyen en el desarrollo de las infraestructuras eléctricas.

Estos parámetros de mejora se incorporaron en una nueva tabulación evaluando para cada uno de ellos su peso en función del número de veces considerado según el análisis descrito anteriormente, para después seleccionar como principales los cuantificados en el valor medio o por encima de éste.

Una vez seleccionados los parámetros de mejora sobre los que basaríamos nuestra investigación, los sometimos a una validación por expertos que nos permitiera dar soporte a

los resultados obtenidos basándonos en el método de agregados individuales considerado en la Nota Técnica de Prevención nº 401 [43].

Para ello, diseñamos un cuestionario ad hoc donde se describían las fuentes y formas de selección de los principales parámetros de mejora para fomentar el desarrollo de las infraestructuras eléctricas. Así mismo, se definían individualmente cada uno de ellos y se solicitaba:

- Validación de cada parámetro mediante una valoración de 0 (si no lo consideran un objetivo) a 5 (si lo consideran un objetivo de máxima prioridad).
- Identificación y valoración de otros parámetros distintos a los seleccionados.

Con objeto de dar soporte a esta validación y de evitar los sesgos de los datos, se seleccionaron 10 expertos que participarían individualmente y que se eligieron de distintas disciplinas del sector eléctrico (empresa privada, distribuidora de energía, fabricantes, distribuidores de material, organismos oficiales y organismos de control autorizado), siguiendo criterios de cualificación técnica equivalente a Ingeniero con una experiencia laboral en el sector eléctrico de un mínimo de 5 años.

Finalmente, se realizó un tratamiento estadístico descriptivo de los datos recogidos que nos ofreció la puntuación de cada uno de los parámetros seleccionados en nuestra investigación, considerando como válidos aquellos que presentaban una puntuación equivalente a 3 o superior.

La normativa aplicable a nuestro trabajo (y que por tanto se ha estudiado) en relación a la base de datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio en relación a la normativa básica relacionada con la energía eléctrica, tabulada en orden cronológico y teniendo en cuenta su rango legal, se clasifica en la tabla siguiente:

Tabla 1. Clasificación de la legislación general de Industria, Turismo y Comercio en relación con la energía eléctrica.

Rango Legal	Nº de disposiciones legales
Directiva Europea	2
Ley	5
Real Decreto-Ley	6
Real Decreto	60
Resolución	77
Orden	29
Otras	1
Nº Total de Disposiciones Legales	180

La normativa aplicable a nuestro trabajo (y que por tanto se ha estudiado) en relación a la base de datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio relacionadas con la legislación específica sobre seguridad industrial se desarrollan a través de la Subdirección General de Calidad y Seguridad Industrial y con la colaboración de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, tabulada en orden cronológico y teniendo en cuenta su rango legal, se clasifica en la tabla siguiente:

Tabla 2. Clasificación de la legislación específica sobre Seguridad Industrial en relación con la energía eléctrica.

Rango Legal	Nº de disposiciones legales
Directiva Europea	2
Ley	6
Real Decreto-Ley	0
Real Decreto	23
Resolución	6
Orden	1
Otras	0
Nº Total de Disposiciones Legales	38

Finalmente, dentro de las bases de datos de la CNE, a partir de la normativa relacionada con los distintos sectores energéticos, seleccionaremos para nuestro caso de estudio la legislación aplicable al sector eléctrico, procediendo como en los casos anteriores a su tabulación en orden cronológico y teniendo en cuenta su rango legal para obtener la clasificación mostrada en la tabla siguiente:

Tabla 3. Clasificación de la legislación relacionada con la energía eléctrica según la Comisión Nacional de Energía.

Rango Legal	Nº de disposiciones legales
Directiva Europea	6
Ley	4
Real Decreto-Ley	10
Real Decreto	39
Resolución	82
Orden	38
Otras	4
Nº Total de Disposiciones Legales	183

2. Parámetros de mejora que influyen en el desarrollo de las infraestructuras eléctricas

Dirigimos ahora nuestro análisis hacia la normativa de mayor peso legal. Para ello, a partir de las bases de datos descritas anteriormente, tras realizar la selección previa de la legislación aplicable a nuestro caso de estudio, procedemos a su tabulación en base a su rango legal y al año y fecha de su promulgación, seleccionando finalmente aquellas disposiciones con rango equivalente a Real Decreto o superior para obtener la clasificación mostrada en la tabla siguiente:

Tabla 4. Clasificación de la legislación relacionada con la energía eléctrica con rango legal equivalente a Real Decreto o superior.

Rango Legal	Nº de disposiciones legales
Directiva Europea	10
Ley	10
Real Decreto-Ley	10
Real Decreto	73
Nº Total de Disposiciones Legales	103

Posteriormente, sobre todos y cada uno de esos documentos legales, se ha realizado el análisis crítico de la exposición de motivos y del objeto de cada una de las normas seleccionadas que llevará a definir sus objetivos de mejora para determinar los parámetros que influyen en el desarrollo de las infraestructuras eléctricas, recogiendo el número de veces que son considerados los distintos objetivos de mejora

A partir de lo realizado en el párrafo anterior, a continuación se representa mediante la tabla siguiente un resumen de los objetivos de mejora a los que se dirige la legislación relacionada con la energía eléctrica según el análisis realizado en su correspondiente exposición de motivos y objeto.

Tabla 5. Resumen de objetivos de mejora de la legislación en relación con la energía eléctrica.

OBJETIVOS DE MEJORA DE LA LEGISLACIÓN	
Descripción	Nº de veces considerado
Gestión: Sistemas de Medida y Nuevas Tecnologías	25
Eficiencia	33
Competencia y Liberalización	42
Calidad	41
Demanda y Capacidad	27
Seguridad	26
Medio Ambiente	20
Retribución y Tarifas	24
Renovables y Régimen Especial	21
Armonización	10
Competitividad y Productividad	7
Valor medio considerado	25

Para centrar nuestra investigación en los principales parámetros, realizamos una selección previa de aquellos que presentan una ponderación equivalente al valor medio o superior en función del número de veces que aparecían mencionados en nuestro estudio, seleccionando los correspondientes a: gestión, demanda, seguridad, competencia, eficiencia y calidad (tabla 6).

Tabla 6. Definición (Real Academia Española) de parámetros de mejora seleccionados.

PARAMETROS DE MEJORA QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS		
	DEFINICION RAE	ENFOQUE
GESTION	(RAE: "Acción y efecto de gestionar. Hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera").	Referido a la mejora de la gestión del sistema eléctrico a partir de la actualización del sistema de medida y de la aplicación de nuevas tecnologías.
DEMANDA	(RAE: "Cuantía global de las compras de bienes y servicios realizados o previstos por una colectividad").	Referido a mejorar la gestión de la demanda eléctrica para favorecer la capacidad del sistema.
SEGURIDAD	(RAE: "Cualidad de seguro. Libre y exento de todo peligro, daño o riesgo").	Referido a reducir los accidentes eléctricos.
COMPETENCIA	(RAE: "Situación de empresas que rivalizan en un mercado ofreciendo o demandando un mismo producto o servicio").	Referido a favorecer la competencia y la liberalización del sistema eléctrico.
EFICIENCIA	(RAE: "Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado").	Referido a mejorar la eficiencia en el sistema eléctrico.
CALIDAD	(RAE: "Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor").	Referido a mejorar la calidad del servicio eléctrico.

Finalmente, con objeto de dar soporte a esta selección previa, los sometimos a una validación por expertos según se describe en la metodología obteniendo los resultados mostrados en la tabla 7, donde a la vista de las respuestas obtenidas, se observó que existía un alto grado de consenso verificado en el análisis estadístico descriptivo, donde los valores de la media, mediana y desviación típica apoyaban nuestra selección de los principales parámetros que influyen en el desarrollo de infraestructuras eléctricas.

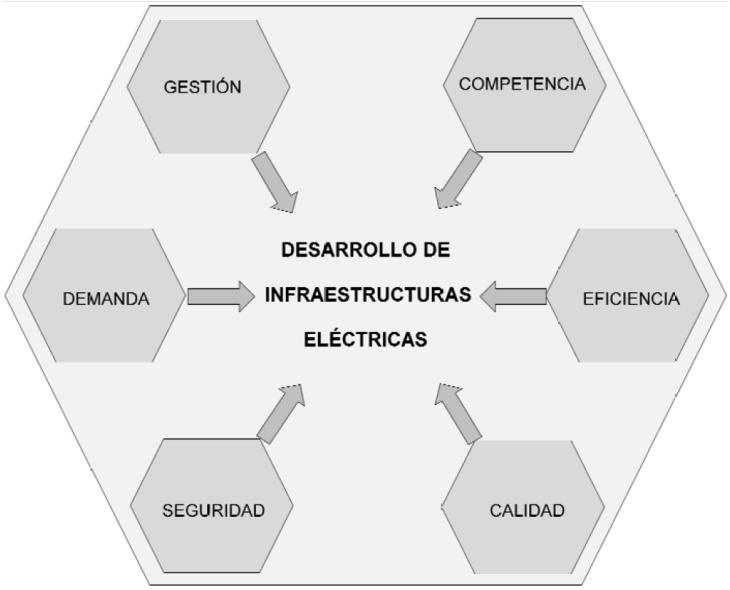
Tabla 7. Valoración de parámetros de mejora en validación por expertos.

PARTICIPANTES		VALORACIÓN DE PARÁMETROS DE 0 A 5					
EXPERTO	TIPO DE EMPRESA (*)	GEST	DEMAN	SEGUR	COMPET	EFIC	CALID
1	ED	3	4	4	3	4	2
2	ED	5	3	5	2	4	5
3	EP	5	4	5	3	5	5
4	EP	4	5	5	3	5	5
5	ED	3	5	5	5	5	5
6	OO	3	3	4	5	4	4
7	FA	4	4	4	5	5	4
8	FA	3	3	2	5	5	5
9	OCA	5	4	5	4	4	5
10	DI	5	3	4	4	5	4
	MEDIA	4,00	3,80	4,30	3,90	4,60	4,40
	MEDIANA	4	4	5	4	5	5
	DESVIACIÓN	0,89	0,75	0,90	1,04	0,49	0,92

* OO: Organismo oficial, OCA: Organismo de Control autorizado, EP: Empresa privada, ED: Empresa distribuidora, FA: Fabricante, DI: Distribuidor de material.

Así pues, en la figura siguiente se muestran los principales parámetros de mejora establecidos a partir del análisis de la legislación aplicable y que nos servirán en un futuro como base de estudio del desarrollo de las infraestructuras eléctricas de baja tensión para determinar la influencia que supone sobre ellos la implantación de diferentes sistemas.

Figura 1. Parámetros de desarrollo de infraestructuras eléctricas.



3. Conclusiones

La importancia que supone para la sociedad en su conjunto el control, la mejora y el progreso de las infraestructuras eléctricas, se pone de manifiesto por el interés mostrado en países desarrollados donde la administración y los organismos competentes establecen regulaciones específicas dirigidas a fomentar y proteger la evolución de las mismas.

En el caso de España, en los últimos años se han producido numerosos cambios legislativos relacionados con el desarrollo, diseño y ejecución de las infraestructuras e instalaciones eléctricas. Las nuevas regulaciones han surgido de la evolución de bases legales anteriores que se han actualizado para cubrir nuevas necesidades presentes y futuras, incorporan la importancia del uso e integración de nuevas tecnologías en los sistemas eléctricos, y se enriquecen mediante su armonización con normas internacionales europeas.

De este estudio, se desprende que analizando los objetivos perseguidos por las principales leyes, normas y reglamentos dirigidos a establecer en dichas infraestructuras las condiciones de ejecución, distribución, comercialización, autorización, competencia, seguridad, medida en instalaciones eléctricas, etc.; se llegan a determinar como principales parámetros de mejora los correspondientes a gestión, demanda, seguridad, competencia, eficiencia y calidad, aunque se considera la importancia de otros como retribución y tarifas, fuentes renovables y medio ambiente.

El interés en el establecimiento de estos parámetros de mejora se basa en poder utilizarlos como un grupo de indicadores que permitan a las distintas partes responsables e implicadas

(gobiernos, reguladores, investigadores, empresas, técnicos y consumidores) disponer de un enfoque común en la valoración del impacto de sus iniciativas en la mejora de las infraestructuras eléctricas mediante el desarrollo de elementos de evaluación, planificación, supervisión y control; estableciendo interrelaciones o sinergias entre los distintos parámetros de mejora y en definitiva, dirigiendo nuestros esfuerzos a la necesaria evolución de los sistemas eléctricos desde el más bajo nivel.

Referencias

[1] Clark W.G. (1998). "Priorities for electric energy utilisation research in the USA". Organization of the Petroleum Exporting Countries. December 2008.

[2] Green, R. (1997). "Electricity transmission pricing: an international comparison". Utilities Policy, Vol. 6. nº3. pp 177-184.

[3] Yeager,K. , Gehl, S. and Barker B. (2005): "The role of smart power technologies in global electrification". *Electric Power Research Institute (EPRI), Energy & Environment,* Vol. 16, No. 5, 2005. Palo Alto, California, USA.

[4] Martínez Montes, G., Prados Martín, E., (2006): “Profitability of wind energy: Short-term risk factors and possible improvements”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* nº11 (2007), p.p. 2191–2200.

[5] Wang, P., Huang, J.Y., Ding, Y., Loh, P. and Goel, L. (2010): "Demand Side Load Management of Smart Grids Using Intelligent Trading/Metering/ Billing System". *IEEE, Power and Energy Society General Meeting*, 2010, p.p.1-6.

[6] Van Thong, V., Belmans, R. (2006): “Distributed Generation Overview: Current Status and Challenges”. *International Review of Electrical Engineer*, Vol. 1, April, pp. 178-189.

[7] Microgrids (2002): *"Large Scale Integration of Micro-Generation to Low Voltage Grids”*, EU Contract ENK5-CT-2002-00610, http://microgrids.power.ece.ntua.gr.

[8] Trebing, H.M., (2000): ”Electricity: Changes and Issues”. *Review of Industrial Organization,* nº 17, pp. 61–74.

[9] Unda Urzaiz, J.I., (1998): “Liberalization of the Spanish Electricity Sector: An Advanced Model”. *The Electricity Journal. Elsevier Science Inc*., 1040-6190/98.

[10] De Quinto, J y López Milla, J. (2006): *“Los problemas de desarrollar las redes de transporte en un entorno competitivo”. I Congreso de la Asociación Española para la Economía Energética*, 16-17 de Enero 2006, Madrid.

[11] Oruetxebarria-Barba J., (2003): "El mercado eléctrico liberalizado y sus posibilidades de negociación". *DYNA, Ingeniería e Industria.* Diciembre 2003. Vol. 78-9 p.6.

[12] Järventausta, P., Partanen, J., Karkkainen, S. (2008): “Interactive customer interface for advanced distribution management and electricity market”. *SmartGrids for Distribution, 2008. IET-CIRED.* CIRED Seminar, 23-24 June. Frankfurt.

[13] Bruno, S., Lamonaca, S., La Scala, M., Rotondo, G. and Stecchi, U. (2009): "Load control through smart-metering on distribution networks". *IEEE, Bucharest Power Tech Conference*, June 28th - July 2nd, Bucharest, Romania.

[14] Syed Shahbaz Ali, Madiha Maroof, Sidrah Hanif (2010): "Smart Energy Meters For Energy Conservation & Minimizing Errors". *IEEE, Joint International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems (PEDES) & 2010 Power India,* 2010 , pp.1-7.

[15] Allan, R.N.,(1994): "Power system realiability assessment - A conceptual and historical review". Elsevier Science Limeted, Reliability Engineering and Sustem Safety, Nº 46 pp 3- 3. Bibliography on the application of probability methods in power system reliability evaluation 1987-1991". IEEE Winter Power Meeting, Columbus. Febrary 1993.

[16] Billinton, R., Billinton, J.E., (1989): *"Distribution system reliability indices"*. IEEE Transactions on Power Delivery, January 1989. Vol. 4, nº1, pp. 561-568.

[17] INSHT (Instituno Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo), (2008):*"Cuestionario 6. Instalación Eléctrica"*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.

[18] UGR (Unidad de Gestión de Riesgo), (2006): "Norma Específica de Seguridad de riesgo eléctrico". Universidad Nacional de San Luis. Argentina. 2006.

[19] PRIE (Plataforma para la Revisión de Instalaciones Eléctricas), (2006):*"Documento Técnico"*. Octubre 2006. Madrid.

[20] FEEDS. Forum for European Electrical Domestic Safety. (2007): *"Towards improved electrical installations in European homes"*. European Cooper Institute. Belgium.

[21] - Norman, C., Tse, F., John Y., Chan, C. and Lai, L.L. (2009): "Development of a Smart Metering Scheme for Building Smart Grid System". *IEEE, 8th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Managemen*t. (APSCOM 2009), pp. 1-5.

[22] Bruno, S., Lamonaca, S., La Scala, M., Rotondo, G. and Stecchi, U. (2009): "Load control through smart-metering on distribution networks". *IEEE, Bucharest Power Tech Conference*, June 28th - July 2nd, Bucharest, Romania.

[23] Porter, H. (2009): *"Smart Metering for Europe: A key techno logy to achieve the 20-20-20 targets"*. European Smart Metering Industry Group (ESMIG). 2009, p. 2. Brussels, Belgium.

[24] Harney, A. (2009): *"Smart Metering Technology Promotes Energy Efficiency for a Greener World"*. January 2009. Analog Dialogue 43-01. www.analog.com.

[25] Shekara, S. , Depuru, S.S., Wang, L., Devabhaktuni, V. (2011): "Electricity theft: Overview, issues, prevention and a smart meter based approach to control theft". Elsevier Ltd. Energy Policy 39 (2011) 1007–1015.

[26] Pernick, R. y Wilder, C. (2008): *"The clean tech revolution Invertir en tecnología y crecer en el futuro inmediato"*. Gestión 2000. Barcelona, 2008.

[27] MITYC (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio), (2007): *"Plan de acción 2008-2012. Estrategia de ahorro y eficiencia energética en España"*. IDEA. Julio 2007. Madrid.

[28] MITYC (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio), (2008): *"Planificación de los sectores de electricidad y gas 2008-2016"*. Mayo 2008. Madrid.

[29] CNE (Comisión Nacional de Energía) (2007): “Eficiencia energética en la distribución de la energía eléctrica. Medidas reguladoras para incentivar la eficiencia energética en las redes eléctricas de distribución".CNE. Madrid. Mayo 2007.

[30] Aguado, J.A., Quintana, V., Madrigal, M., Rosehart, W. (2004): "Coordinated spot market for congestion management of inter-regional electricity markets". *IEEE Transactions on Power System.* Volume: 19 , Issue: 1, pp.180-187.

[31] Kiani, A. and Annaswamy, A. (2010): "The effect of a smart meter on congestion and stability in a power market". *IEEE, 49th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, 2010, pp.194-199.

[32] Vives, X. (2006): *"El reto de la competencia en el sector eléctrico"*. IESE, Universidad de Navarra. Occasional Paper nº06/13, Julio 2006.

[33] De Quinto, J y López Milla, J. (2006): *"Los problemas de desarrollar las redes de transporte en un entorno competitivo"*. *I Congreso de la Asociación Española para la Economía Energética*, 16-17 de Enero 2006, Madrid.

[34] Directiva 2009/28/CE de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE

[35] Jamasb, T. y Pollit, M., (2001): "Benchmarking and regulation: international electricity experience". *Utilities Policy*, vol. 9, Abril, pp. 107-130.

[36] Carvajo Josa, A., (2005): *"Necesidades globales. Garantía de suministro y calidad del sistema"*. REE.7-7-2005. El Escorial. Madrid.

[37] Centolella, P. (2010): "The integration of price responsive demand into Regional Transmission Organization (RTO) wholesale power markets and system operations". *Energy* nº35(4), pp.1568-74.

[38] Zarnikau, J.W. (2010): "Demand participation in the restructured electric reliability council of Texas market". *Energy,* nº35(4), pp.1536-43.

[39] Walawalkar, R., Fernands, S., Thakur, N., Chevva, K.R. (2010): "Evolution and current status of demand response (DR) in electricity markets: insights from PJM and NYISO". *Energy,* nº35(4), pp.1553-60.

[40] Baldwin, T.L. and Tison, K. (1995): "Tools for supplying premium quality power," in *Proc. Northcon'95. IEEE Technical Applications Conf. and Workshops*, Oct., pp. 288–293.

[41] Pérez Arriaga, J. I., (1997): "La reestructuración del sector eléctrico". A*nales de Mecánica y Electricidad.* Vol LXXIV, Nº Fascículo IV, Julio-Agosto 1997, pp. 8-15.

[42] Espasa (2005): "Diccionario de sinónimos y antónimos". ISBN (10): 84-670-1947-6. Espasa-Calpe, S.A. Pozuelo de Alarcón (Madrid), Septiembre 2005.

[43] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Notas Técnicas de Prevención (NTP401) http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/ FichasTecnicas /NTP/Ficheros/401a500/ntp_401.pdf

Correspondencia (Para más información contacte con):

José R. de Andrés Díaz
Phone: + 34 951952272
E-mail: jrandres@uma.es