

“TALLERES LEY DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PUC-CNE”

1ER TALLER ESPECIALIZADO: “DIAGNÓSTICO Y PROBLEMAS”

Literatura internacional relevante

Miércoles 2 de noviembre de 2016

PROF. DAVID WATTS Y HUGH RUDNICK
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Equipo PUC: Rodrigo Pérez Odeh, Cristian Bustos Sölch, Yarela Flores Arévalo

OBJETIVOS Y CONTENIDOS

- Objetivos:
 - Proveer al lector interesado una serie de **referencias internacionales** asociadas a los grandes temas de la distribución
 - Levantar los principales problemas, cambios tecnológicos, regulatorios y otros **cambios de paradigma y desafíos** del sector.
- Contenido:
 - Estudios internacionales y sus fuentes
 - Preparando el sector de distribución: Un tema recurrente en la prensa especializada
 - Estudios sobre los cambios que enfrentará el sector de distribución
 - Estudios con diversos enfoques
 - Cambios regulatorios asociados a la remuneración



ESTUDIOS INTERNACIONALES Y SUS FUENTES

PREPARANDO EL SECTOR DE DISTRIBUCIÓN: UN TEMA RECURRENTE EN LA PRENSA ESPECIALIZADA

Utilities Trends:

- Financial restructuring
- New regulations
- Distributed generation
- The evolving customer interface
- ...

strategy&
Who we are · What we do · What we believe ·

Industry perspectives
2015 Utilities Trends
Companies in the utility sector should be prepared to restructure financially, while navigating new regulations and the evolving customer interface.

Transform & I

Over the past several years, utilities in the United States have faced significant challenges. The industry lived through a sharp decrease in prices and has experienced only sluggish growth since then. More uncertainty for years now, as a range of environmental and regulatory proposals are proposed and then often rescinded through litigation.

<http://www.strategyand.pwc.com/perspectives/2015-utilities-trends>

Distributions Challenges:

- Grid is inadequate
- The grid is not secure
- Distributed generation
- Enabling technologies
- Costs and revenues
- Digital enterprise
- Telecommunications
- Workforce
- ...

Utilities

Top 10 Challenges for Electric Distribution Utilities

Jun 30, 2015 | 3,671 views | 41 Likes | 15 Comments | [in](#) [f](#) [t](#)

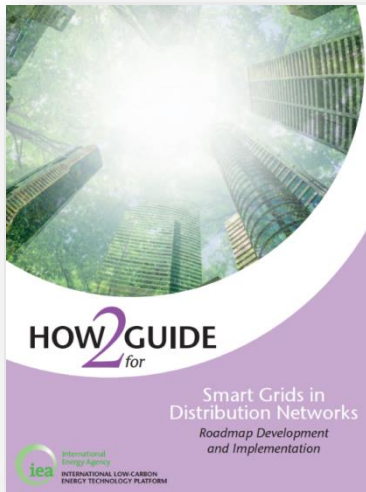
Steven Collier
SmartGridMan, Director Smart Grid Strategies, Milsoft Utility Solutions

2nd Edition

One of the topics that I am most frequently invited to address in articles and presentations is what electric utilities, especially electric distribution utilities, should be informed about, planning for, and implementing as the electric utility industry undergoes drastic, irreversible, revolutionary restructuring. This is my second edition of the Top Ten Challenges.

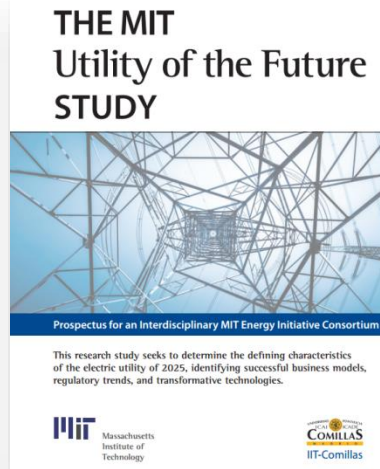
<https://www.linkedin.com/pulse/top-10-challenges-electric-distribution-utilities-steven-collier>

ESTUDIOS SOBRE LOS CAMBIOS QUE ENFRENTARÁ EL SECTOR DE DISTRIBUCIÓN



Muestra los pasos y estrategias a seguir para desarrollar un plan para las redes inteligentes a nivel nacional, regional y municipal

<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapHow2GuideforSmartGridsinDistributionNetworks.pdf>



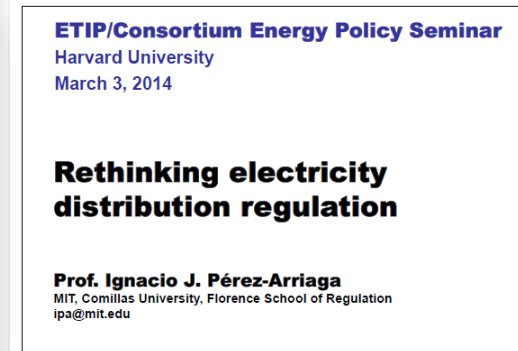
Busca determinar las características de una empresa de servicio público del 2025, identificando modelos de negocios, cambios regulatorios y nuevas tecnologías

<http://energy.mit.edu/research/utility-future-study/>



Presenta visión acerca los nuevos modelos de negocios en 10 años para una empresa de servicio público de electricidad, nuevas estrategias y nuevas formas de gestión.

<https://www.pwc.com.au/industry/energy-utilities-mining/assets/utility-of-the-future-apr14.pdf>



Temas varios: terminología, regulación, desafíos, generación distribuida, perspectiva tecnológica, modelos de negocios, diseño de redes, etc. Seminario Harvard

<https://www.hks.harvard.edu/m-rcbg/cepr/Papers/2014/2014-03-03-Harvard-Ignacio%20Perez-Arriaga%20slides.pdf>

ESTUDIOS CON DIVERSOS ENFOQUES

- Relación con el consumidor
- Visión de futuro
- Regulación
- Planificación
- Vehículos eléctricos
- Diseño tarifario
- Remuneración
- Nuevos negocios
- Finanzas y estrategias

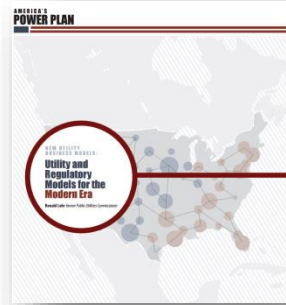
Relación con el consumidor

Staying ahead in an era of game-changing customer transformation

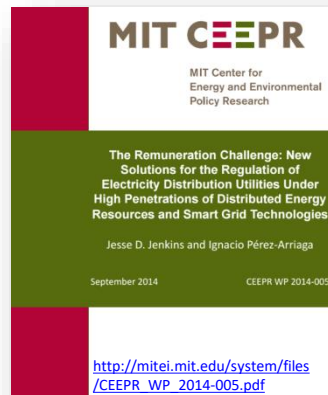


<https://www.pwc.com/gx/en/utilities/publications/assets/pwc-customer-roundtable.pdf>

Regulación para una nueva era de la Dx.



Remuneración



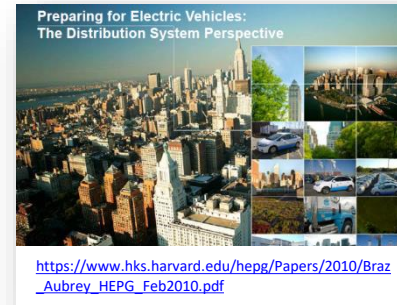
http://mitei.mit.edu/system/files/CEEPR_WP_2014-005.pdf

Visión de futuro de la red eléctrica



<http://energy.gov/sites/prod/files/2014/12/19/Future%20of%20the%20Grid%20December%202014.pdf>

Vehículos eléctricos.

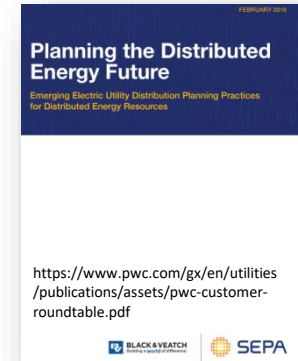


https://www.hks.harvard.edu/hepg/Papers/2010/BrazAubrey_HEPG_Feb2010.pdf

Impactos y nuevos modelos de negocios



Planificación de la red con generación distribuida



<https://www.pwc.com/gx/en/utilities/publications/assets/pwc-customer-roundtable.pdf>

Diseño tarifario



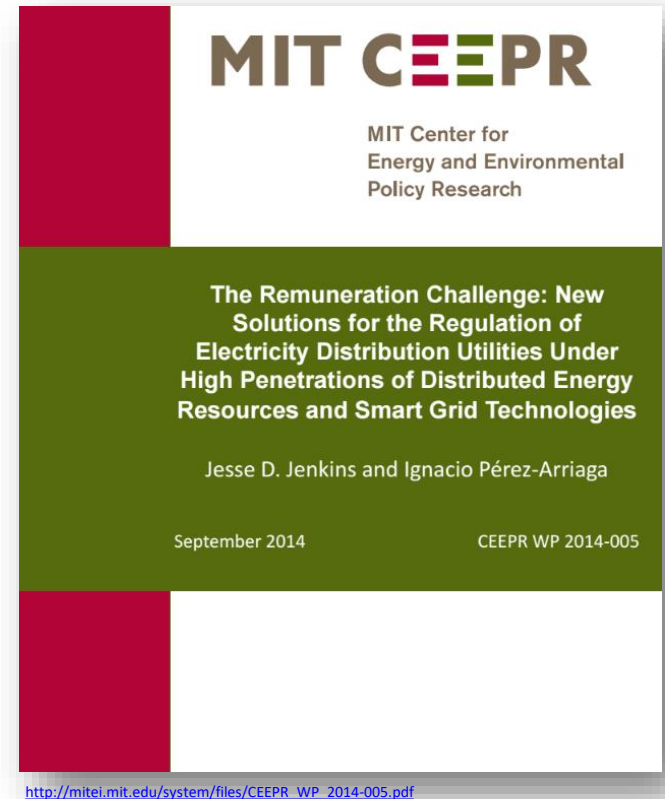
http://www.rmi.org/cms/Download.aspx?id=11340&file=2014-25_eLab-RateDesignfortheDistributionEdge-Full-highres.pdf

Finanzas y estrategias



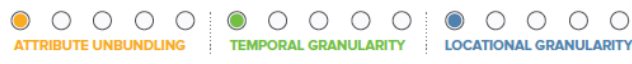
CAMBIOS REGULATORIOS ASOCIADOS A LA REMUNERACIÓN

- Regulatory challenges under high penetration of Distributed Energy Resources and Smart Grid Technologies
 - Increasing uncertainty regarding the evolution of the network use
 - New cost drivers
 - Penetration of distributed energy resources and smart technologies
- Solutions for the regulation of electricity Distribution Utilities



DISEÑO TARIFARIO PARA LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DEL FUTURO

TODAY'S BUNDLED, VOLUMETRIC, BLOCK PRICING
 In the simplest system, prevalent today, there is no unbundling (i.e., fully bundled pricing) with no time- or location-based differentiation.



ENERGY + CAPACITY PRICING
 Breaking apart energy and capacity values begins to unbundle prices, but leaves many still bundled. Time- and location-based differentiation is still minimal.



ATTRIBUTE-BASED PRICING
 Attributed-based pricing more fully unbundles electricity prices, while doing so could also add time- and location-based sophistication.



TIME-OF-USE PRICING
 Relatively basic time-of-use pricing (e.g., off-peak, peak, critical peak) begins to add time-based differentiation, but could still allow attributes to remain fully bundled with no location-based differentiation.



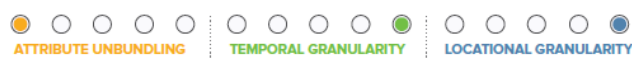
REAL-TIME PRICING
 Real-time pricing, with prices dynamically varying by one-hour or sub-hour increments, adds much time-based sophistication, but could still allow attributes to remain fully bundled with no location-based differentiation.



DISTRIBUTION SYSTEM HOT SPOT PRICING
 Identifying distribution system "hot spots" begins to add location-based differentiation, but could still allow fully bundled attributes and little or no time-based differentiation.



DISTRIBUTION LOCALATIONAL MARGINAL PRICING
 Distribution LMP adds location-based sophistication, and in turn a high degree of temporal sophistication.



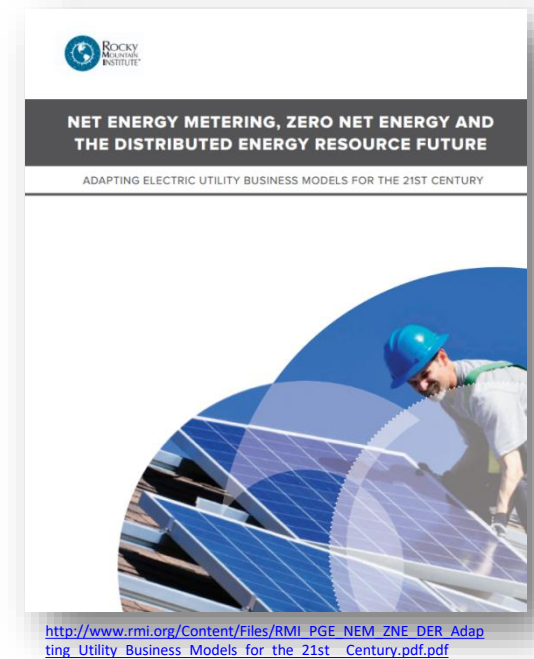
http://www.rmi.org/cms/Download.aspx?id=11340&file=2014-25_eLab-RateDesignfortheDistributionEdge-Full-highres.pdf

Se requieren cambios en los sistemas de precios que reflejen los beneficios y costos de los nuevos servicios

Los sistemas de precios presentan diferentes características

USO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN: TIPOS DE CLIENTES

FIGURE 17
A DG CUSTOMER RECEIVES LESS ENERGY FROM THE UTILITY BUT STILL RELIES ON THE GRID FOR POWER SUPPLY AND NETWORK SERVICES TO EXPORT POWER TO THE GRID



Las infraestructura de distribución puede ser usada para satisfacer demanda o para inyectar energía. El timing y la magnitud de los requerimientos a la red de distribución dependerán del tamaño del cliente, los recursos y las tecnologías utilizada y el perfil de demanda y consumo...

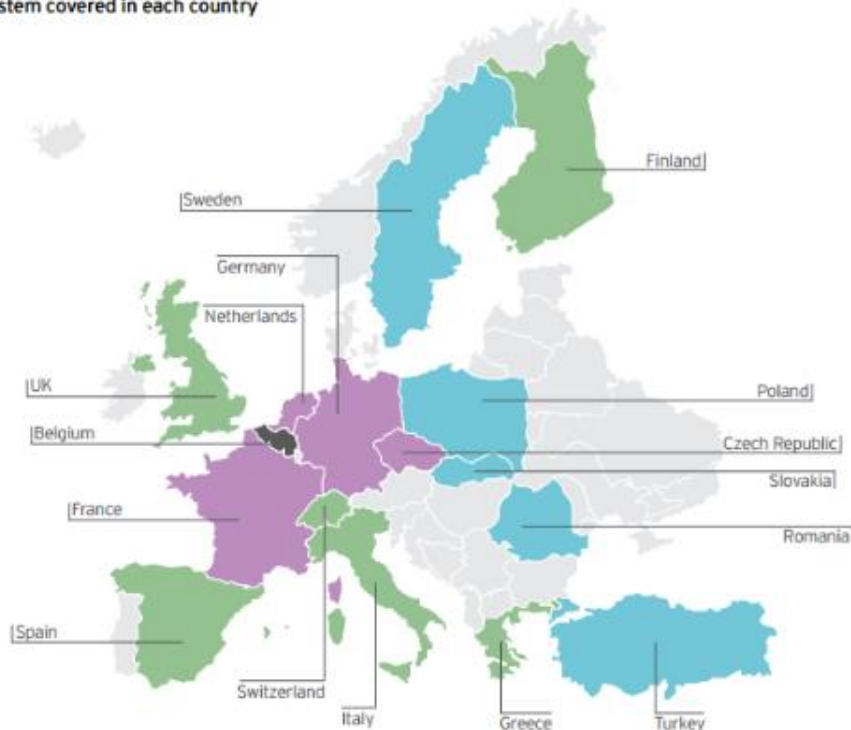
BENCHMARKING REGULATORIOS

- Revisión de los modelos regulatorios de distribución en Europa: Cost plus, Incentive-based, Revenue Combinations of models, Revenue/price/income cap

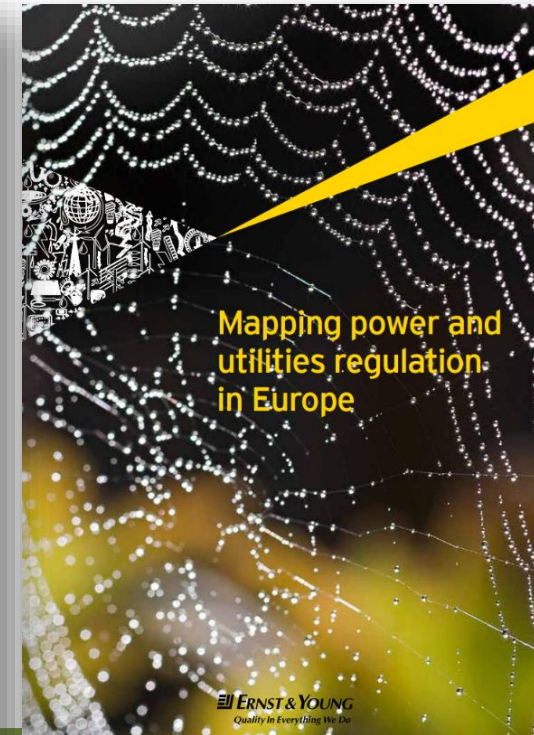
Figure 1. Mapping selected power and utilities regulation in Europe
See Appendix for full details of the regulatory system covered in each country

National regulatory model

Cost plus
Belgium
Incentive-based
Czech Republic
France
Germany
The Netherlands
Combination of models
Finland
Greece
Italy
Spain
Switzerland
The UK
Revenue/price/income cap
Poland
Romania
Slovakia
Sweden
Turkey



Source: Ernst & Young analysts



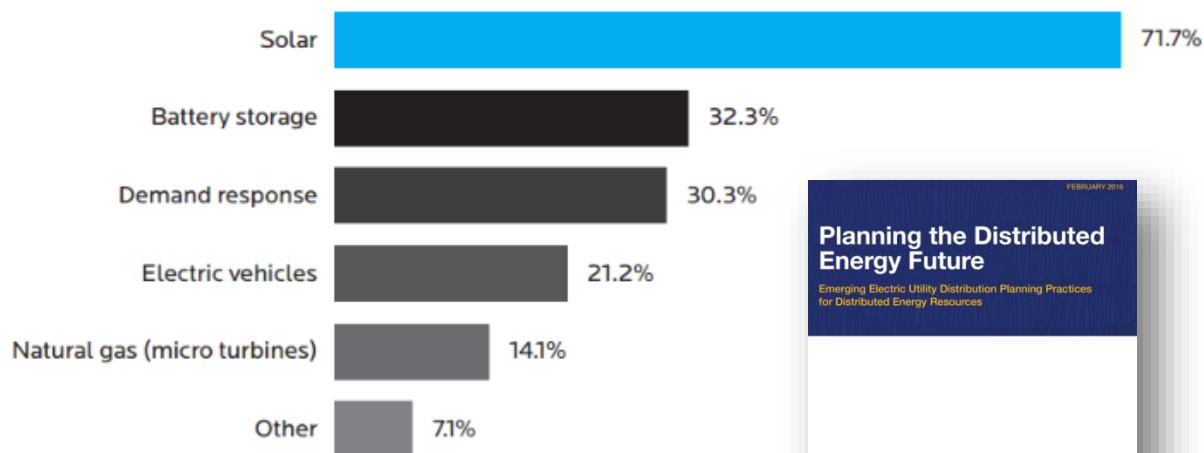
DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES Y LA PLANIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN

- DER - Distributed Energy Resources:

- PV: Generación distribuida solar Fotovoltaica masiva
- CHP: Cogeneración (gas), microturbinas, etc.
- GD: Generación distribuida (otras fuentes: mini-hidro, eólica)
- BAT: Almacenamiento de energía (baterías)
- EV: Vehículos eléctricos e infraestructura de carga
- DR: Respuesta de la demanda

Las distribuidoras pueden beneficiarse de la integración de las tecnologías DER si desarrollan una apropiada planificación de su red, establece procedimientos adecuados para expandir sus redes, reduciendo sus costos de infraestructura y las tarifas al cliente final.

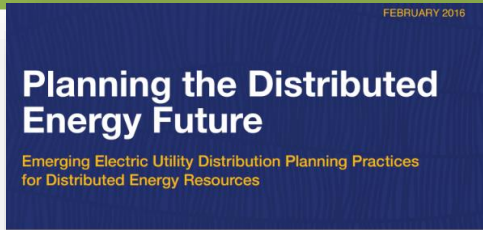
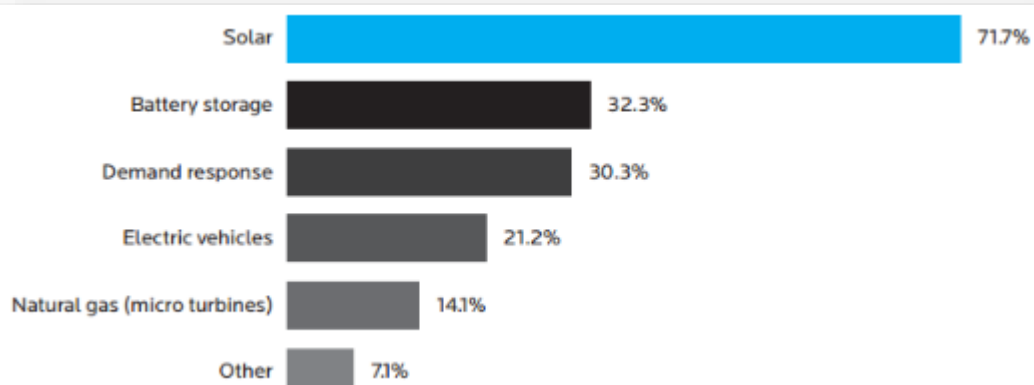
Tecnologías DER que impactarán más a las distribuidoras



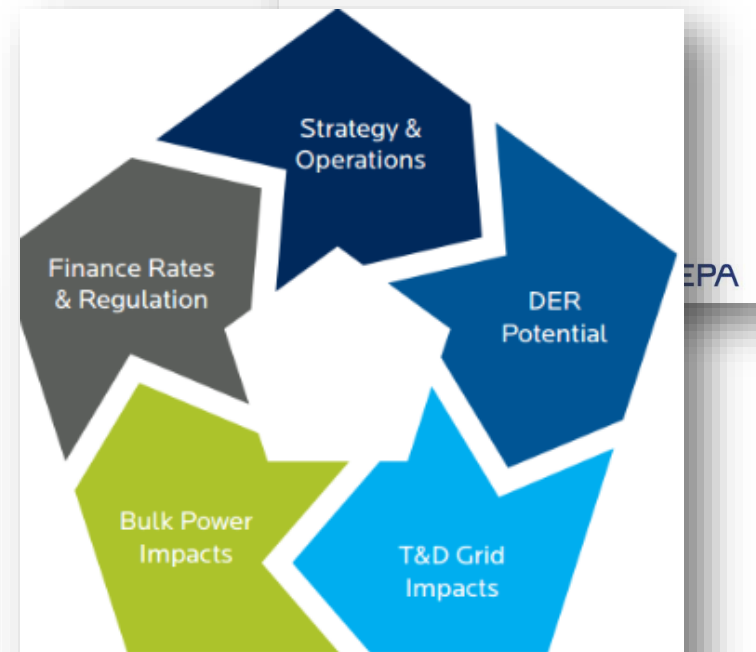
FEBRUARY 2016
Planning the Distributed Energy Future
Emerging Electric Utility Distribution Planning Practices for Distributed Energy Resources

PLANIFICACIÓN CONSIDERANDO GENERACIÓN DISTRIBUIDA

- Utility planning challenges
 - Conventional planning is no longer sufficient
 - Drivers of distributed energy resources adoption
- Tools: software packages and analytical aids that facilitate distribution planning assessment (DER)
- Proactive planning for DER deployment
 - T&D grid impacts: dynamic grid modeling
 - Bulk power impacts
 - Finance, rates and regulation
 - Benefits of a proactive DER planning process



<https://www.solarelectricpower.org/media/439751/proactive-der-planning.pdf>



DERs may be able to replace some conventional grid investments in the distribution system (with appropriate

DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES Y LA PLANIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN

- DER - Distributed Energy Resources:
 - PV: Generación distribuida solar Fotovoltaica masiva
 - CHP: Cogeneración (gas), microturbinas, etc.
 - GD: Generación distribuida (otras fuentes: mini-hidro, eólica)
 - BAT: Almacenamiento de energía (baterías)
 - EV: Vehículos eléctricos e infraestructura de carga
 - DR: Respuesta de la demanda
- Conclusiones
 - La implementación de una planificación de la distribuidora proactiva, considerando los recursos distribuidos (DER) las preparará para la adopción masiva de estos.
 - Una planificación temprana permitirá minimizar los riesgos e incorporar los beneficios de la energía distribuida del futuro.

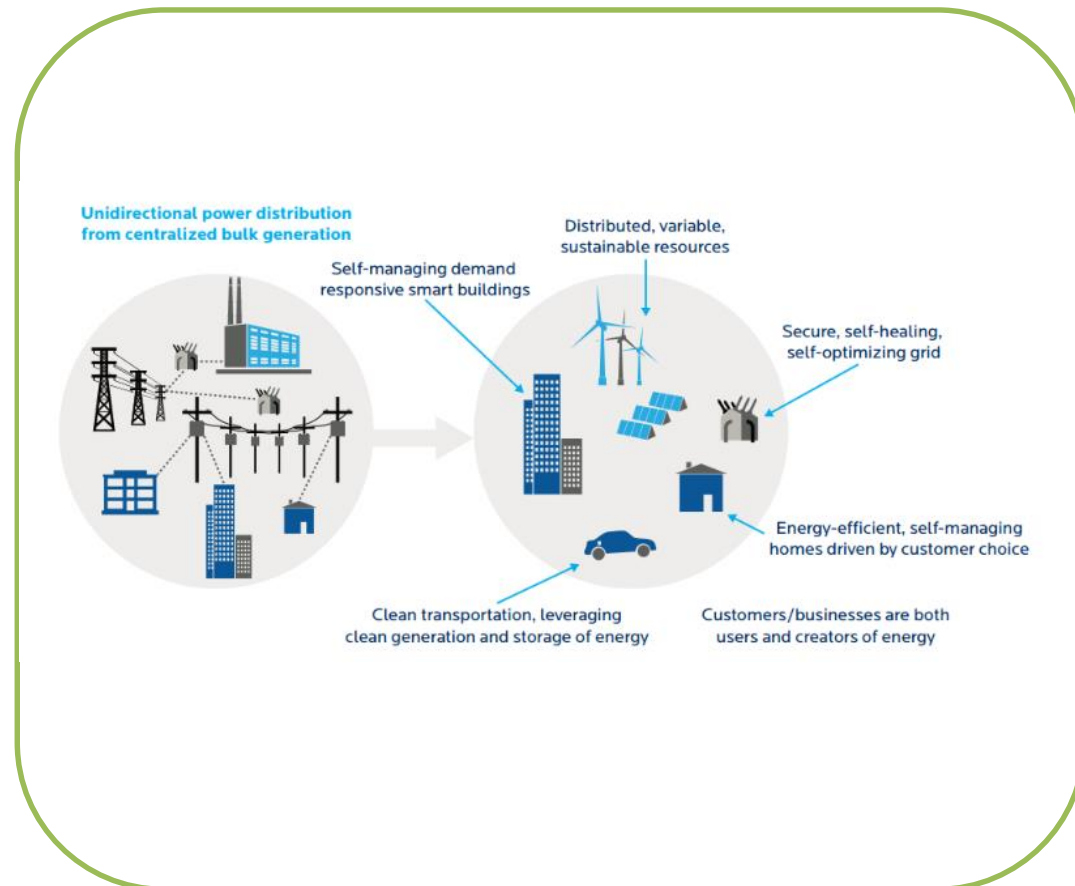
Planning the Distributed

DER es mucho mas que generación distribuida!

$$DER = PV + GD + CHP + BAT + EV + DR$$

DISTRIBUTED ENERGY RESOURCES Y LA PLANIFICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN

- Desafíos que enfrenta la distribuidora:
 - Métodos y herramientas para estimar capacidad de integrar recursos distribuidos
 - Valorizar los costos y beneficios de los DER
 - Monitoreo y control de los DER
 - Abordar la necesidad de reestructuración de las tarifas
 - Definir la propiedad de los recursos distribuidos
 - Mercado

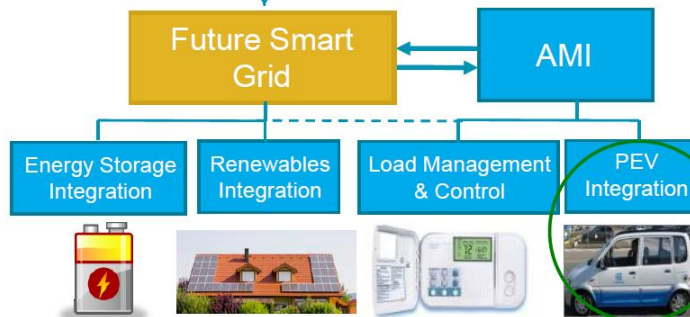


SMART GRID DEL FUTURO

System Wide Smart Grid



Generation Transmission Substation Distribution Customer



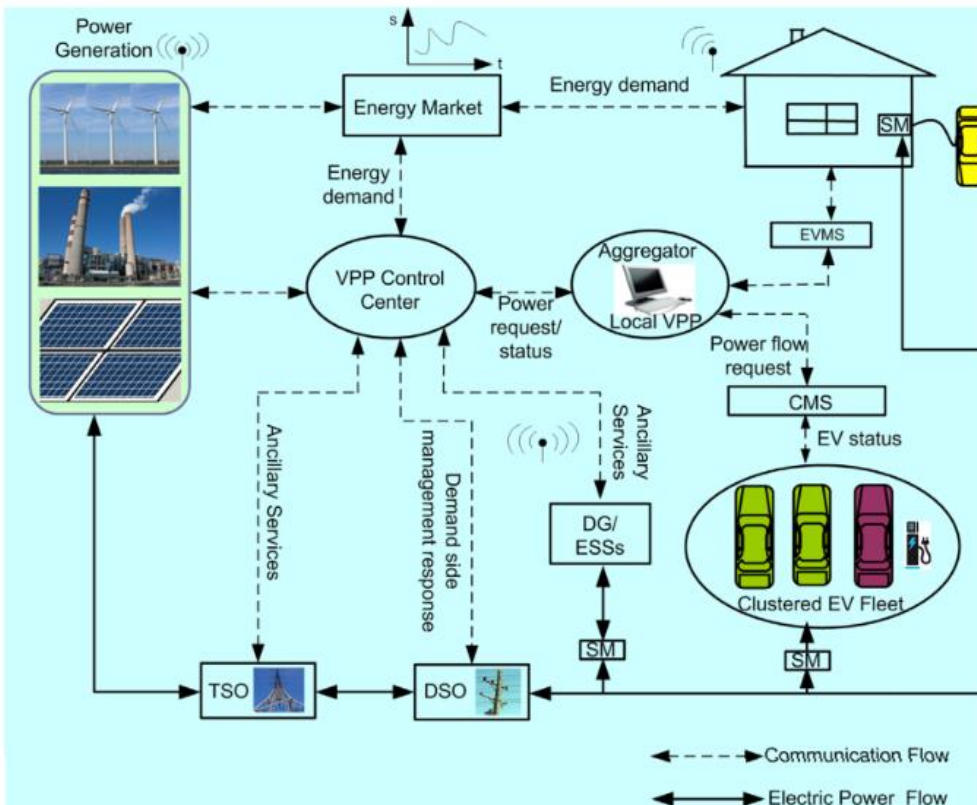
Interacción de:

- Almacenamiento residencial
- Generación renovable
- Control/gestión de carga
- Vehículos eléctricos

Preparing for Electric Vehicles: The Distribution System Perspective



VEHÍCULOS ELÉCTRICOS Y SU INTERACCIÓN CON LA RED



- Vehículos eléctricos proveen almacenamiento (baterías) a la residencia
- Pueden vender energía al sistema al mercado eléctrico (ISO) a través de un agregador.
- La carga de las baterías del EV es una gran carga para el sistema

Renewable and Sustainable Energy Reviews 34 (2014) 501–516

Contents lists available at ScienceDirect

ELSEVIER

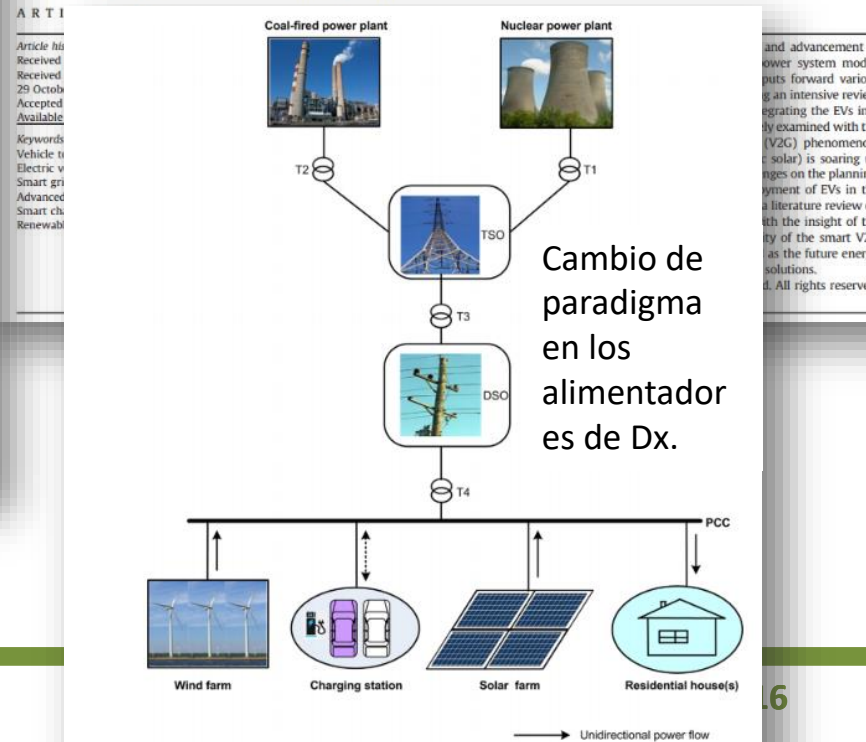
Renewable and Sustainable Energy Reviews

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rser

Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration

Francis Mwasilu, Jackson John Justo, Eun-Kyung Kim, Ton Duc Do, Jin-Woo Jung*

Division of Electronics and Electrical Engineering, Dongguk University-Seoul, 26, Pil-dong 3-gu, Jung-gu, Seoul 100-715, South Korea



UNA VISIÓN DE LA DISTRIBUIDORA DEL FUTURO

Residential Electricity Service in 2025

PETER KIND
Executive Director, Energy Infrastructure Advocates LLC

- Vision of electric service:
 - App-based efficiency tools
 - Allow customers to remotely control and program their lighting, appliances, heating, etc.
 - Connect customers to opportunities to participate in CERs
 - Allow utilities to cycle their customers air conditioners
 - Allow Electric vehicles to be charged and discharged at optimal times to enhance customer economic value

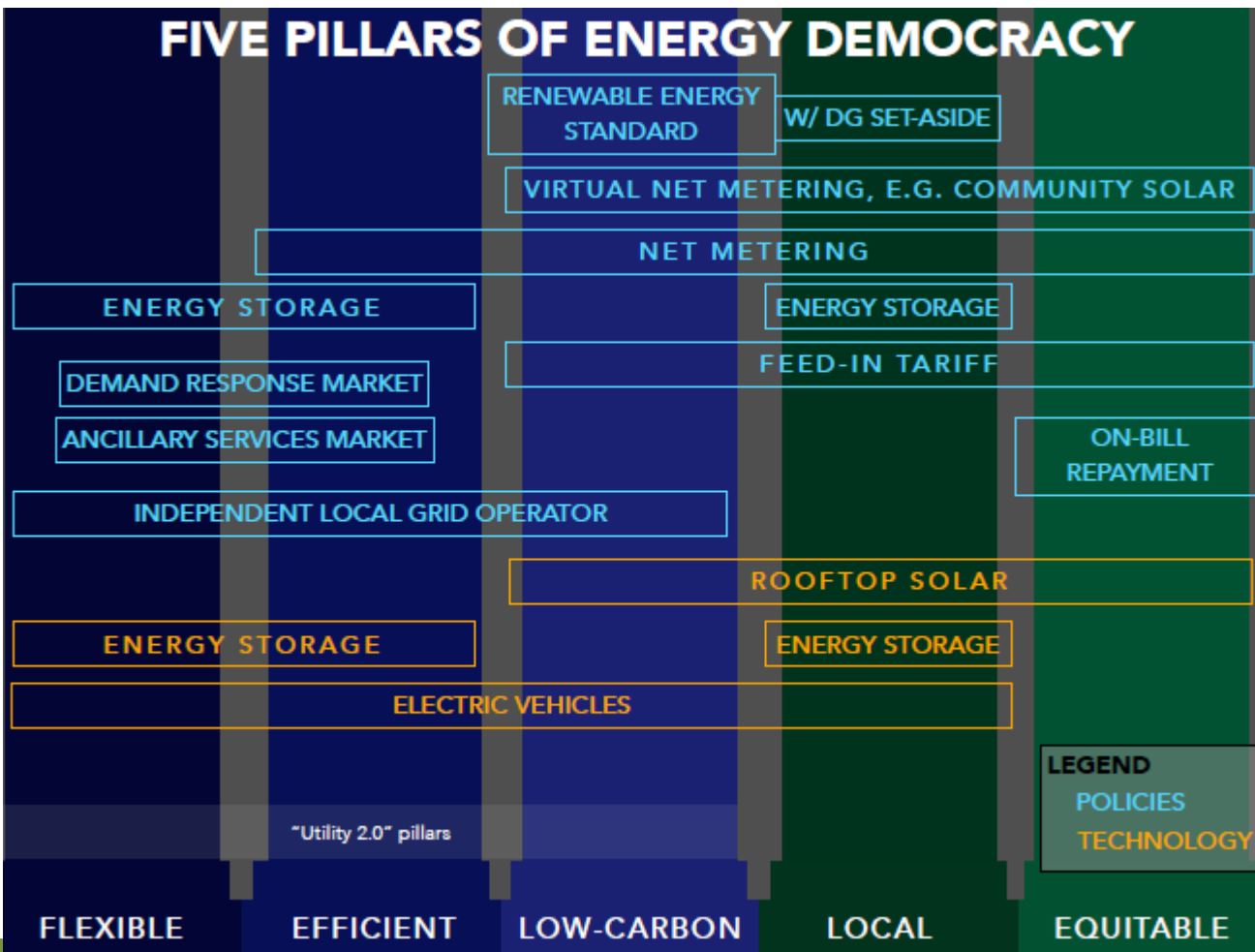
Innovación, tecnología, comunicación, sensores, teléfonos inteligentes, serán conceptos claves de la distribuidora del futuro



http://www.edisonfoundation.net/iei/Documents/IEI_KeyTrendsDrivingChange_FINAL.pdf



UTILITY 2.0 AND ENERGY DEMOCRACY



Beyond Utility 2.0 to Energy Democracy

Why a technological transformation in the electricity business should unlock an economic transformation that grants power to the people.

John Farrell
December 2014



<https://drive.google.com/file/d/0B8Hmrr6Ve2pvaWk3VGhPZkZSMFk/view>

CONCLUSIONES: REFERENCIAS INTERNACIONALES PARA UNA TRANSFORMACIÓN DISRUPTIVA EN DISTRIBUCIÓN

- En la siguiente presentación se proveen referencias internacionales que abordan el problema de la transformación de la distribución en el mundo
- En general se concluye que:
 - Los Sistemas de distribución están cambiando en el mundo debido a la necesidad de sistemas más flexibles, eficientes, limpios, locales y equitativos
 - Los desafíos se pueden clasificar en regulatorios, tecnológicos y de negocios
 - Este es un problema no resuelto en el mundo aunque es importante rescatar la experiencia internacional acumulada hasta la fecha
 - Los cambios pueden ser una oportunidad para las distribuidores, clientes, reguladores y nuevos emprendimientos
 - El cambio va mucho más allá de la electricidad: Calor& frío, transporte y urbanismo

REFERENCIAS (1)

- En esta sección se presentan las referencias, sus fuentes y links:
 - conEdision. (n.d.). Preparing for Electric Vehicles : The Distribution System Perspective. Retrieved from https://www.hks.harvard.edu/hepg/Papers/2010/Braz_Aubrey_HEPG_Feb2010.pdf
 - Curtin, J., Innocenzo, M. A., Jones, M. T., & Lawry, G. E. (2014). Staying ahead in an era of game-changing customer transformation. PwC. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/utilities/publications/assets/pwc-customer-roundtable.pdf>
 - EY. (2013). Mapping power and utilities regulation in Europe. Retrieved from [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Mapping_Power_and_Utillities_Report_2013/\\$FILE/EY_European_Power_regulatory_report_FINAL_0513.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Mapping_Power_and_Utillities_Report_2013/$FILE/EY_European_Power_regulatory_report_FINAL_0513.pdf)
 - Farrell, J. (2014). Beyond Utility 2.0 to Energy Democracy. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0B8Hmrr6Ve2pvaWk3VGhPZXZSMFk/view>
 - Flaherty, T., Jirovec, T., & Dann, C. (2016). 2015 Utilities Trends. Retrieved June 30, 2016, from <http://www.strategyand.pwc.com/perspectives/2015utilitiestrends>
 - Glick, D., Lehrman, M., & Smith, O. (2014). Rate Design for the Distribution Edge. Rocky Mountain Institute. Retrieved from http://www.rmi.org/cms/Download.aspx?id=11340&file=2014-25_eLab-RateDesignfortheDistributionEdge-Full-highres.pdf
 - International Energy Agency. (2015). Smart Grids in Distribution Networks. Retrieved from <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapHow2GuideforSmartGridsinDistributionNetworks.pdf>

REFERENCIAS (2)

- En esta sección se presentan las referencias, sus fuentes y links:
 - Jenkins, J. D., & Pérez-Arriaga, I. J. (2014). The Remuneration Challenge: New Solutions for the Regulation of Electricity Distribution Utilities Under High Penetrations of Distributed Energy Resources and Smart Grid Technologies. Retrieved from http://mitei.mit.edu/system/files/CEEPR_WP_2014-005.pdf
 - Lacey, S. (2014). Rise of the Prosumer : Will Homeowners Ever Be More Important Than Power Plants ? Retrieved June 29, 2016, from <http://www.greentechmedia.com/articles/read/riseoftheelectricityprosumer>
 - Mwasilu, F., Justo, J. J., Kim, E. K., Do, T. D., & Jung, J. W. (2014). Electric vehicles and smart grid interaction: A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 501–516. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2014.03.031>
 - Ontario Distribution Review Panel. (2012). *Renewing Ontario's Electricity Distribution Sector : Putting the Customer First*. Retrieved from http://www.energy.gov.on.ca/en/files/2012/05/LDC_en.pdf
 - Pérez-Arriaga, I. J., Ruester, S., Schwenen, S., Battle, C., & Glachant, J.-M. (2013). From distribution networks to smart distribution systems: rethinking the regulation of european electricity DSOs. Retrieved from <http://cadmus.eui.eu/handle/1814/27615>
 - PricewaterhouseCoopers. (2014). *Utility of the future: A customer-led shift in the electricity sector. A New Zealand Context*, (April), 12. Retrieved from <http://www.pwc.co.nz/energy-utilities-mining-industry-sector/publications/utility-of-future-customer-led-shift-electricity-sector/>
 - Rocky Mountain Insititute. (2012). *Net energy metering, zero net energy and the distributed energy resource future: Adapting Electric Utility Business Models for the 21st Century*. RMI Technical Report. Retrieved from http://www.rmi.org/Content/Files/RMI_PGE_NEM_ZNE_DER_Adapting_Utility_Business_Models_for_the_21st_Century.pdf.pdf
 - SEPA, B. / V. and. (2016). *Planning the Distributed Energy Future*. Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/utilities/publications/assets/pwc-customer-roundtable.pdf>

“TALLERES LEY DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA PUC-CNE”

1ER TALLER ESPECIALIZADO: “DIAGNÓSTICO Y PROBLEMAS”

Literatura internacional relevante

Miércoles 2 de noviembre de 2016

PROF. DAVID WATTS Y HUGH RUDNICK
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

Equipo PUC: Rodrigo Pérez Odeh, Cristian Bustos Sölch, Yarela Flores Arévalo