



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

COMISIÓN INVESTIGADORA
19.08.2019

Proyecciones del Sistema de Medición Inteligente

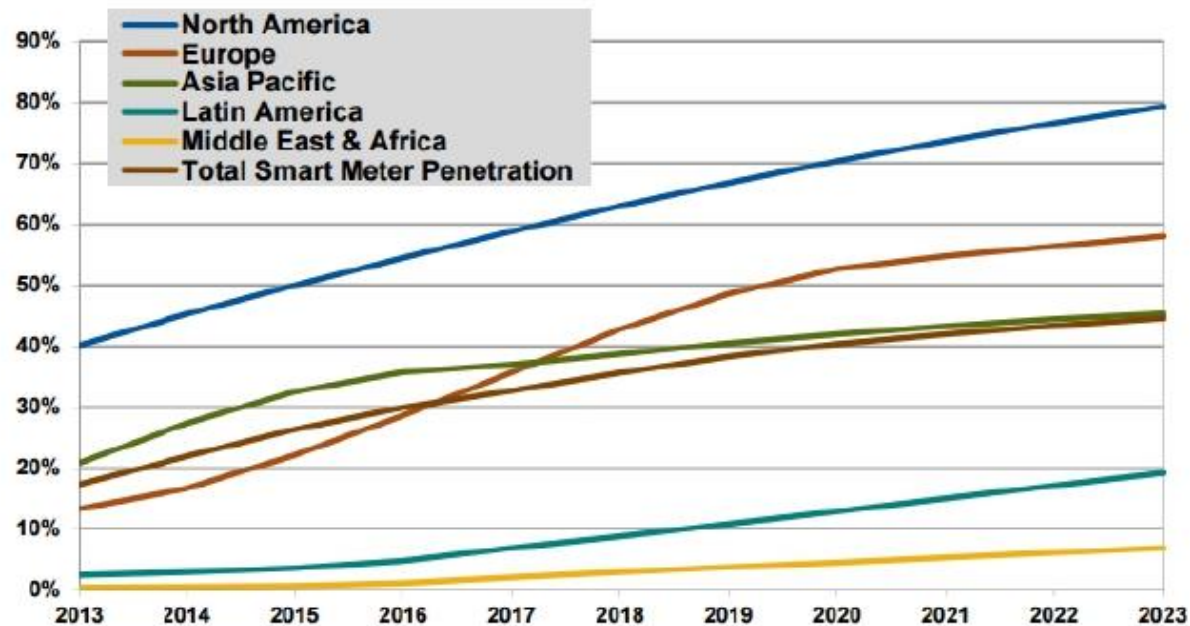
Dr. Humberto Verdejo Fredes

Humberto.verdejo@usach.cl | 22 718 3359

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Santiago de Chile



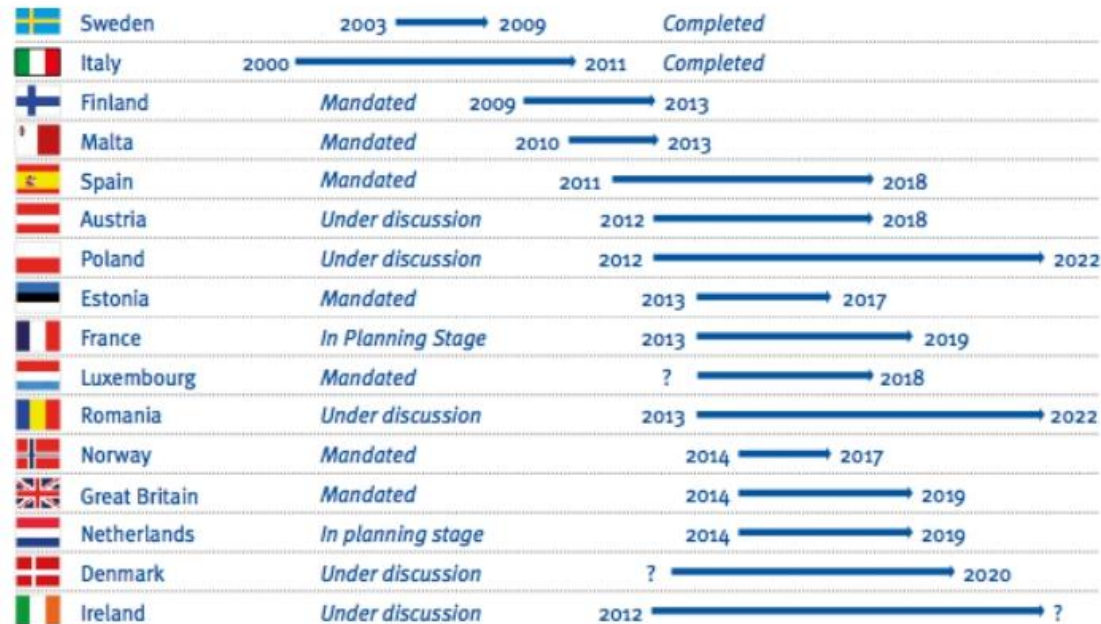
EXPERIENCIA INTERNACIONAL



Evolution of SM deployment worldwide (Source: Navigant Research).



EXPERIENCIA INTERNACIONAL

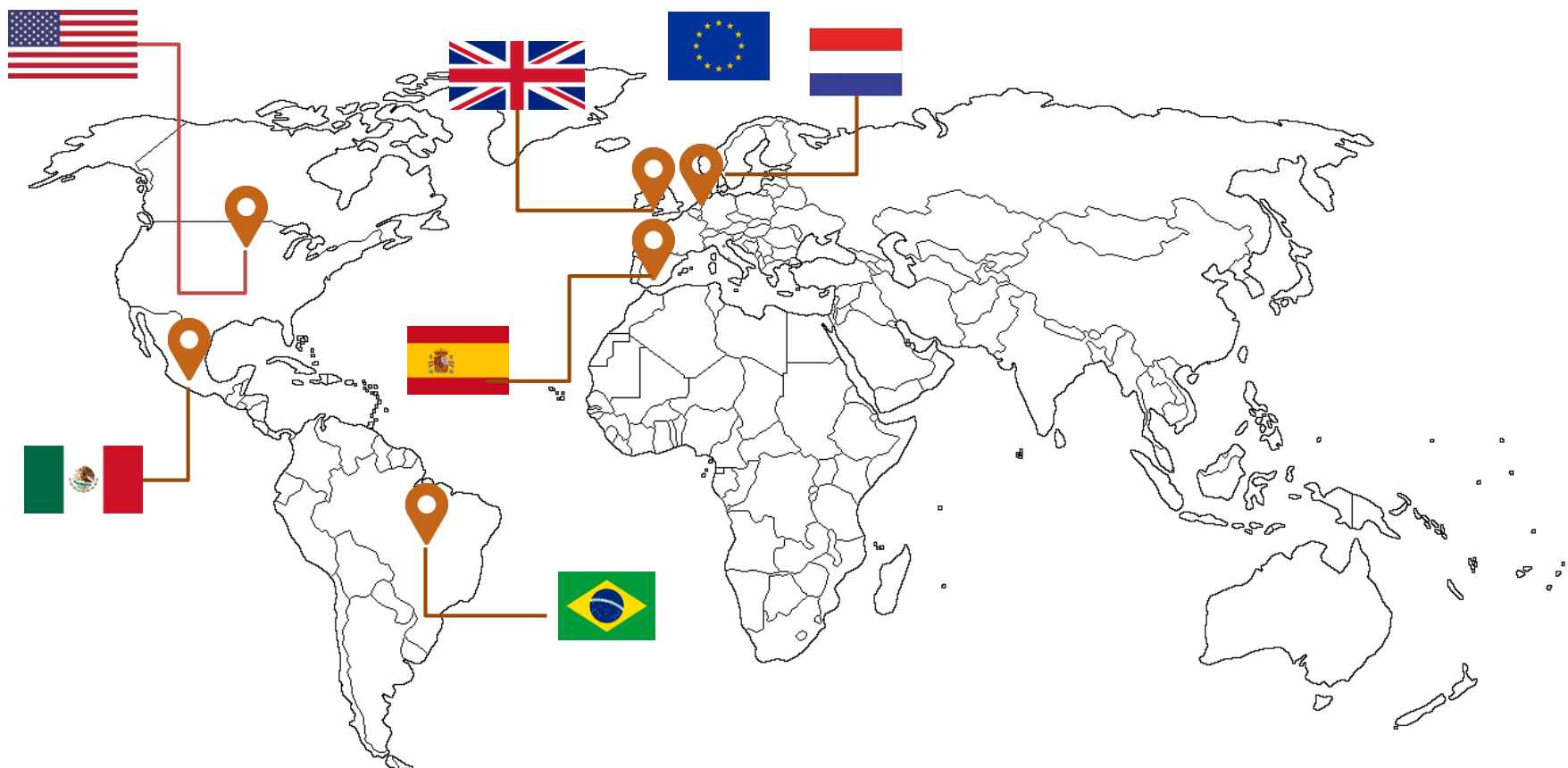


SM rollout status in Europe by country (Source: European Commission). © European Union, 1998–2016.



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

EXPERIENCIA INTERNACIONAL





OBJETIVO 2020

Implementación de un 80% de medidores inteligentes en los consumidores de electricidad de la EU

*Prevía evaluación económica positiva de todos los costos y beneficios a largo plazo garantizados para el mercado y el consumidor individual por país (2012)

- ✓ Procesos de implementación en diversos niveles en los miembros de UE
- ✓ Enfoque en diversos stakeholders: consumidores, operadores de sistemas de distribución, proveedores de energía y la sociedad en general
- ✓ Propuestas metodológicas para la generación de políticas públicas
- ✓ Principales polémicas: discusiones respecto a la protección de datos en relación a los Derechos Fundamentales de la EU.



UNIÓN EUROPEA



En cada país: Entidades nacionales interactuaron para generar el marco legal, especificaciones técnicas, plazos, planes y programas para el recambio tecnológico.

A nivel transnacional: Se creó la instancia European Regulators' Group for Electricity and Gas (ERGEG) para lineamientos técnicos. Este grupo fue disuelto el año 2011 y actualmente colaboran en temáticas de redes inteligentes las entidades Agency for Cooperation of Energy Regulators (ACER) y European Network of Transmission System Operators for Electricity.

Como Unión Europea: La Comisión Europea estableció los lineamientos generales basados principalmente en medidas para apalejar el cambio climático.



Secretaría de Estado de Energía Ministerio para la Transición Ecológica

El sector eléctrico español ha sufrido una profunda transformación desde el año 1998, ya que se liberó progresivamente el sector eléctrico mediante la apertura de las redes a terceros, el establecimiento de un mercado organizado de negociación de la energía y la reducción de la intervención pública en la gestión del sistema.

- Los servicios fueron diversificados y aparecieron los requerimientos de electromovilidad y autoabastecimiento (energía solar).
- Desde el 2007 al 2018 se llevó a cabo el recambio tecnológico
- Es obligación para el año 2018 que todos los usuarios con capacidad menor a 15 kW tengan medidores inteligentes.

La empresa de distribución recupera la inversión a través de un cargo en la cuenta.

Tipo de contador	Precio €/mes
Contador simple tarifa sin posibilidad de telegestión	0,54
Contadores con discriminación horaria sin posibilidad de telegestión	1,11
Contadores electrónicos monofásicos con discriminación horaria y con posibilidad de telegestión para consumidores domésticos	0,81
Contadores electrónicos trifásicos con discriminación horaria y con posibilidad de telegestión	1,36

Fuentes:

[Red Eléctrica de España](#)

[Secretaría de Estado de Energía](#)

Controlas tu Energía, [Conceptos por lo que pago en mi factura de electricidad](#)



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



ESPAÑA



IMPORTANCIA DE LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

En sus 11 años, el proceso no ha estado exento de polémicas, en las que tanto las empresas como el gobierno, se han hecho parte para entregar información de la forma más adecuada

- Iberdrola ya tiene 10,6 millones (el 99,9% del total); Endesa, 11,4 millones (97,5%) y Unión Fenosa Distribución, 3,55 millones (98%). Edp unos 654.000 (98%) y Viesgo, 688.035 (100%)
- Ni el retiro del antiguo ni la instalación del nuevo tiene costo alguno para el usuario. Pero sí el arriendo y mantenimiento, que antes era de 0,54 euros al mes, y ahora asciende a 0,81 euros.

ENERGÍA

España ya mide la luz con contadores inteligentes

Casi todos los hogares españoles tienen integrados estos aparatos que miden de forma remota el consumo eléctrico

En algunos casos es necesario aumentar la potencia contratada para evitar cortes del suministro

ENERGÍA

6 falsos mitos sobre los contadores inteligentes

Mitos y verdades de los contadores inteligentes

Mitos y verdades de los contadores inteligentes

Los contadores inteligentes aportan una mejor calidad del servicio así como una lectura de consumo más ágil que los analógicos, ofreciendo información a tiempo real y permitiendo realizar operaciones a distancia.

Fuentes:

El Mundo, [Mitos y verdades de los contadores inteligentes](#)

El País, [6 falsos mitos sobre los contadores inteligentes](#)

El Periodico, [España a mide luz con contadores inteligentes](#)



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



REINO UNIDO

Department for Business, Energy & Industrial Strategy UK Government



Es una política de gobierno que considera los siguientes aspectos:

- ✓ Administrar uso de energía por parte del usuario
- ✓ Ahorrar dinero en cuentas de energía
- ✓ Reducir emisiones por efecto invernadero
- ✓ Cambiar fácilmente de suministrador de electricidad
- ✓ El costo del equipo va en la tarifa
- ✓ Al 2018 hay más de 12.8 millones medidores inteligentes en Gran Bretaña.

Se estima que:

- El despliegue del medidor inteligente generará un beneficio neto para los consumidores de £ 5,7 mil millones.
- Los medidores inteligentes descontarán £ 300 millones de las facturas de los consumidores en 2020, aumentando a más de £ 1,2 mil millones al año para 2030.
- Se producirá un ahorro anual promedio de £ 47 por hogar.



REINO UNIDO

MEDICIÓN INTELIGENTE



- Se aplica para electricidad, agua y gas
- Permite cambiar de proveedor de servicio
- La información la controla el usuario
- El mismo mito de la contaminación electromagnética. En este caso el gobierno respalda la no existencia del tal fenómeno
- Incremento de 11 libras esterlinas al año proyectado para el 2020, equivalente a 784 pesos mensuales en Chile
- En Reino Unido se tiene un ahorro de 6.1% en uso de gas y 3.2% en electricidad

ESTRATEGIAS DE COMUNICACIÓN

The campaigning for a smarter Britain

Se generó una campaña con el fin de informar y educar a la población respecto a todos los conceptos relacionados con medición inteligente, ya que también se incluyen otros servicios y el objetivo es el recambio tecnológico en todo el territorio.

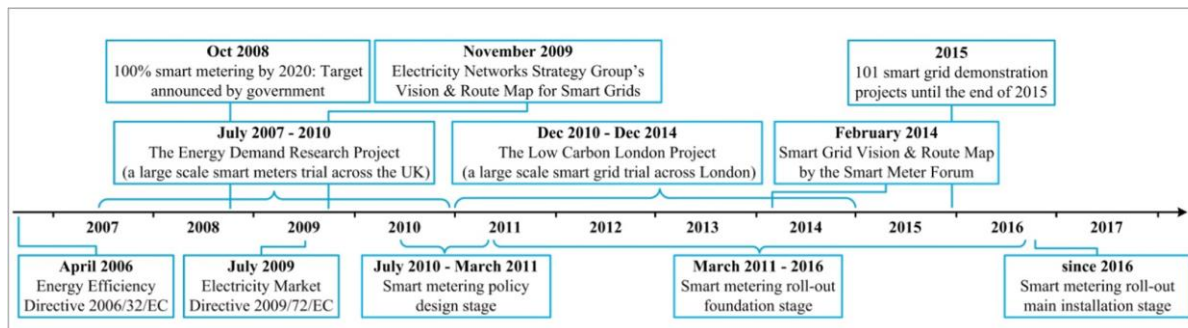




Chronological timeline of the Smart Meter Implementation Programme in the UK*.

Date	Events	Phases
2006	Ofgem consultation on smart meters	2006-2009 Consultation and Pilot
2006	EU Energy End-Use Efficiency and Energy Services Directive	
2006	Government announced: Energy suppliers to conduct a pilot study of feedback devices such as 'smart' energy meters	
2006	Ofgem review: International experience of smart metering	2010-2011 Policy Design
2007	Re-election of Labour Party	
2007	Government consultation: Views on full roll-out of smart meters	
2008	Government announced: Rollout of smart meters to all households	2011-2016 Foundation
2009	DECC Impact Assessment of GB-wide rollout of smart meters	
2009	Government consultation of different implementation models	
2009	European Commission Directive 2009/72/EC	2016-2020 Main Installation
2009	DECC announcement: Have smart meters in all homes in Great Britain by 2020	
2010	DECC prospectus for the Smart Metering Implementation Programme	
2010	General election leads to coalition government of Conservative and Liberal Democrats	2016-2020 Main Installation
2011	Government announcement: Start mass rollout in 2014 – Completion in 2019	
2011	Suppliers start to install 'smart meters'	
2011	National Audit Office & Public Accounts Committee carries out review	2016-2020 Main Installation
2012	DECC Consumer Engagement Strategy Consultation	
2012	Public Accounts Committee Second review	
2013	Government review of the programme: Delay	2016-2020 Main Installation
2013	Launch of Smart Energy GB	
2013	Smart Meter Central Delivery (SMCDB) starts operation	
2013	DECC appointed: Data and Communications Company	2016-2020 Main Installation
2014	Second enquiry from the National Audit Office	
2014	Delay of smart meter rollout	
2015	Energy and Climate Change Committee enquiry and report on rollout	2016-2020 Main Installation
2015	Smart metering Early Learning Project: Synthesis report	
2015	Conservatives win general election	
2016	Science and Technology Committee enquiry and report on rollout	2016-2020 Main Installation
2016	Start of main rollout	
2016		

Note: Ofgem = Office of Gas and Electricity Markets. EU = European Union. GB = Great Britain. DECC = Department of Energy and Climate Change. *Although it is being implemented within the UK, the smart meter rollout is only occurring across England, Scotland and Wales, and not Northern Ireland.





MEDICIÓN INTELIGENTE: Beneficios Identificados

Environmental benefits	1) Carbon savings	Strengthening the economy	29) Billion in net benefits to the economy
	2) Drive uptake of RE		30) Remote meter readings, avoid home calls
	3) Reduce demand for heat		31) Future innovation
	4) Support distributed and renewable energy generation 5) Move to electric vehicles		32) Drive a more vibrant and competitive market 33) New products and services
Consumer empowerment	6) Bring down costs of pre-payment meters	Reliability and efficiency of grid	34) Smarter energy market
	7) Help consumer to budget		35) Deployment smart appliances industry
	8) Increase energy efficiency awareness		36) Creation of jobs
	9) Provide real time information on energy costs		37) Energy networks plan and manage their activities
	10) Make energy use visible		38) Access to a full range of energy management tools
	11) Provide information to make informed choices		39) Demand side management
	12) Energy bills accurate		40) Reduce peak loads via time of day tariffs
	13) Saving energy		41) Network reinforcement and peak generation avoided
	14) Manage/ control energy use		42) Advanced management techniques
	15) Avoid wasting energy		43) Automated demand side response
	16) Customers install micro-generation		44) Consumers more flexible and responsive to market signals
	17) Smoother switching between suppliers		45) Smart grid enabled by smart meter
	18) Customers save money		46) Enhanced monitoring flow across the network
	19) Changing the way, we think about energy		47) Deal with intermittence
	20) Help vulnerable customers		48) Improved network efficiencies
	21) Consumer more active role in the energy system		49) Avoid the need to invest in additional network
	22) Reduce energy consumption		50) Avoid the need to invest generation capacity
	23) Turning off non-essential electrical appliances		51) Generation capacity to meet peak demand
	24) Consumers take advantage of lower price periods		52) Incentives to use energy away at peak times
	25) Better services from energy companies		53) Reduce pressure on system
	26) Wide range of tariffs from suppliers		54) Network operators understand loads on infrastructure
	27) Suppliers to offer more cost-effective tariffs		55) Network operators plan investments
	28) One day switching		56) Network operators respond faster to supply loss



MEDICIÓN INTELIGENTE: Resistencias identificadas

Dimensión	Barrera	Explicación
Técnica	Rango limitado	Medidores disfuncionales en viviendas sociales y áreas rurales
	Mal funcionamiento	Problemas técnicos en el software relacionados con la estimación de energía, medición y facturación, así como fallas con IHD y fallas de instalación
	Incompatibilidad entre suministradores	Requisitos de que los consumidores compren un nuevo medidor si cambian de proveedor o incluso alteran sus tarifas a los proveedores existentes
	Hackeo y ciber terrorismo	Preocupaciones sobre la accesibilidad de la información personal o sabotaje intencional
Vulnerabilidad y pobreza	Desconocimiento en el consumidor	Confusión sobre el uso adecuado de medidores inteligentes entre la población de ancianos, pobres o que no hablan inglés
	Carga financiera	Gastos de instalación de los medidores inteligentes
	Sector periféricos	Marginación de sectores rurales
	Externalidades	Desechos electrónicos
Resistencia del consumidor	Desafíos	Usuarios que ingresan datos falsos o malversan intencionalmente su medidor inteligente
	Privacidad	Percepciones de que los medidores inteligentes extienden intereses competitivos (empresas/servicios públicos) en el hogar o permiten la vigilancia del gobierno
	Salud	Las creencias de que las redes inalámbricas de medidores inteligentes pueden exponer a las personas a campos electromagnéticos
	Apatía	Consumidores que expresan desinterés o apatía con medidores inteligentes, con poca preocupación por monitorear o reducir el uso de energía.



MEDICIÓN INTELIGENTE Estado actual

Meters operated as at 31 December 2018 (large and small suppliers)	millions		
	Domestic	Non-domestic	All
Smart meters	12.65	0.07	12.72
Advanced meters	-	1.04	1.04
All smart and advanced meters	12.65	1.12	13.76

Figure 1: Annual domestic installation activity for large and small energy suppliers

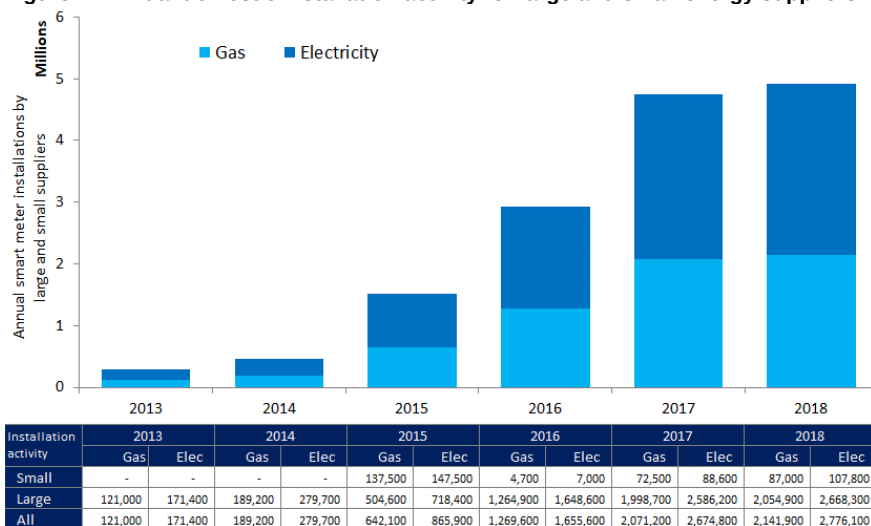
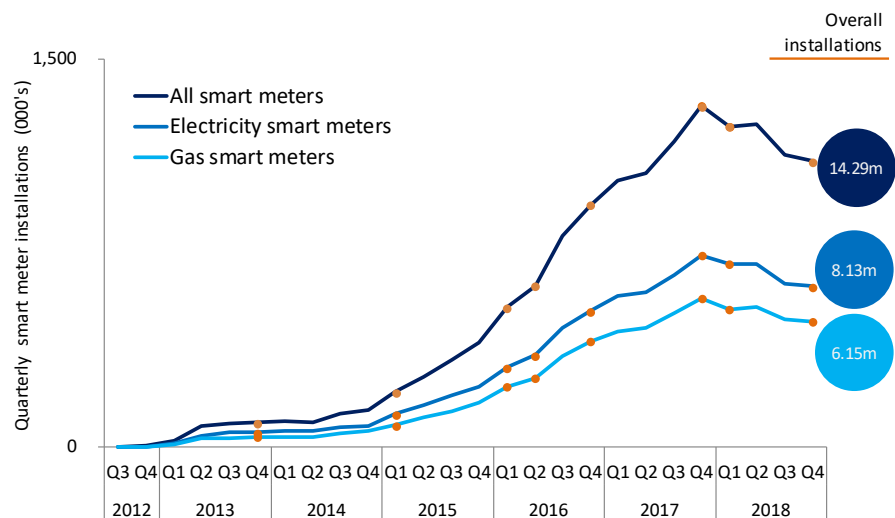


Figure 2: Quarterly domestic installation activity for large energy suppliers

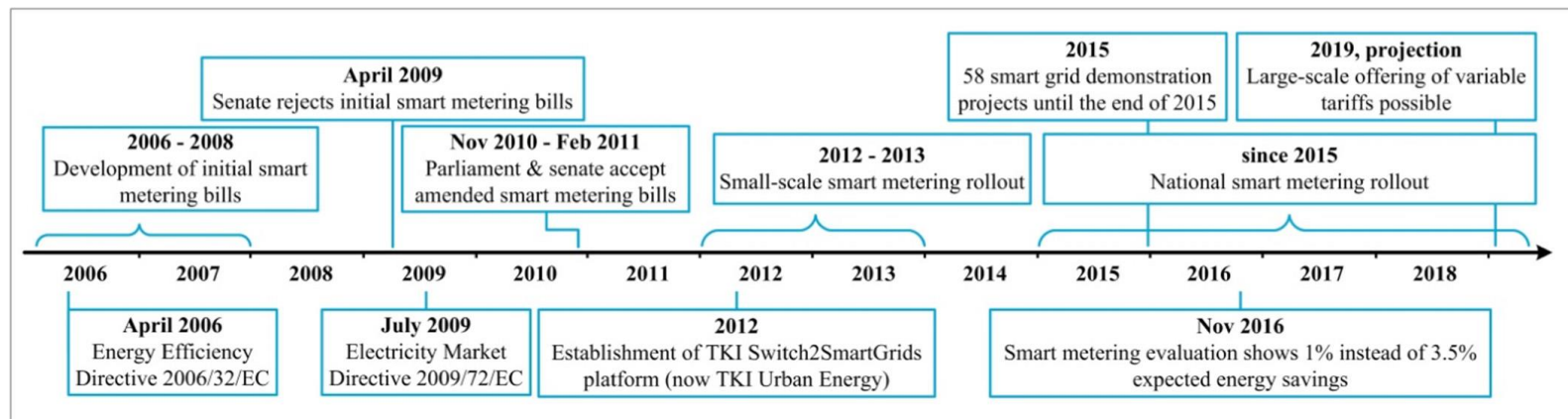




Plan of Action Energy Saving in Built Environment

Ministry of the Interior and Kingdom Relations
Ministry of Economic Affairs, Agriculture and Innovation

- Los segmentos generación y distribución fueron separados a partir del 1998. Los operadores de sistemas de distribución actúan como organizaciones públicas a partir del 2009.
- El cambio a medidores inteligentes comenzó a prepararse en el año 2006
- Entre el año 2006 y 2011 hubo controversias en relación a la obligatoriedad y uso de los datos
- Finalmente se optó por la voluntariedad y que el usuario eligiera la forma en que haría uso de los datos

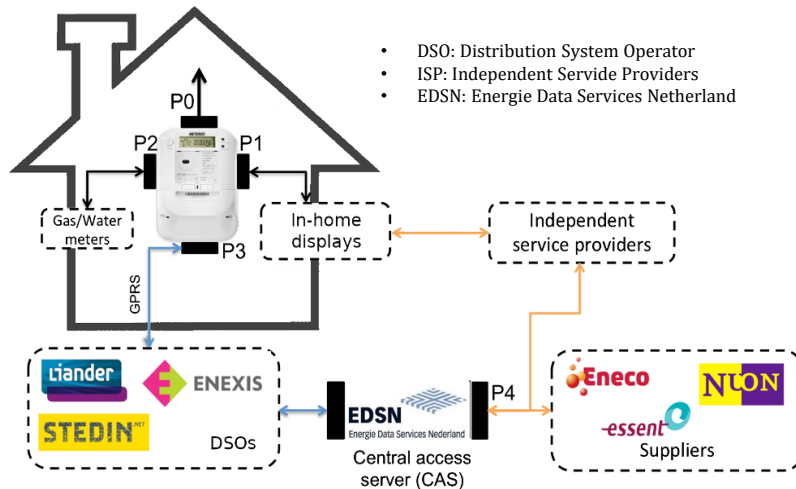




HOLANDA

MEDICIÓN INTELIGENTE

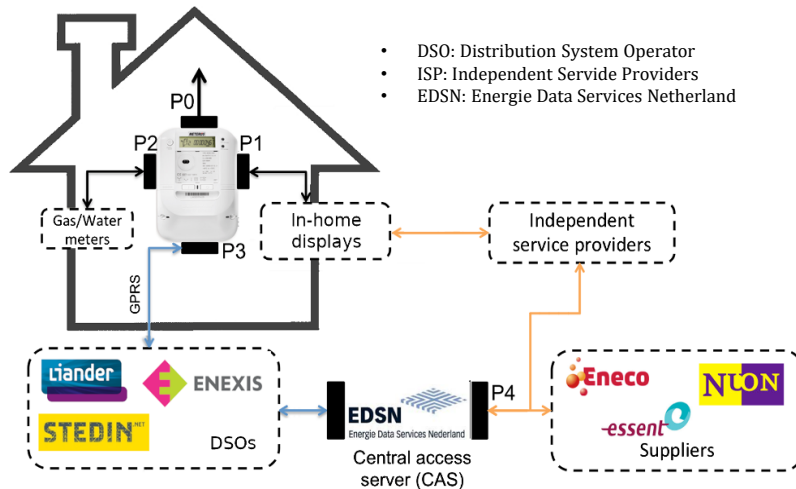
Políticas y sistema aplicado en Holanda



- ✓ Se utiliza para gas y electricidad
- ✓ DSOs: instalan medidores y recolectan mediciones
- ✓ Existen suministradores de energía que interactúan con el consumidor
- ✓ Los ISPs ofrecen servicios adicionales a partir de las mediciones
- ✓ EDSN regula flujo de información entre DSOs y los ISPs
- ✓ Estos tres agentes existían antes del recambio de medidores
- ✓ Está prohibida la desconexión remota por seguridad
- ✓ Existe un código de conducta que deben cumplir los DSOs para el manejo de información
 - Operar la red como mandato principal
 - Asegurar el adecuado funcionamiento de la red
 - Asegurar el anonimato de los datos para innovación e investigación
 - Proveer información adecuada a los ISPs y Comercializadores

MEDICIÓN INTELIGENTE

Políticas y sistema aplicado en Holanda

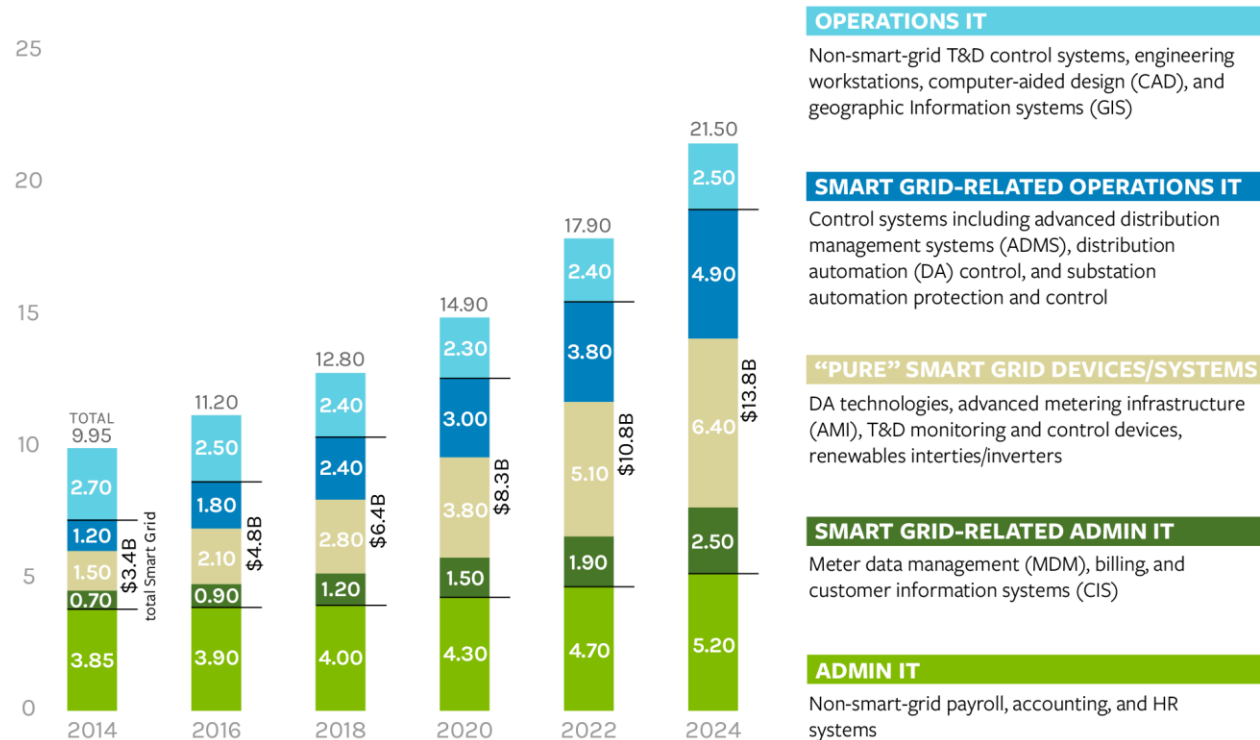


Beneficios reconocidos en la discusión pública:

- Para el DSO es posible tener un monitoreo más eficiente de la red
- Reducción de costos de lectura
- Reducir fraude
- Entregar herramientas a los usuarios para que utilicen de mejor manera la energía, principalmente reducir consumo en horario punta



FIGURE 4. ANNUAL SMART GRID INVESTMENT (OF TOTAL GRID INFORMATION AND CONTROL TECHNOLOGY INVESTMENT)





ESTADOS UNIDOS

47% OF TOTAL U.S. CUSTOMERS (70.8M) HAVE ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE (AMI), 2016

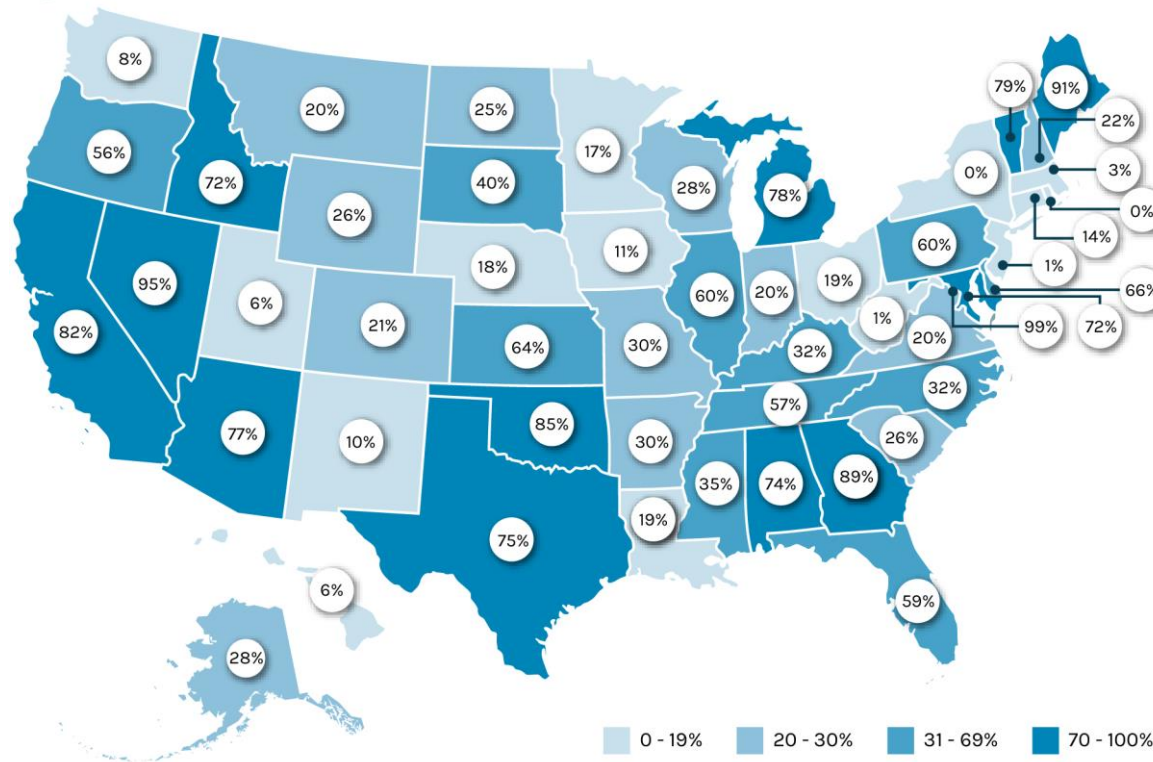
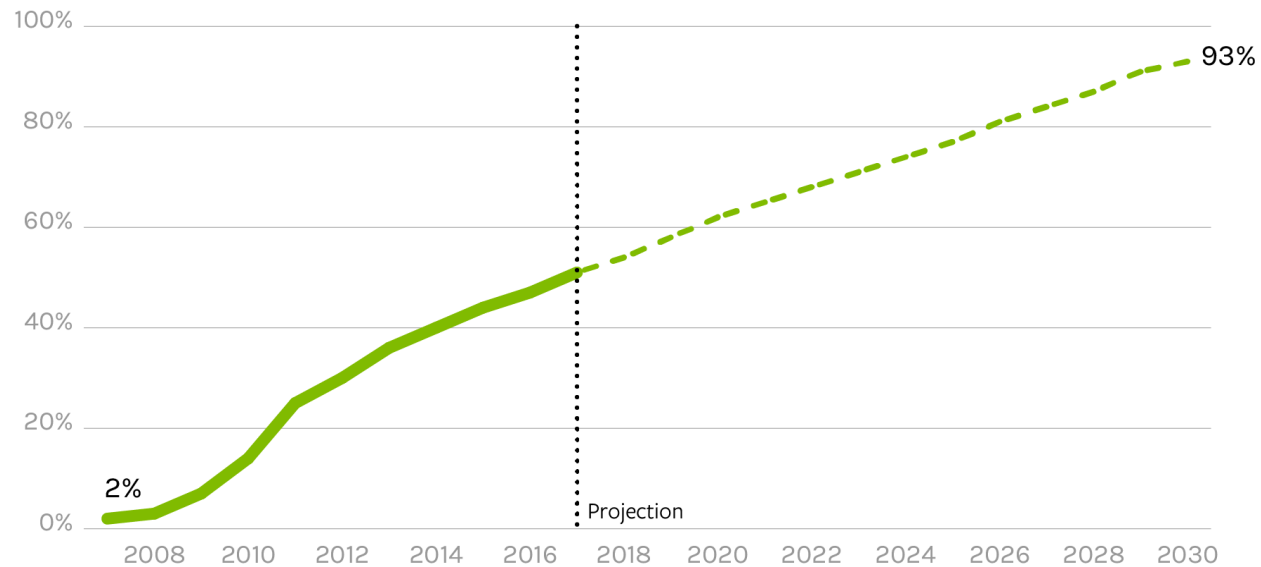




FIGURE 10. GROWTH IN U.S. CUSTOMERS WITH ADVANCED METERING INFRASTRUCTURE (AMI), 2007-2030



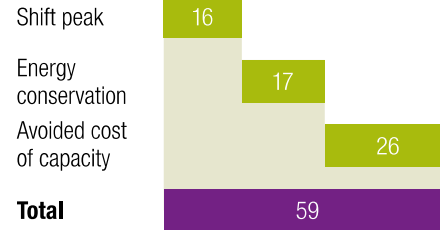


ESTADOS UNIDOS

Smart grid benefits by 2019

\$ Billions annually, 2009 dollars

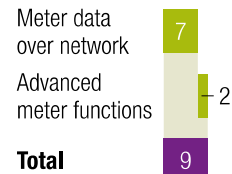
Customer applications



Description of benefits

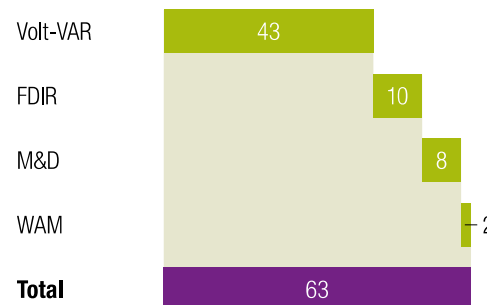
- Shifting demand away from the peak lowers peak prices
- Demand-side management programs aim to reduce energy consumption by customers and the number of KWh that need to be generated
- Decrease in peak and energy consumption reduces need for new power plants in the future, resulting in an avoided cost of capacity

AMI



- Automated meters eliminate the need for manual meter reading and meter reading equipment
- Operational and billing benefits from remote disconnection/connection

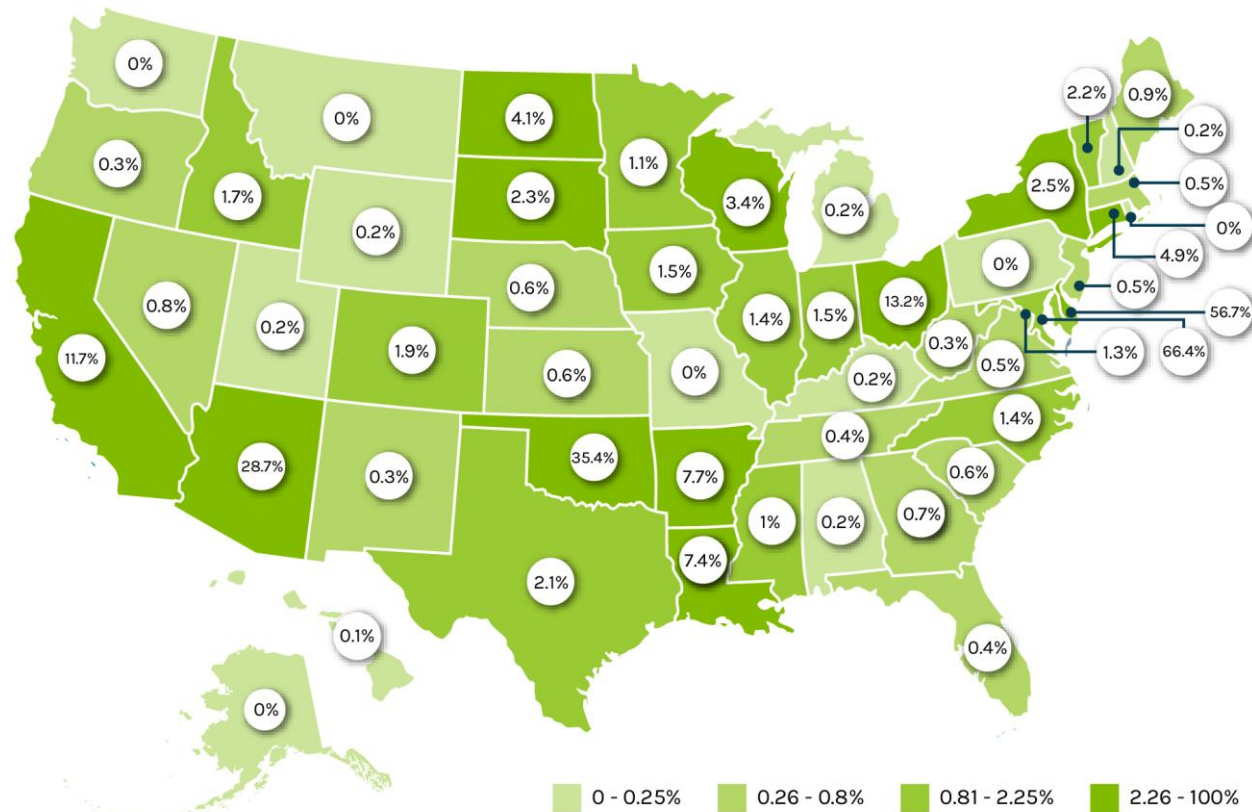
Grid applications



- Volt-VAR increases energy efficiency through conservation voltage reduction (CVR)
- Fault detection, isolation and restoration (FDIR) reduces outage time through automated switching
- Monitoring and diagnostics (M&D) reduces inspection and maintenance costs; provides early warning of potential failures
- Wide area measurement (WAM) increases transmission throughput



FIGURE 15. PERCENT OF U.S. CUSTOMERS WITH DYNAMIC PRICING BY STATE, 2016



Source: EIA, "Electric power sales, revenue, and energy efficiency: Form EIA-861," 2016 data; includes customers participating in one of the following pricing programs: Real time, Time of Use, Variable Peak, Critical Peak, Critical Rebate Pricing.



Programa de Redes Eléctricas Inteligentes (REI) 2017 - 2024

Secretaría de Energía, Gobierno de México

Antecedentes:

- 2012 - 2014 Mapa de Ruta Regulatorio para la Implementación de las REI en México
- 2013 - 2018 Implementación de diversos programas en relación al REI.

Motivaciones:

- ✓ Calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del servicio público
- ✓ Calidad de Servicio
- ✓ Eficiencia Energética
- ✓ Pérdida de Energía
- ✓ Operación Eficiente SEN
- ✓ Energías Limpias
- ✓ Participación de usuarios en gestión del sistema
- ✓ Provisión de servicios adicionales





UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

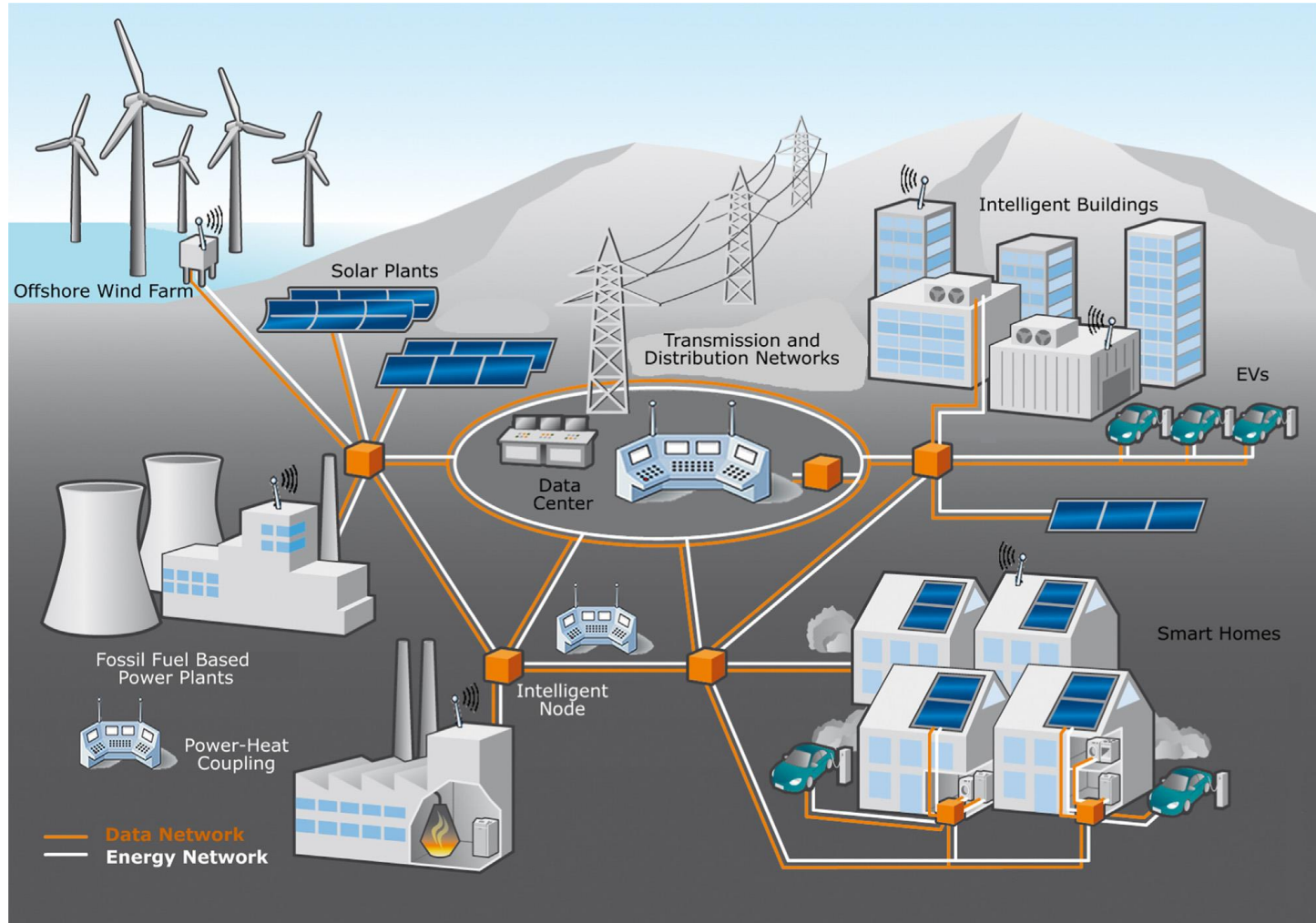


BRASIL

- No existe separación de actores como en la Unión Europea
- Los responsables del cambio de medidores son los suministradores de energía
- El motor principal del recambio es reducir las pérdidas, que para el 2014 alcanzaron un 17.5%. En la Unión Europea el cambio a medidor inteligente se basa en estrategias para reducir el cambio climático y el desarrollo de redes inteligentes
- Solo se consideró la opinión del regulador técnico y no de otros actores como si lo hizo la Unión Europea
- La ANEEL (National Electricity Regulator) se encargó del programa de recambio y solo considera el servicio de electricidad (Norma Técnica: ANEEL's Public Hearing 043/2010). Esto podría poner en riesgo la interoperabilidad de las redes inteligentes (gas, agua y electricidad).
- Se implementaron tarifas flexibles en 2012

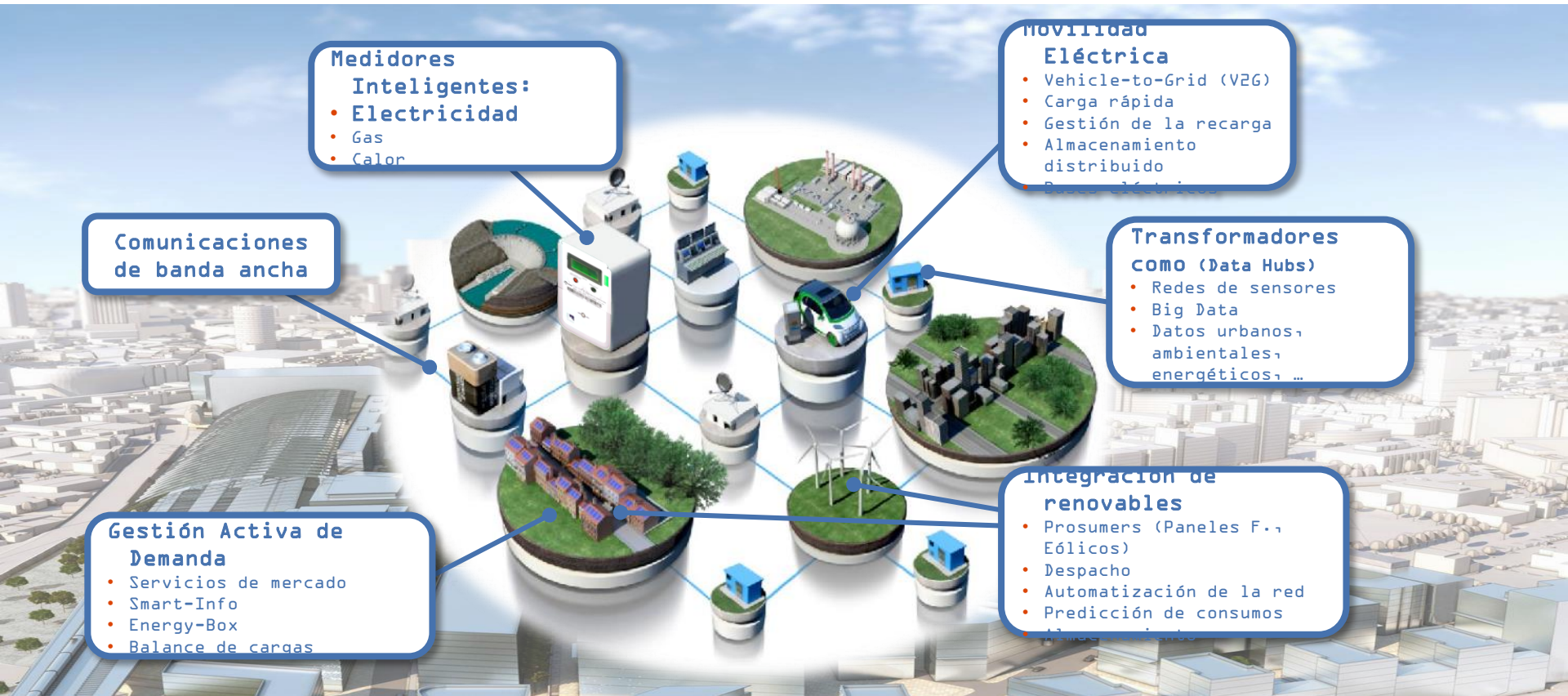


- **Existen dos tipos de medidores a instalar:**
 - Tipo B: para usuarios del tipo residencial, comercial, industrial y rural conectado en baja tensión, y que además que opten a la tarifa flexible. En este caso la empresa suministradora provee los equipos sin costo inicial. El medidor debe entregar el consumo acumulado, el obtenido en cuatro períodos horarios y el costo de energía por hora.
 - El otro tipo de medidor tiene más funcionalidades y provee información, tales como: voltaje y corriente, consumo, precios para tarifas flexibles, fecha y duración de interrupciones, índices de estabilidad de tensión de la red.
 - Un usuario puede optar a alguno de los dos medidores y funcionalidades, pero para cualquier caso especial, debe cancelar la diferencia entre uno y otro.
- La voluntariedad tiene como consecuencia generar incertidumbre en las inversiones que realiza el suministrador de electricidad
- **Existen 24.200 medidores inteligentes instalados en diferentes estados.**
- Resulta necesario involucrar al resto de los ministerios y no solo el relacionado con energía.





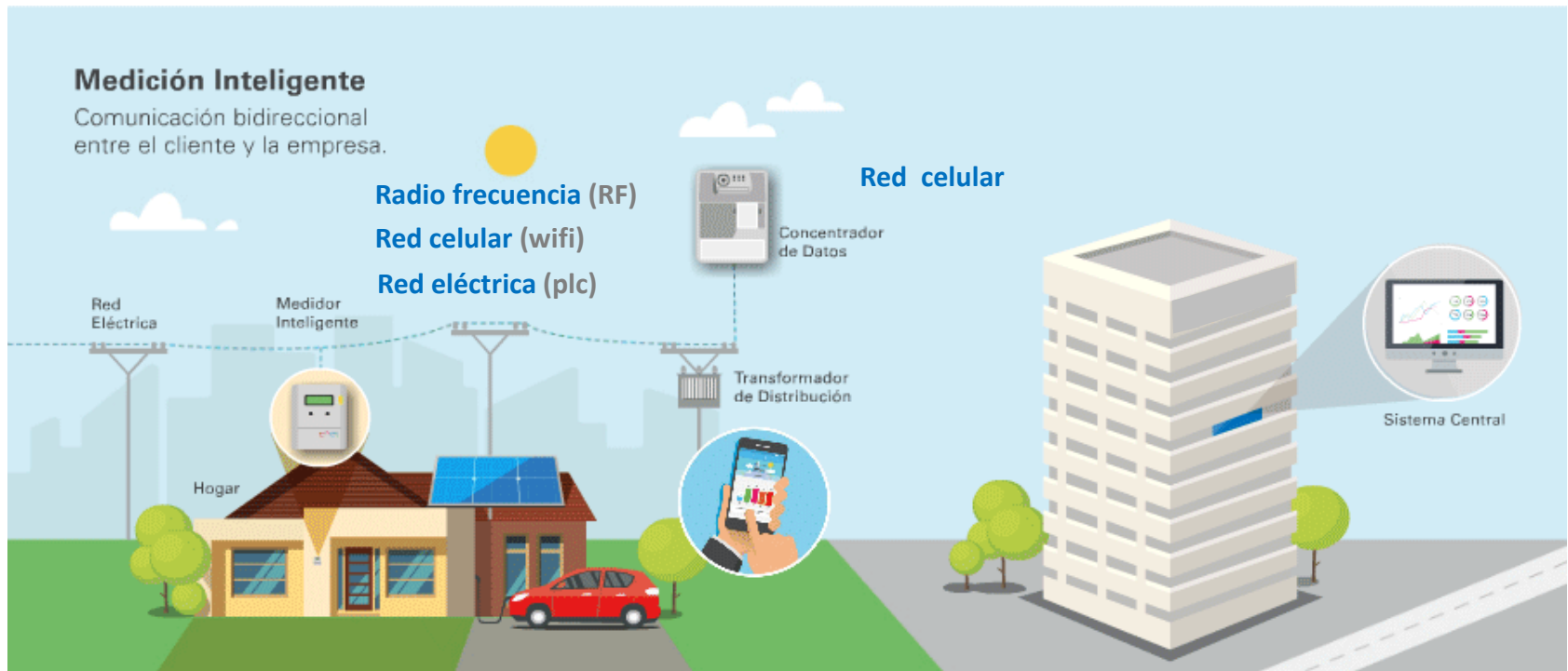
El Medidor Inteligente es el primer paso para una Ciudad Inteligente





SOLUCIONES POSIBLES

Una solución vía PLC compuesta por **medidores inteligentes**, **concentrador datos**, **estructura de telecomunicaciones** y **sistemas centrales**, con comunicación **bidireccional**.





EFECTO EN LA TARIFA PARA CHILE

Impacto monetario en actualización decreto 11T por el 5T en una tarifa residencia BT1

CARGOS	5T	11T
Administración de Servicio	563,174	580,984
Servicio Publico	0,392	0,392
Transporte	10,258	10,258
Energía	60,102	60,102
Compra de potencia	12,706	12,706
Potencia base componente de Dx	14,931	13,025
TOTAL CUENTA [\$]	18.273	17.948
DIFERENCIA VAD [%]	1,813% (\$ 325)	



Variación por el 15% de recambio al 2019, en base al VAD 2018

País	Valor mensual	Valor anual	Sueldo mínimo	Efecto mensual
España	\$ 636	\$ 7.636	\$ 824.870	0,08%
Chile	\$ 200	\$ 2.400	\$ 301.000	0,07%
Reino Unido	\$ 717	\$ 8.604	\$ 1.141.462	0,06%
Estados Unidos	\$ 276	\$ 3.314	\$ 889.374	0,03%



Comparativo con otros países

Fuentes:

City of Chicago, [Smart Grid for a Smart Chicago](#)
The Guardian (2017), [Scottish Power customers to be hit by 7.8% price hike](#)
Uk Power, [Everything You Need To Know About Energy Smart Meters](#)



MODIFICACIONES ESTRUCTURALES AL SEGMENTO DE DISTRIBUCIÓN

Modelo Actual Sector Distribución

- ✓ Dueño de los Activos
- ✓ Operador de la Red
- ✓ Comercializador de Energía
- ✓ Instalador de Nuevos Empalmes
- ✓ Medidor de consumos
- ✓ Fiscalizador de nuevas obras en la red

Todos los servicios
los tiene una sola
empresa

¿Cómo introducir
competencia en el sector?



¿Una empresa por
cada servicio?

Artículo 72 de la LGSE, obliga
a las instalaciones
de distribución a **coordinarse**



¿Existe la **tecnología** instalada?
¿Es posible **coordinar** hasta el cliente
final?



COSTO DE TARIFA BT1

Costo de Energía + Costo de Transmisión + VAD + IVA = Tarifa Final Mensual

60% a 70%

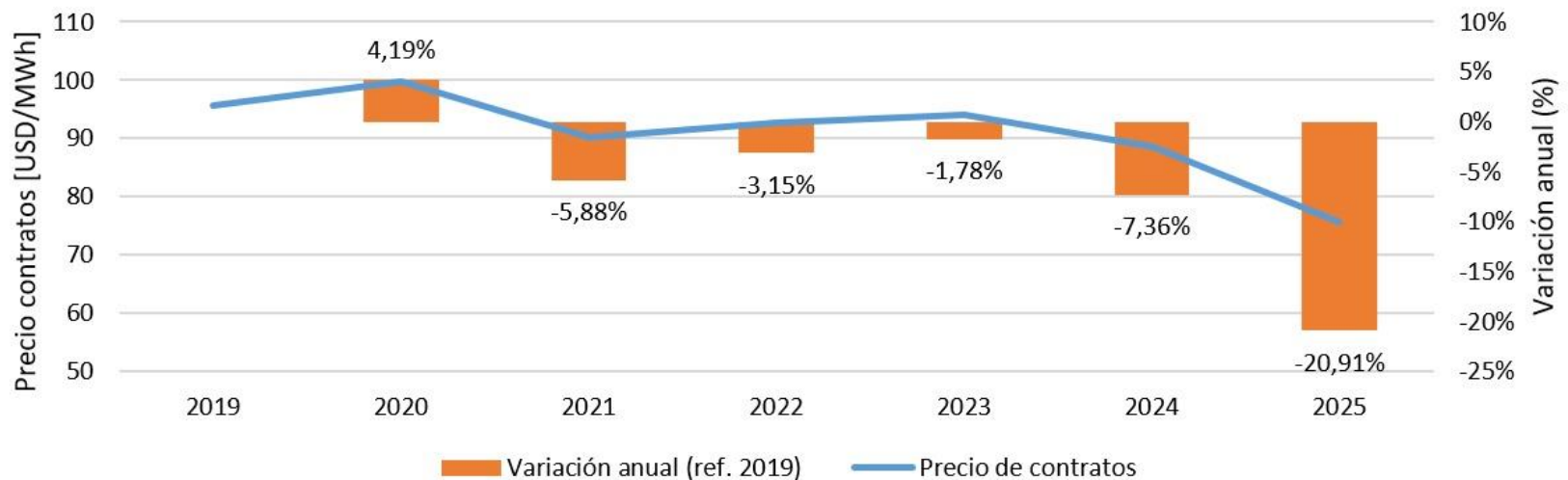
8% a 10%

14% a 19%

16%

100%

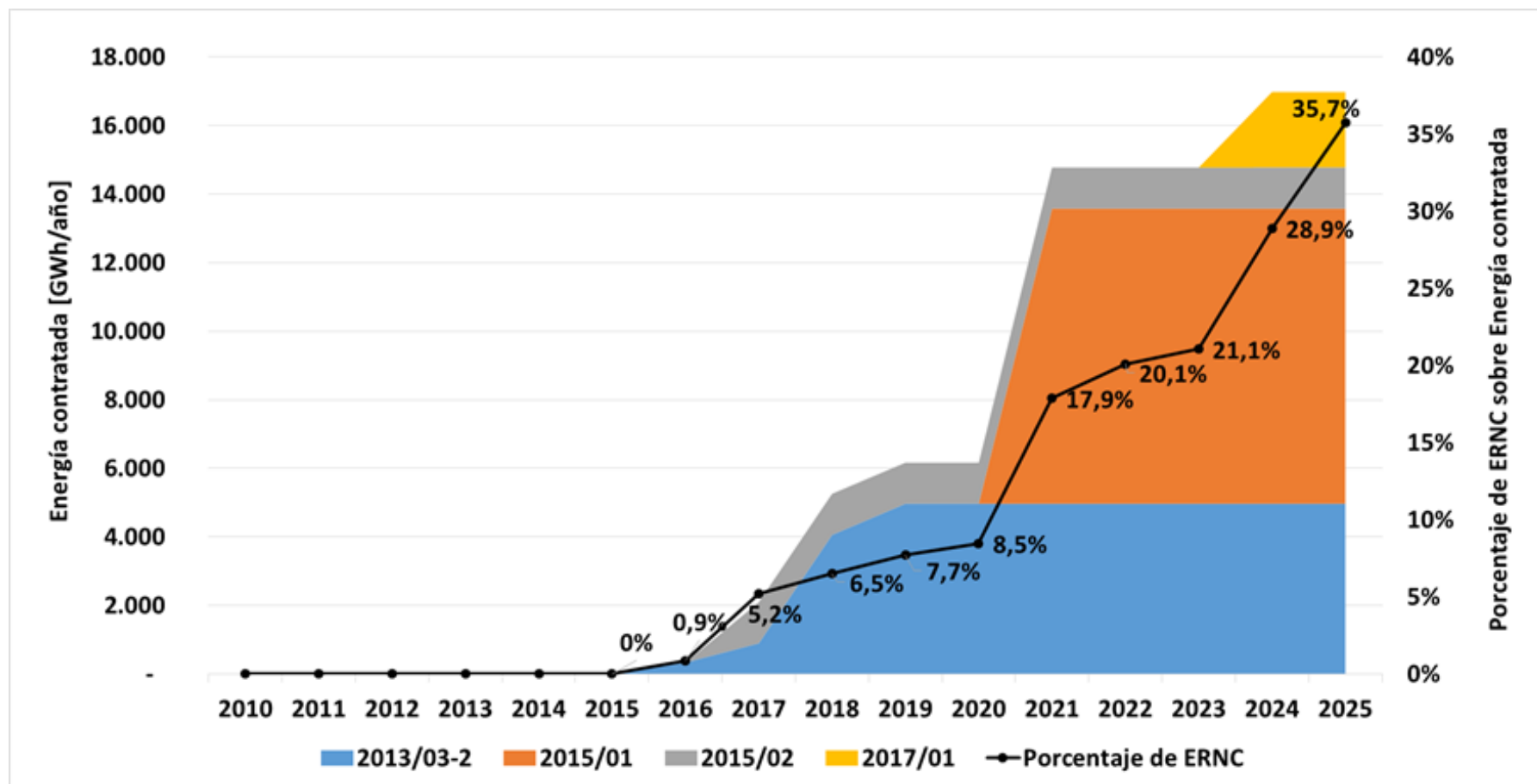
VARIACIÓN CONTRATOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA



Fuente: Elaboración propia

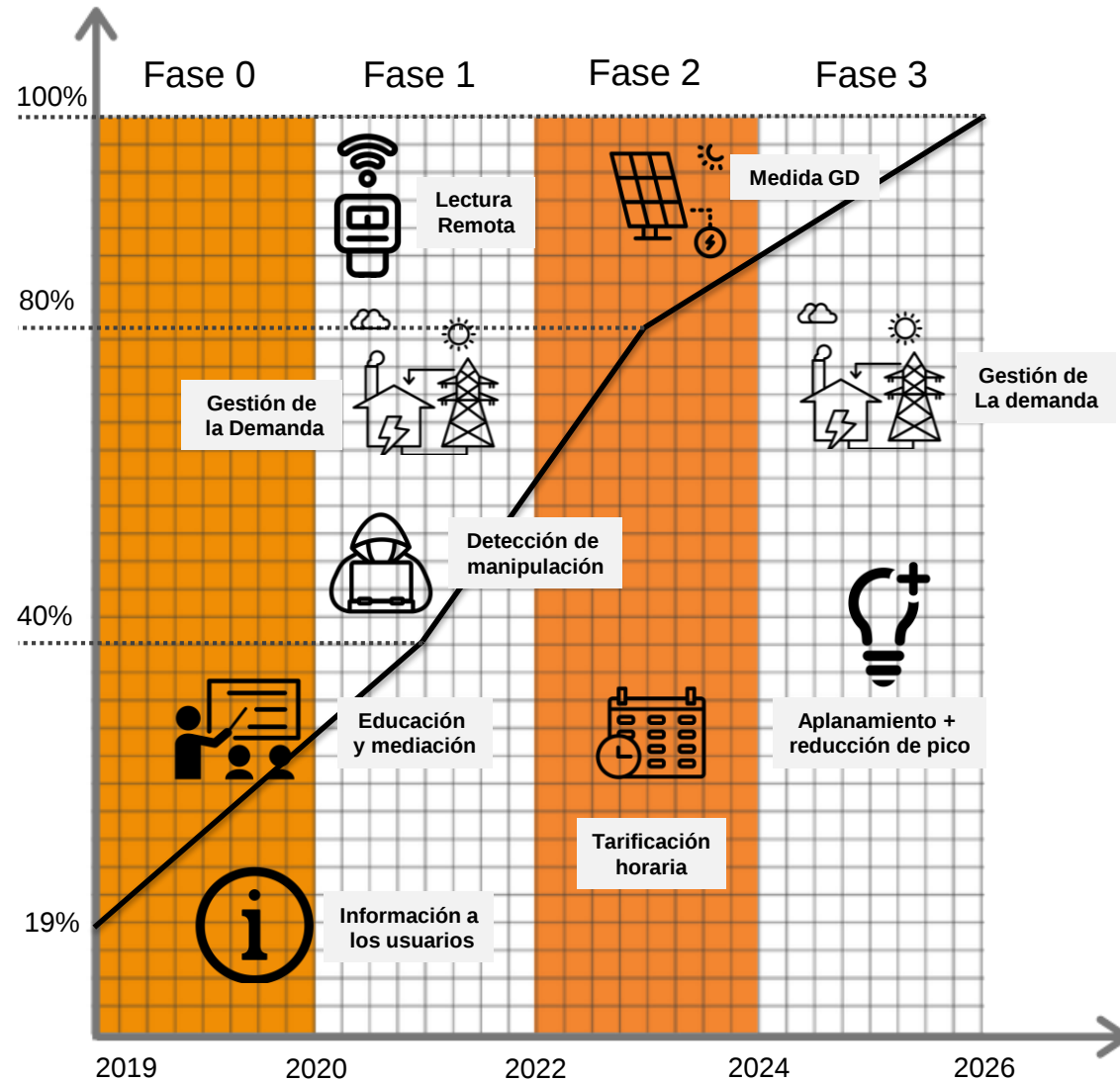


MODIFICACIONES DE LOS CONTRATOS DE SUMINISTRO PONE EN RIESGO MIGRACIÓN HACIA EL USO DE ERNC POR CLIENTES REGULADOS





UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Fuente: Elaboración propia

MEDIATIZACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA



Las Últimas Noticias

@lun

Seguir

¿Dónde van a parar los datos íntimos que captan los medidores inteligentes?

bit.ly/2SWL6tX



7:59 - 12 mar. 2019

- Fuerte mediatización de la política pública y mal manejo comunicacional de la implementación de la medida.
- Acciones reactivas frente al trabajo de los medios de comunicación, lo que produce desconfianza ciudadana del proceso tecnológico.
- Posicionamiento del medidor inteligente vs el sistema de medición, monitoreo y control. Errores de conceptualización muy difíciles de explicar.



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

Dr. Humberto Verdejo Fredes

Humberto.verdejo@usach.cl | 22 718 3359

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Universidad de Santiago de Chile