



**Expo
Eléctrica
INTERNACIONAL®**

Redes Inteligentes

4to Congreso de Eficiencia Energética y Energía Limpias 2024
(CEEEL2024)

Mesa: “Digitalización”



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS

Centro Citibanamex
05 de Junio de 2024

Antecedentes



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS

Antecedentes

Apagones masivos



USA 1965



USA 2003



Italia 2003



Recursos:

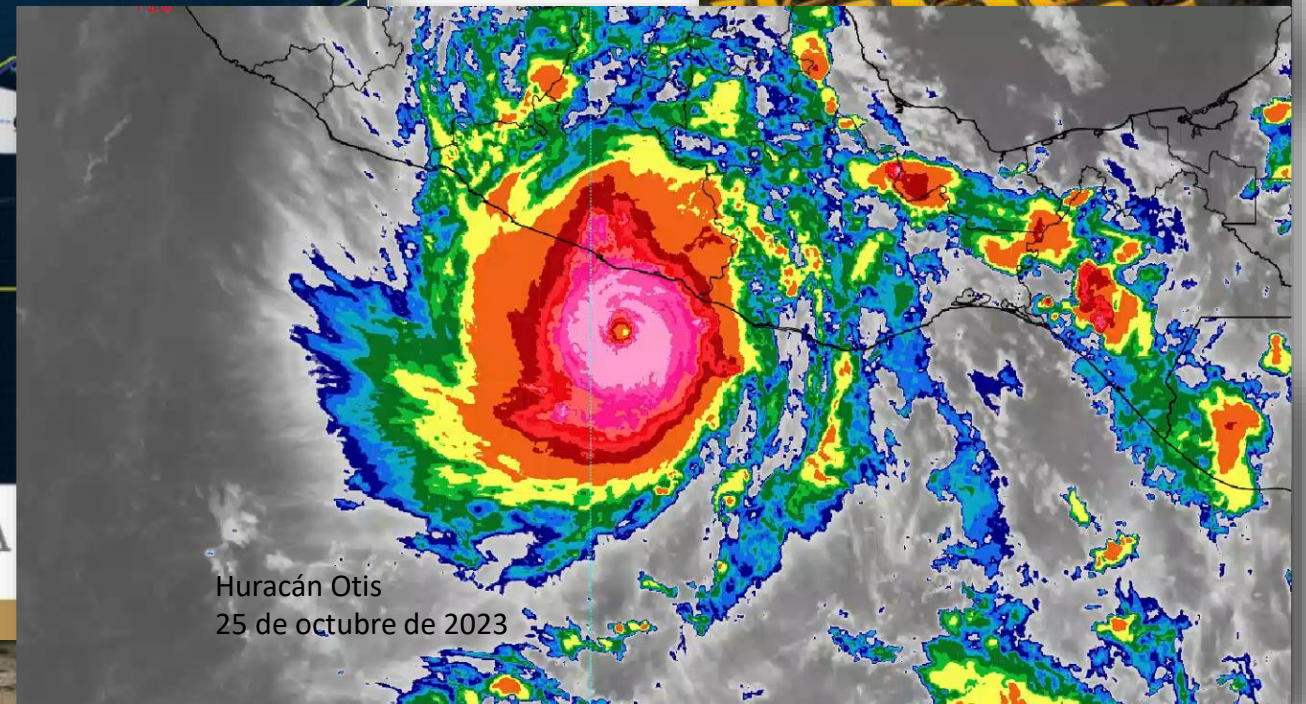
<https://www.theblackoutreport.co.uk/2020/12/07/11-biggest-blackouts/>

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_major_power_outages

<https://www.power-technology.com/features/featurethe-10-worst-blackouts-in-the-last-50-years-4486990/>

Antecedentes

Eventos meteorológicos severos



Antecedentes

El usuario está cambiando:
Integración de Generación Distribuida, Vehículos Eléctricos



BYD Dolphin Mini - desde \$358,800



Antecedentes

Eventos meteorológicos e instalaciones eléctricas



Mayo 2024: Un tornado masivo con múltiples vórtices derriba aerogeneradores y daña casas en Iowa.

Antecedentes

DEMOGRAFÍA

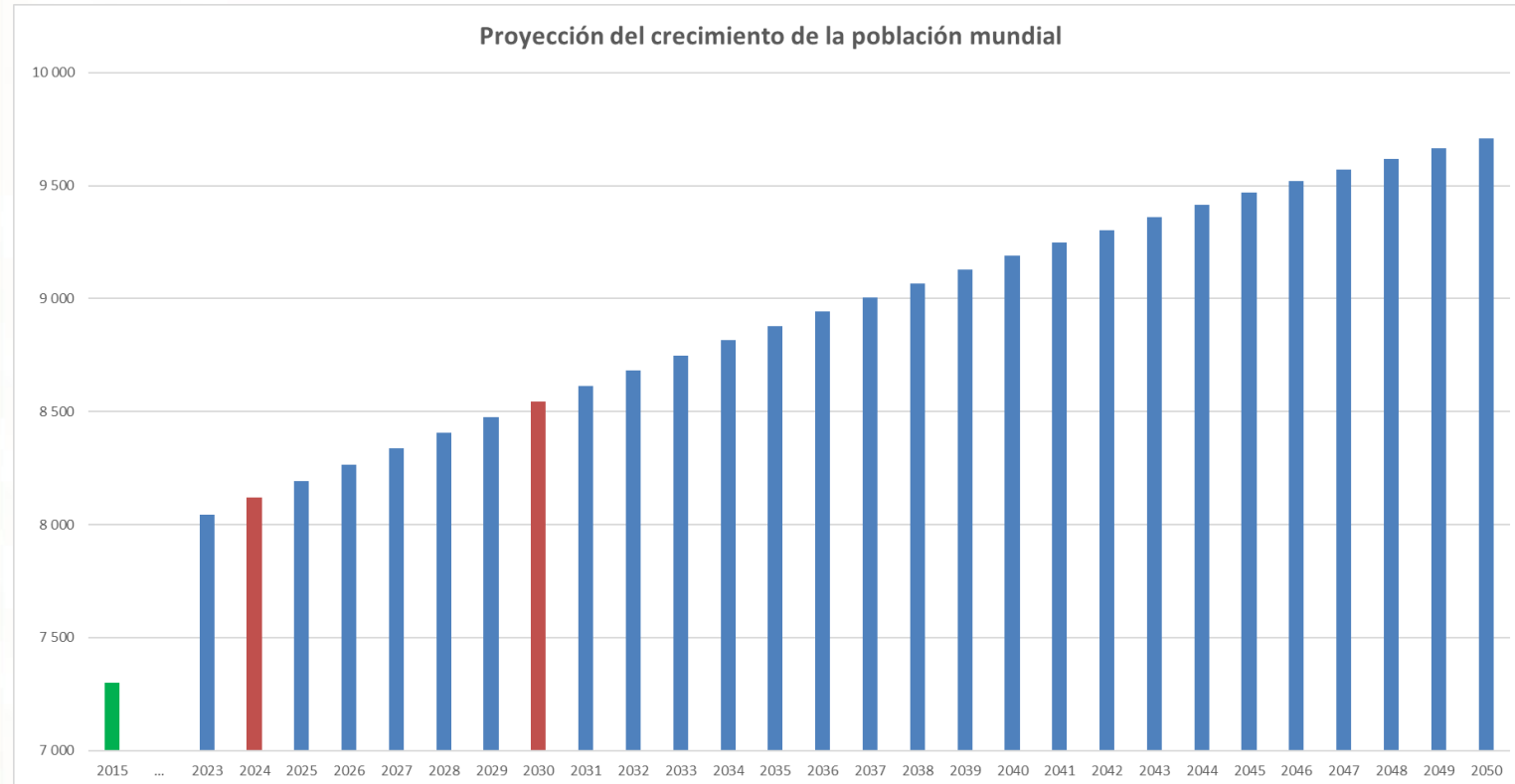
- En 2015 éramos 7,300 millones de personas en el mundo
- En 2024 somos 8,118 millones.
- Para el 2030 seremos 8,500 millones.



Fuente:

Elaboración propia con datos de la ONU: <https://population.un.org/wpp/Download/>

El planeta está cambiando:



Un incremento de 1,200 millones en solo 15 años.

Antecedentes

RECURSOS NATURALES

2 de agosto de 2023



Fuente:
<https://overshoot.footprintnetwork.org/>

El planeta está cambiando:



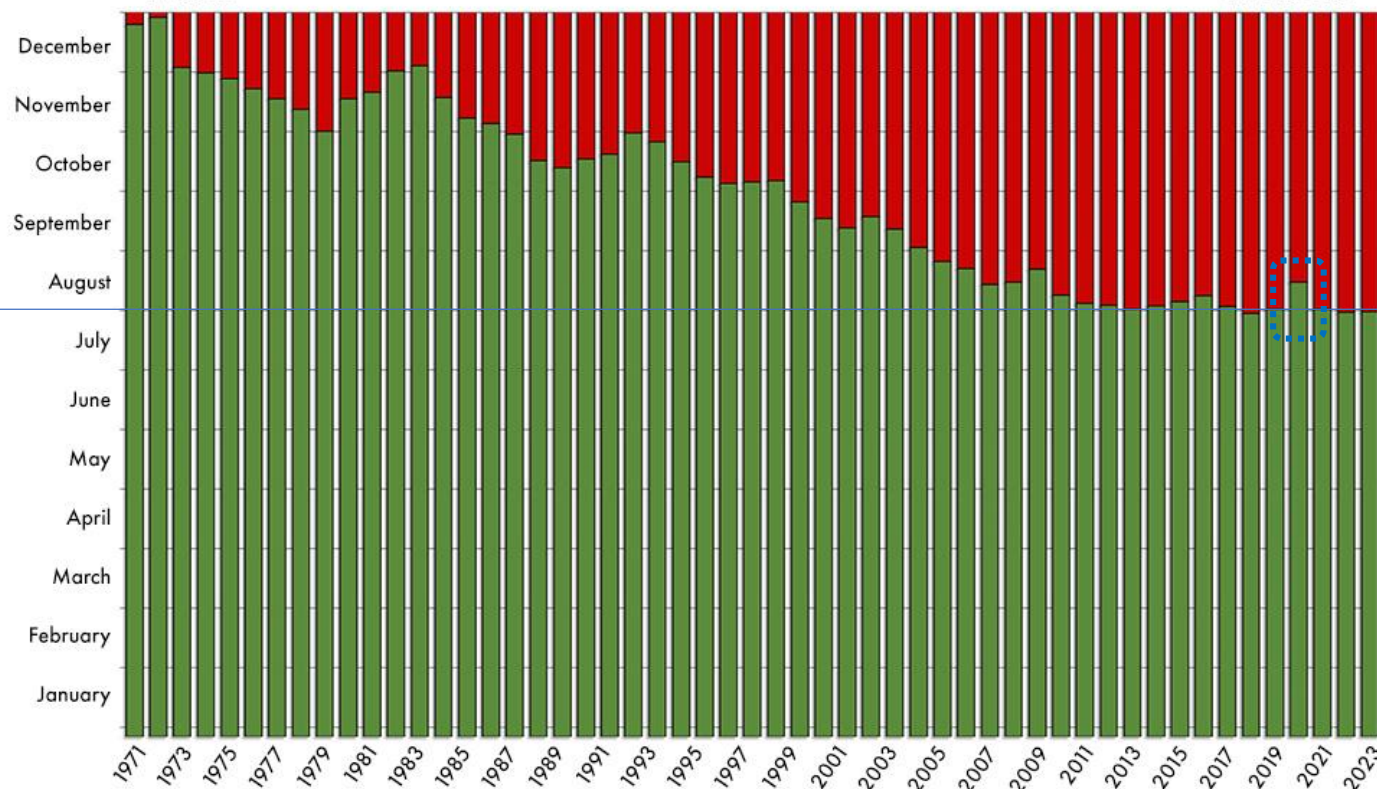
1 Earth

Earth Overshoot Day

1971 - 2023



1.7 Earths



EARTH
OVERSHOOT
DAY



Source: National Footprint and Biocapacity Accounts 2023 Edition
data.footprintnetwork.org

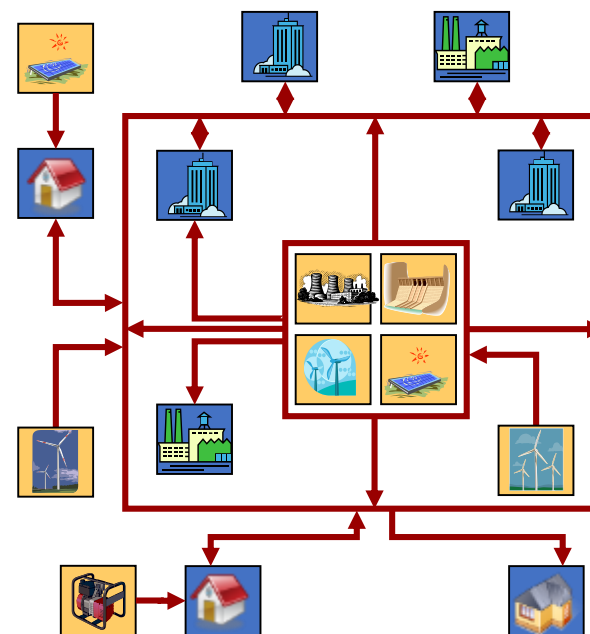
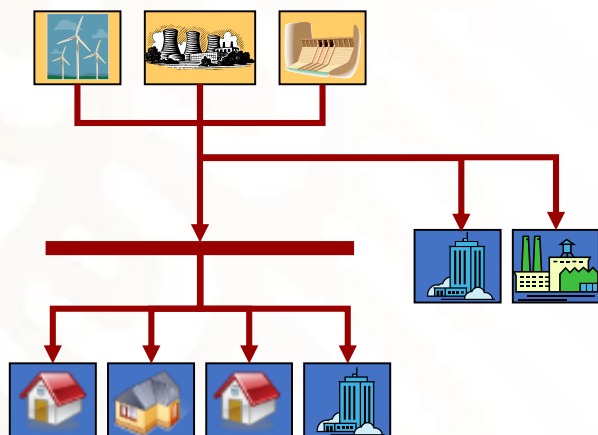
Antecedentes

La red eléctrica está cambiando:

Evolución del Sistema Eléctrico

Redes tradicionales

Redes actuales y futuras



Antecedentes

La red eléctrica está cambiando:

Evolución del Sistema Eléctrico

Redes tradicionales

- Generación concentrada
- Flujo en un solo sentido
- Operación basada en **comportamiento histórico**

Redes actuales y futuras

- Generación concentrada
- Generación distribuida
- Fuentes alternas y renovables
- Flujo en dos sentidos
- Operación basada en **datos adquiridos y procesados en tiempo real**

Antecedentes

Nuevos requerimientos:

- Mayor CONFIABILIDAD.
- Mayor CALIDAD.
- Mejor soporte a la ECONOMÍA.
- Mejor SEGURIDAD.
- Mejor EFICIENCIA ENERGÉTICA.
- Menor IMPACTO AMBIENTAL.
- Más involucramiento/participación del USUARIO FINAL.

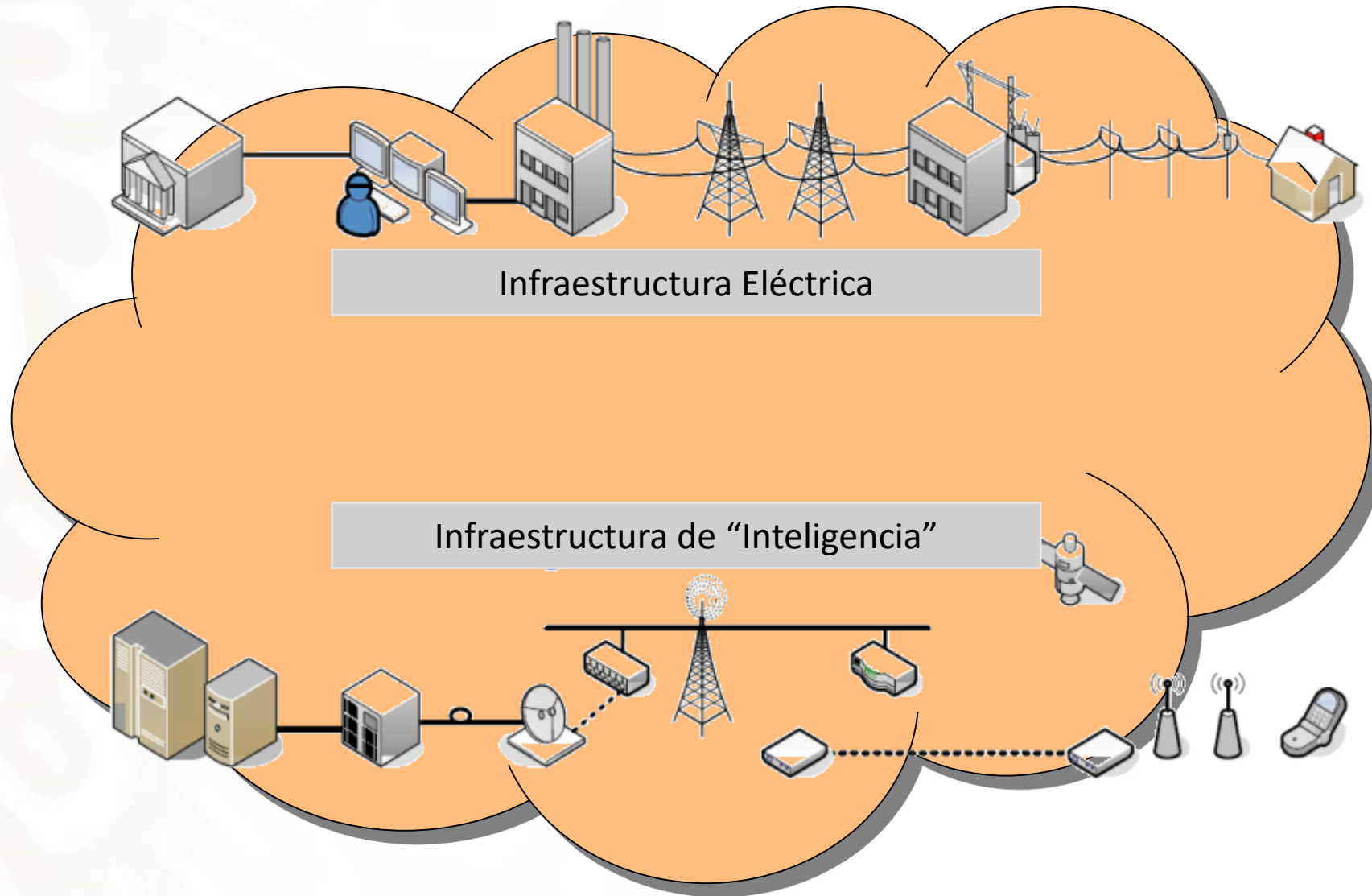


Antecedentes

Una solución:

El concepto de **Red Eléctrica Inteligente** (Smart Grid) especifica la adición de inteligencia y la comunicación digital en dos vías a la red eléctrica para mejorar significativamente la eficiencia del sistema, la confiabilidad y la seguridad.

Antecedentes



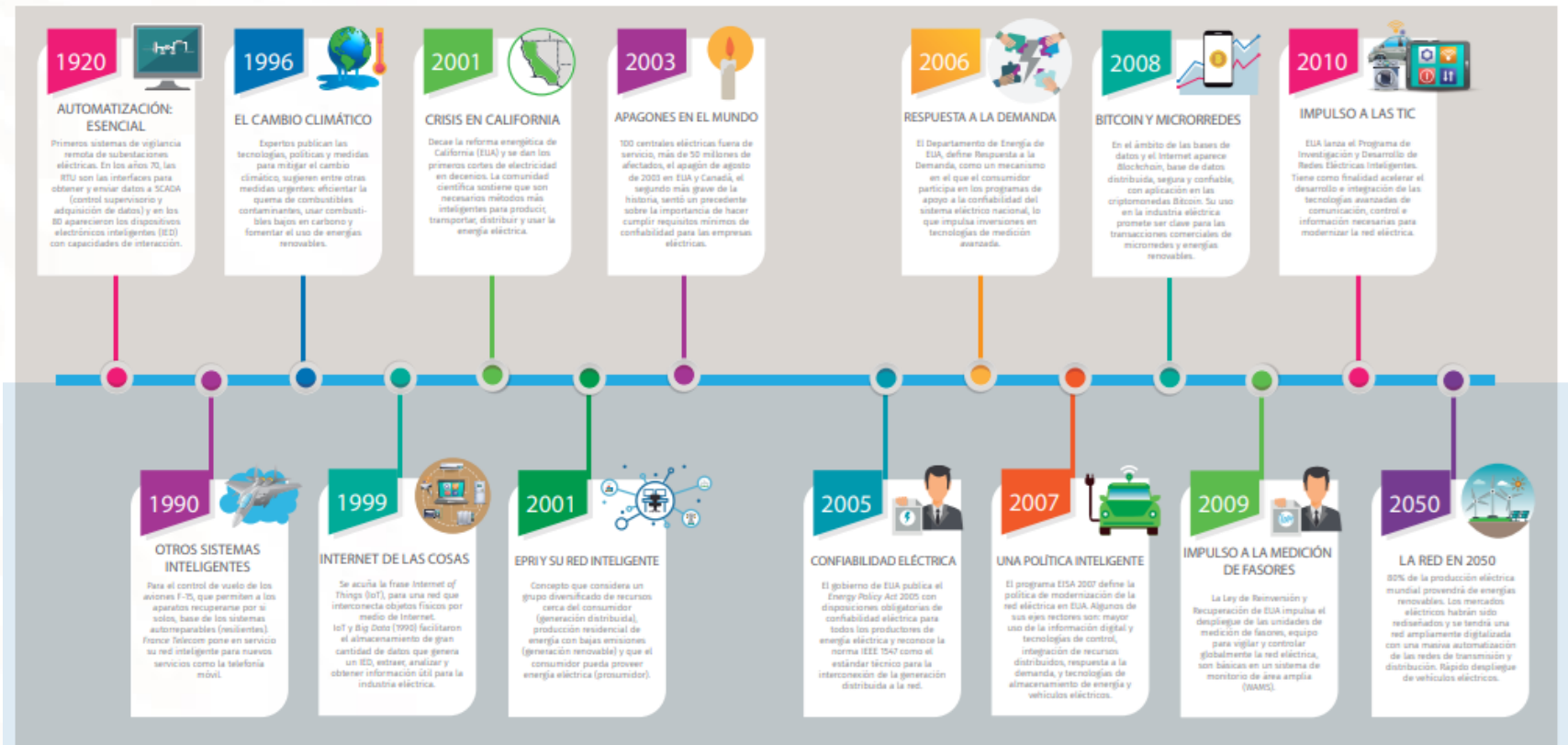
Recuento



transicionenergetica.ineel.mx

Redes Eléctricas Inteligentes: un recuento

No hay una definición dogmática para una red eléctrica inteligente, tampoco hay una arquitectura o diseño estándar para todos los países, todo se ha dado en una integración progresiva de diferentes tecnologías, investigaciones, inventos y eventos, que han dado impulso a la transformación de las redes eléctricas como las conocemos.



Elaborado por: José Francisco Corza Plancarte, jfcorza@ineel.mx
Diseño: Luis Arturo Domínguez Brito
Revisado por: Especialistas del INEEL
Derechos Reservados: Transición Energética

Fuente:

<http://transicionenergetica.ineel.mx/Revista.mvc/Contenido1v1>



Estado actual



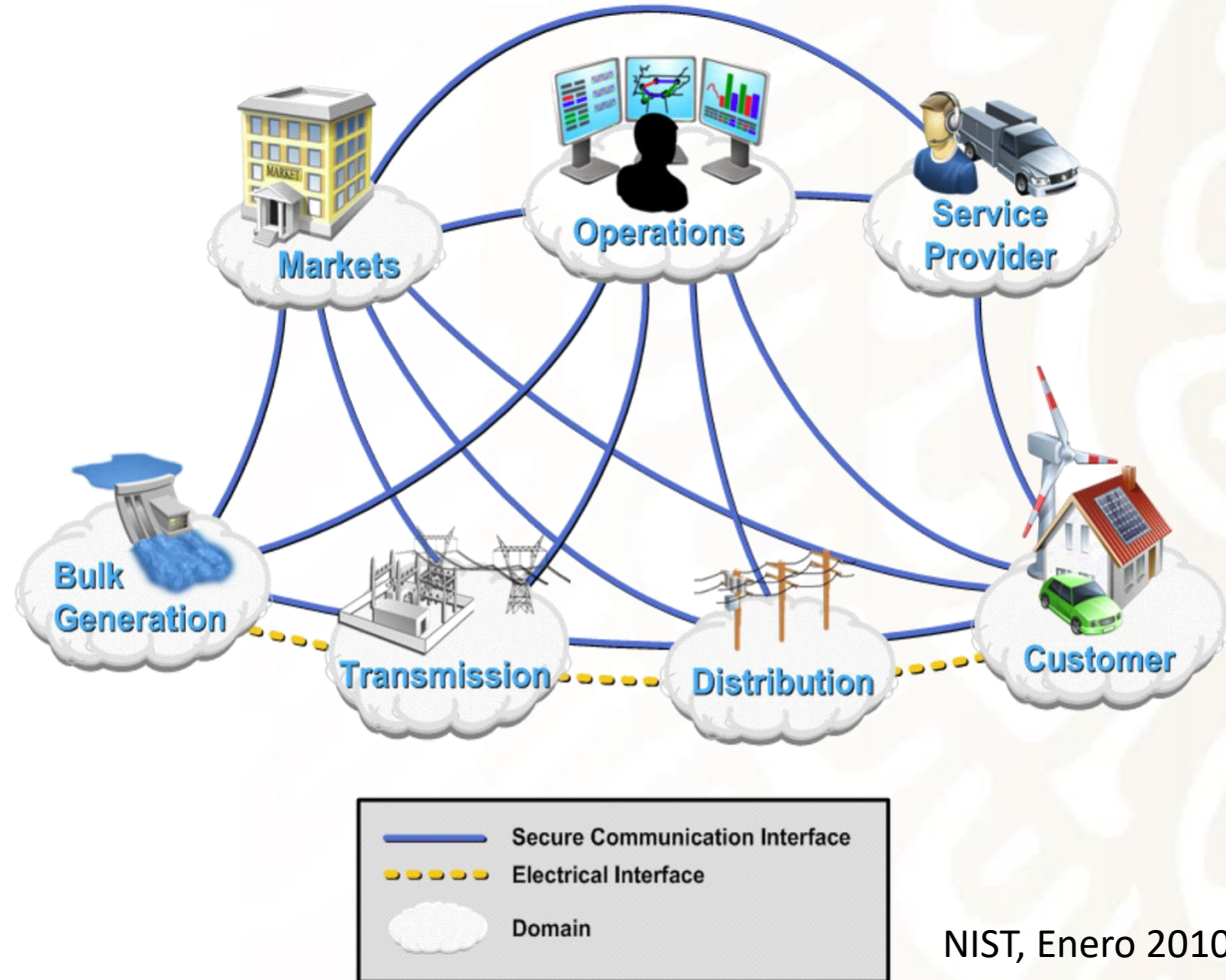
SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS

Arquitectura

El Instituto Nacional de Tecnología y Estándares (NIST) definió la arquitectura para las interacciones entre los dominios de la Red Eléctrica Inteligente.

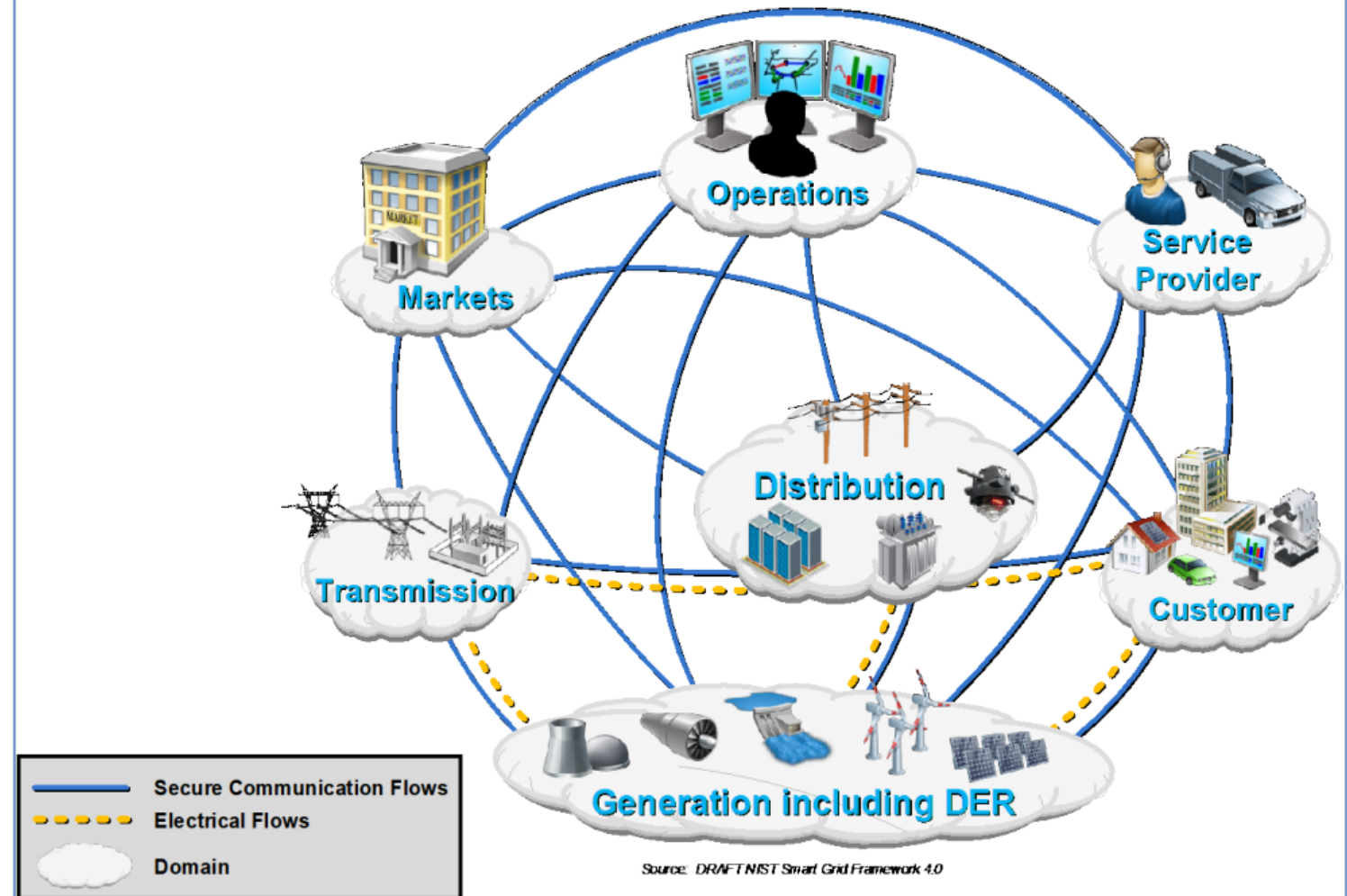


NIST, Enero 2010

Arquitectura

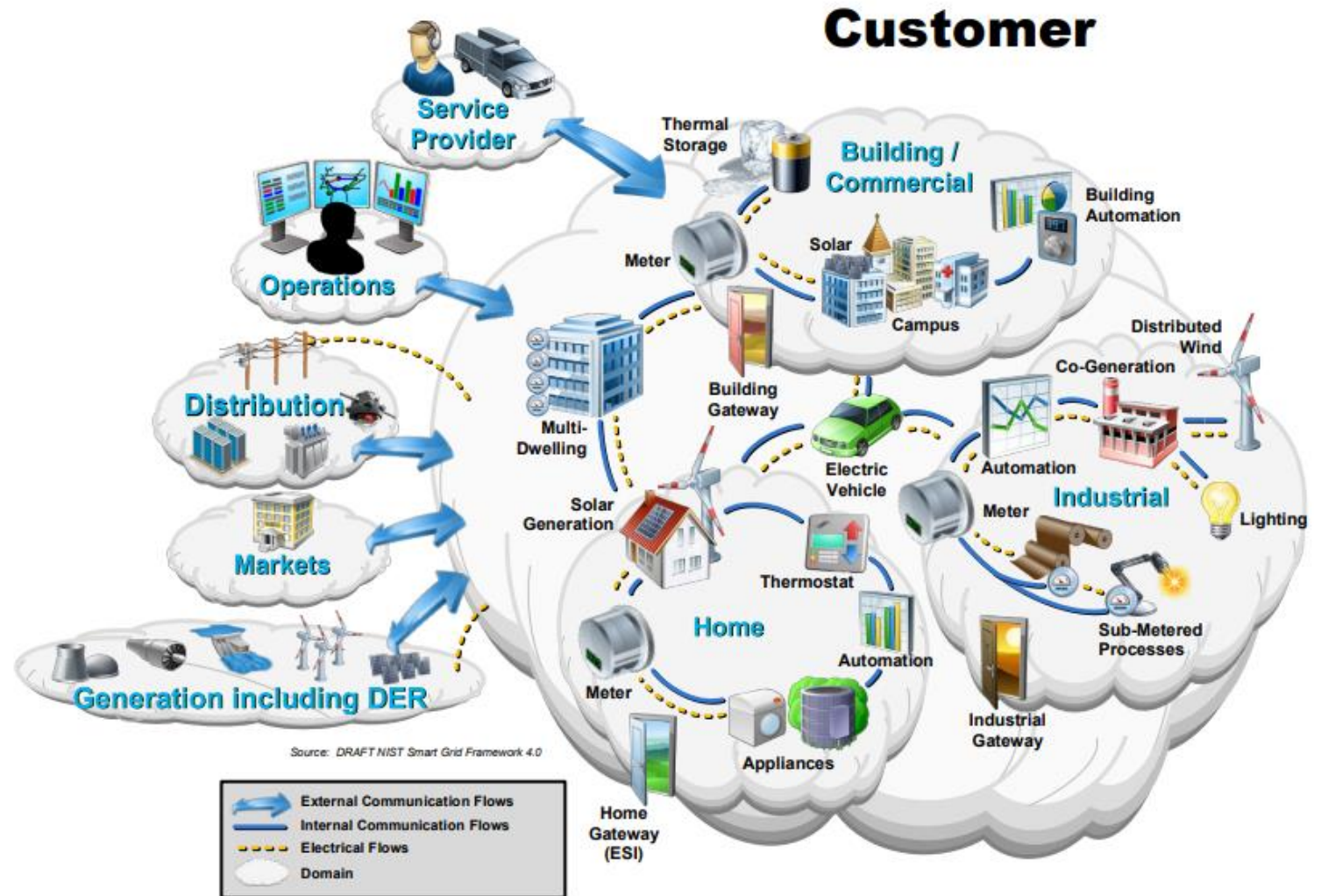
El Instituto Nacional de Tecnología y Estándares (NIST) definió la arquitectura para las interacciones entre los dominios de la Red Eléctrica Inteligente.

Smart Grid Conceptual Model



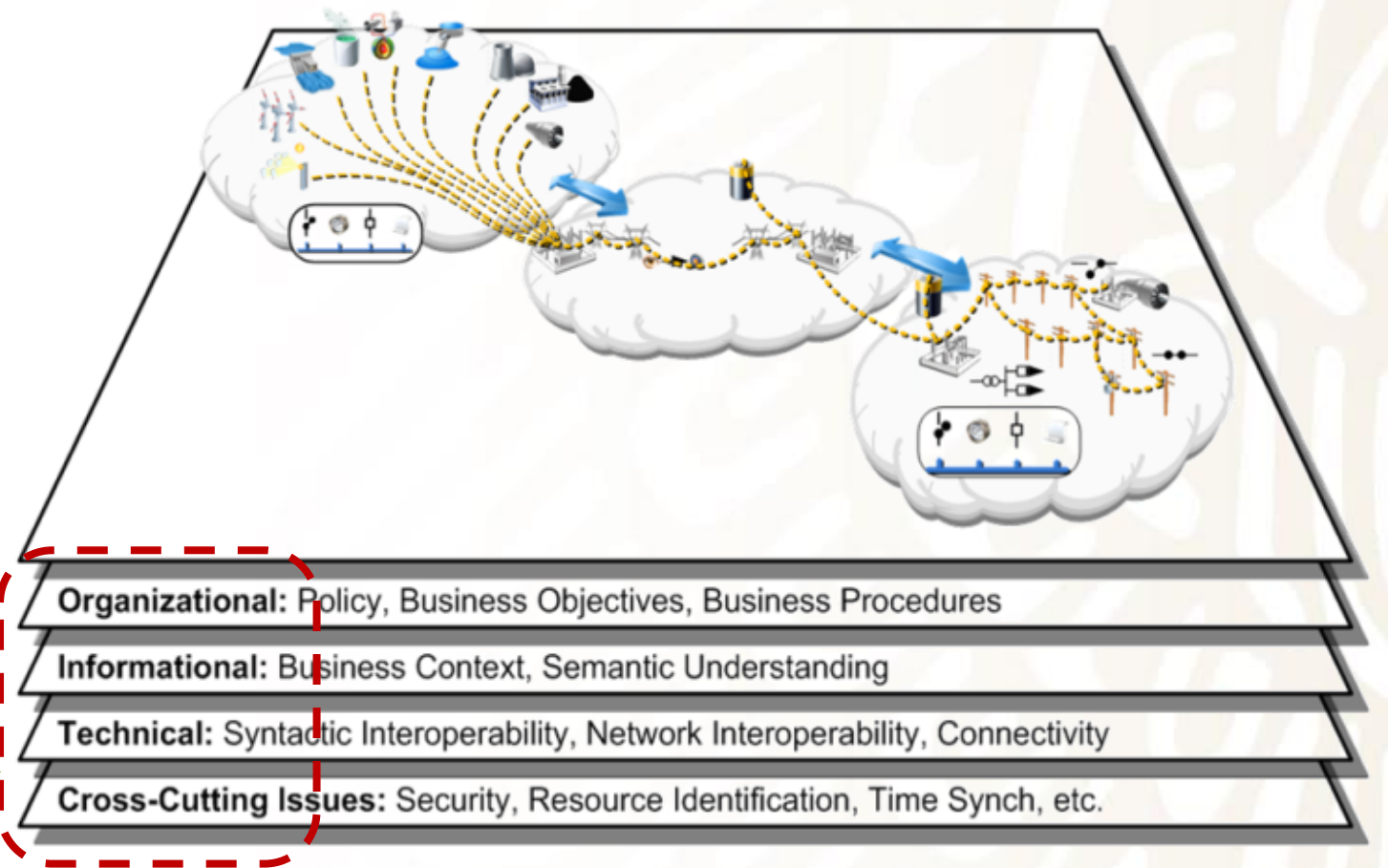
Arquitectura

Modelo del NIST –
Dominio: Clientes.



Arquitectura

Interacción con el marco de referencia de **interoperabilidad** del *GridWide Architecture Council (GWAC)*.

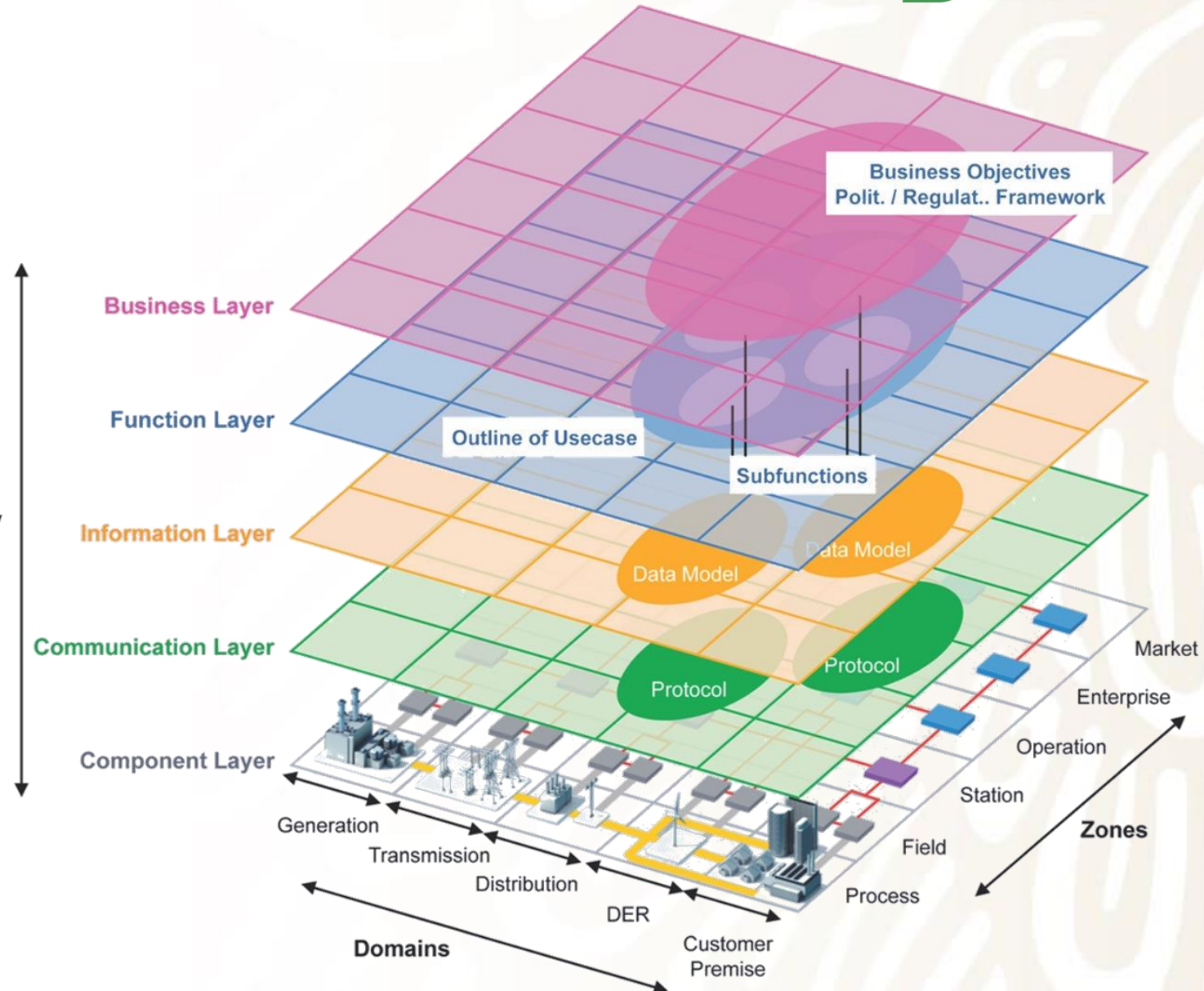


Arquitectura

Smart Grid Architecture Model (SGAM)

- Desarrollado por CEN-CENELEC-ETSI como parte de los resultados del Mandato M/490 de la Comisión Europea.
- Está basado en los modelos del NIST, GWAC y TOGAF, entre otros.
- **IEC 62357-1 TR Ed.2** Power systems management and associated information exchange – Part 1: **Reference architecture.**

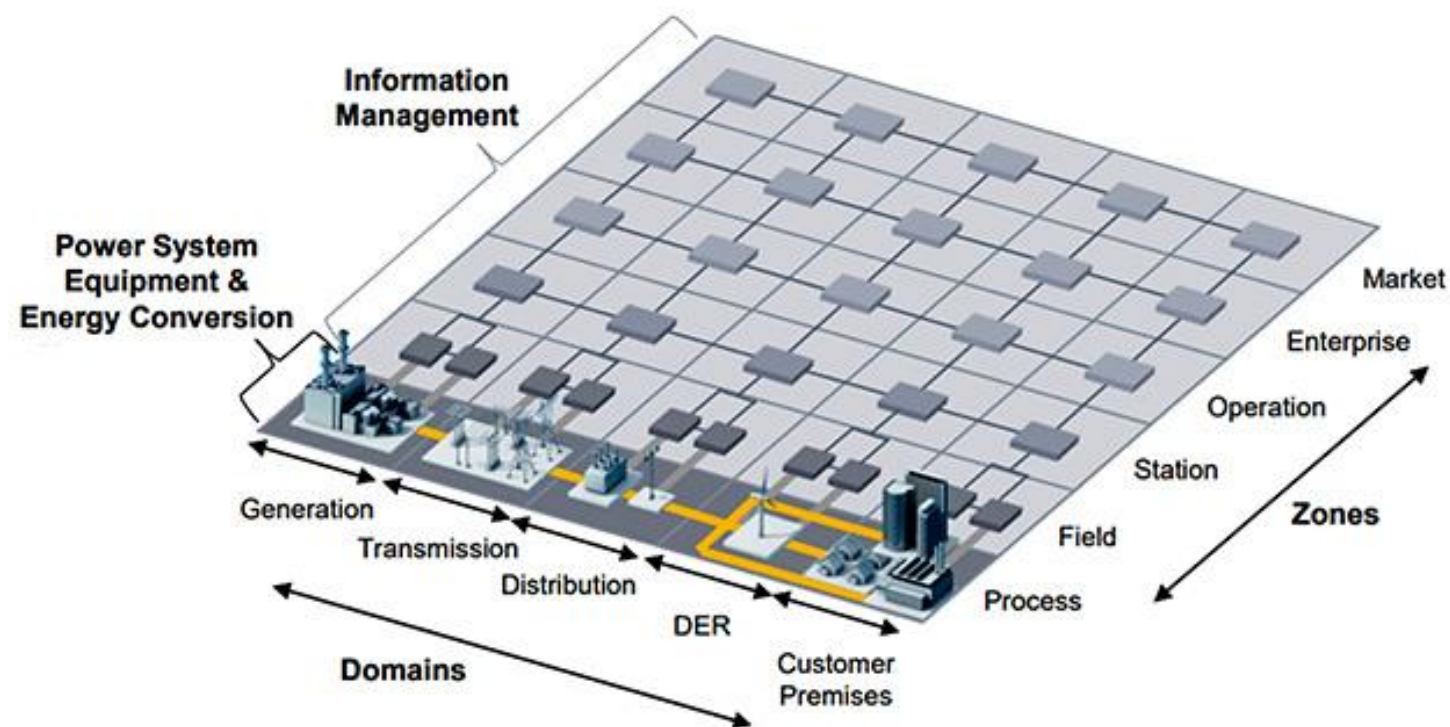
Interoperability Dimension



SGAM



transicionenergetica.ineel.mx



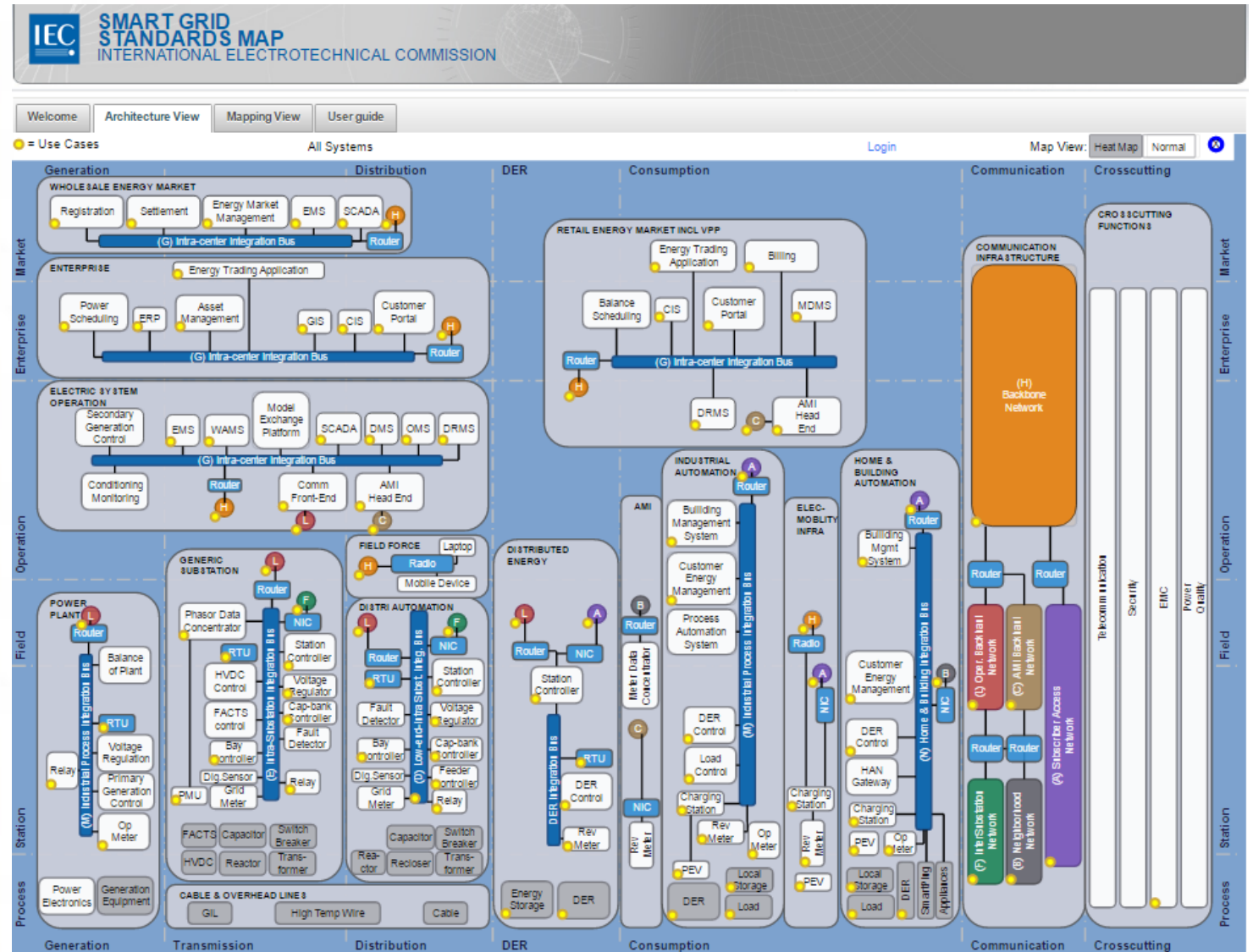
Fuente:
IEC 62357-1 TR Ed.2



Fuente:
<http://transicionenergetica.ineel.mx/Revista.mvc/CD1n4v2>

Estandarización

IEC: Mapa de estándares relacionados con la Red Eléctrica Inteligente



Smart Grid Standards Map;
<http://smartgridstandardsmap.com/>

Arquitectura INEEL



transicionenergetica.ineel.mx

Redes Eléctricas Inteligentes

Una **Red Eléctrica Inteligente (REI)** es una red de generación, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica que hace uso de las tecnologías de la información y comunicación para administrar de manera eficiente, sustentable, económica, segura y confiable la electricidad, a partir de una demanda medida en tiempo real, lo cual facilita la integración de elementos y tecnologías avanzadas e inteligentes para un control y administración óptima.

Basado en: CONACYT, diciembre 2015



Fuente:
<http://transicionenergetica.ineel.mx/Infografia/LaInfografian4v2.pdf>

Digitalización para la Red Eléctrica Inteligente



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS

Funciones para la Red Eléctrica Inteligente

ID	Descripción
AMI	Advanced Metering Infrastructure
GIS	Geographic Information System
DOMA	Distribution Operation Modeling & Analysis
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
CIS	Customer Information System
CRM	Customer Relationship Management
ADMS	Advanced Distribution Management System
EMS	Energy Management System

ID	Descripción
MWFM	Mobil Work Force Management
ADA	Advanced Distribution Automation
PQ	Power Quality
AMS	Asset Management System
FLISR	Fault Location, Isolation and Service Restoration
RTP	Real Time Pricing
OMS	Outage Management System
WAMS	Wide Area Management System and Control
DSM	Demand Side Management
DRM	Demand Response Management
DERMS	Distributed Energy Resource Management System

Funciones para la Red Eléctrica Inteligente



Digitalización

Tecnologías digitales



- El **INEEL** ha tenido un papel relevante en los procesos de **digitalización** en el Sector Energético.
- Desde hace varias décadas, se trabaja en la conversión, adaptación y adopción de tecnología digital para contar con procesos ciberfísicos de diversa índole.
 - Sistemas de adquisición y análisis de datos.
 - Sistemas de monitoreo y predicción de eventos.
 - Dispositivos de medición y control.
 - Sistemas para la automatización de procesos industriales.
 - Sistemas con capacidad de aprendizaje, pronóstico y predicción.

Análisis y Planeación de la Operación

- Análisis y Modelado de la Operación de la Distribución (DOMA).
 - Se basa en un **flujo de potencia desequilibrado** de la distribución en tiempo real, de modo que se van cambiando las condiciones de operación de manera dinámica.
 - Analiza los resultados de las **simulaciones del flujo de potencia** y proporciona al Operador el resumen de este análisis, para que tome decisiones de reconfiguración y operación.
 - Provee a otras aplicaciones con las **pseudo-mediciones** para cada elemento de las RGD, desde las subestaciones hasta los centros de carga en el secundario.
 - El modelo se basa en las **actualizaciones de la topología** de la red en tiempo real, en los parámetros de las instalaciones, en la carga y en los componentes relevantes del sistema eléctrico que lo alimenta.

Análisis y Planeación de la Operación

- La función **DOMA** cuenta con tres modos de operación:
 - 1) **Modo en tiempo real**, que refleja las condiciones actuales del Sistema Eléctrico de Distribución.
 - 2) **Modo de anticipación**, que refleja las condiciones previstas en un futuro próximo (de una hora a una semana).
 - 3) **Modo de estudios**, que proporciona la capacidad de realizar el análisis "qué pasa si...".



Herramientas de análisis

Principales funciones:

1. Flujo de potencia.
2. Cortocircuito.
3. Estabilidad.
4. Protección y Coordinación.
5. Control de Voltaje / Reactivos.
6. Análisis de Sistemas DC.
7. Flujo óptimo de potencia.
8. Análisis de contingencias.
9. Análisis de Confiabilidad.
10. Análisis de Disponibilidad.
11. Capacidades de: Base de datos, Reportes, Integración.
12. Modelado y análisis del Mercado Eléctrico.



Herramientas de análisis

Métodos de análisis:

1. Análisis de estado estacionario

- Asume voltajes y corrientes sinusoidales, los componentes del sistema son lineales; es utilizado para determinar el flujo de potencia; perfiles de voltaje, pérdidas (activas y reactivas), compensación de potencia reactiva, y posiciones de TAP del transformador.

2. Análisis de estado cuasi-estacionario

- Se usa para condiciones anormales del sistema, tales como cortocircuito y armónicos.

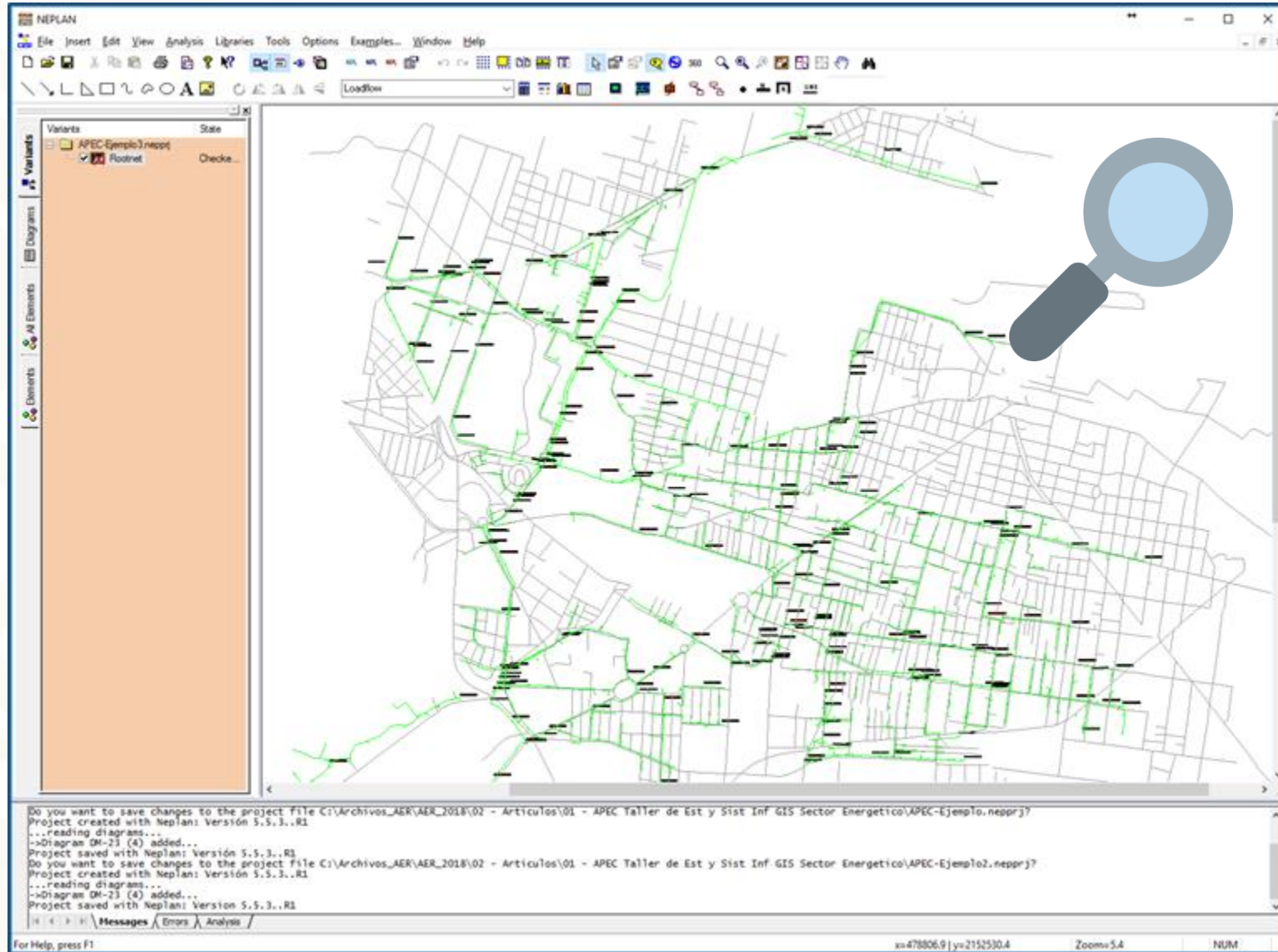
3. Análisis dinámico

- Se utiliza para verificar que el sistema de energía no se vuelva inestable o incluso se llegue al colapso durante perturbaciones mayores, así como determinar los límites de operación del sistema.

4. Análisis de transitorios

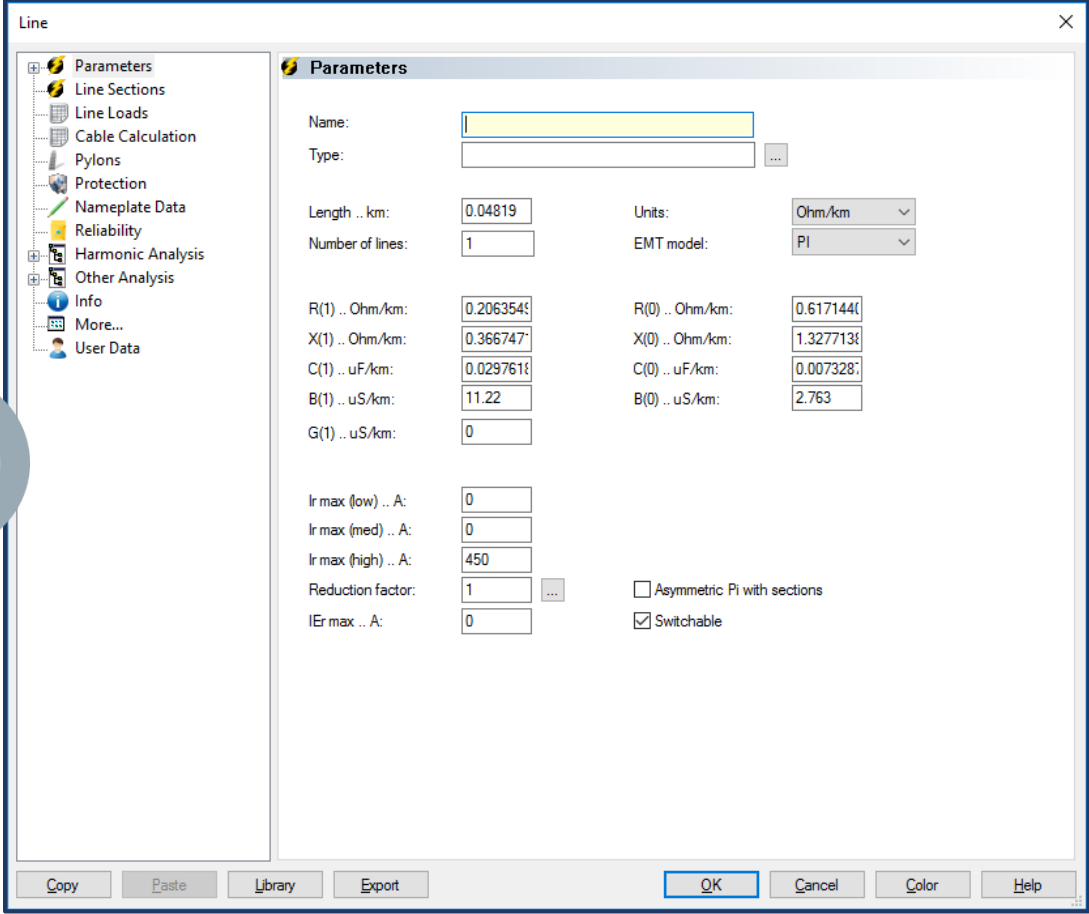
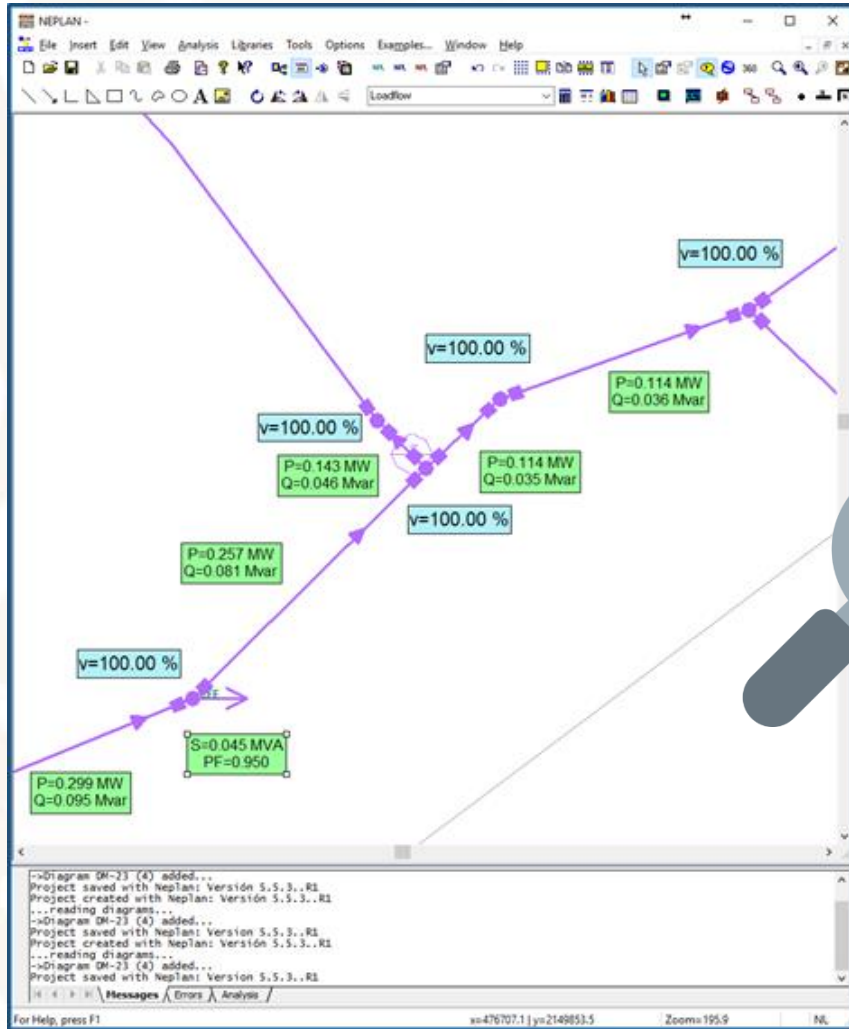
- Simula sistemas de potencia de la vida real (EMTP ElectroMagnetic Transients Program), incluyendo modelos no lineales, desbalance de impedancias y parámetros dependientes de la frecuencia.

Ejemplo



The screenshot displays the NEPLAN software interface. The main window shows a detailed power distribution network diagram with green lines representing the network and black symbols for components. A magnifying glass icon is overlaid on the right side of the diagram. The left sidebar contains a 'Variants' panel with a tree view showing 'APEC-Ejemplo3.neppr' and 'Rootnet'. The bottom status bar shows the project file path: 'C:\Archivos_AER\AER_2018\02 - Articulos\01 - APEC Taller de Est y Sist Inf GIS Sector Energetico\APEC-Ejemplo2.neppr'. The status bar also includes 'Messages', 'Errors', and 'Analysis' buttons, and a zoom level of 5.4.

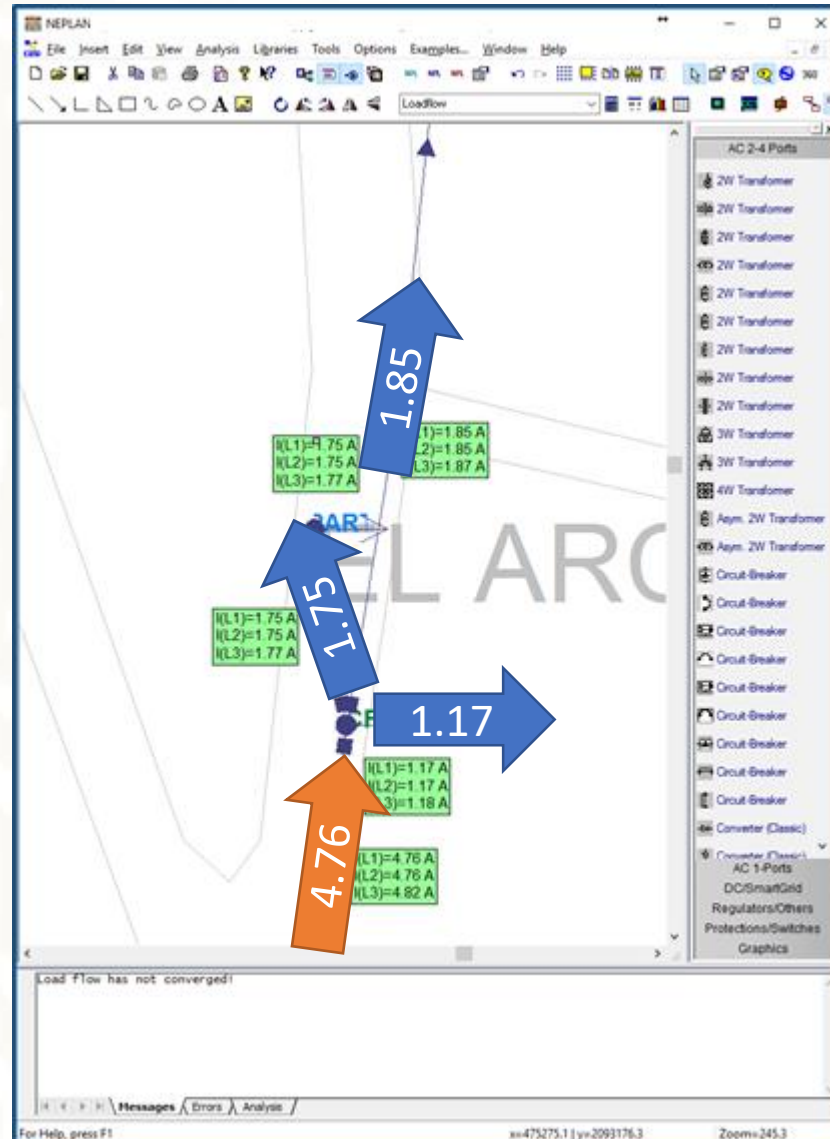
Ejemplo



The 'Line' parameters dialog box is shown, detailing the configuration for a specific line section. The parameters are organized into two columns.

Parameter	Value	Units	
Name			
Type			
Length .. km	0.04819	Ohm/km	
Number of lines	1	PI	
R(1) .. Ohm/km	0.206354	R(0) .. Ohm/km	0.617144
X(1) .. Ohm/km	0.366747	X(0) .. Ohm/km	1.327713
C(1) .. uF/km	0.029761	C(0) .. uF/km	0.007328
B(1) .. uS/km	11.22	B(0) .. uS/km	2.763
G(1) .. uS/km	0		
Ir max (low) .. A	0		
Ir max (med) .. A	0		
Ir max (high) .. A	450		
Reduction factor	1		<input type="checkbox"/> Asymmetric Pi with sections
Ier max .. A	0		<input checked="" type="checkbox"/> Switchable

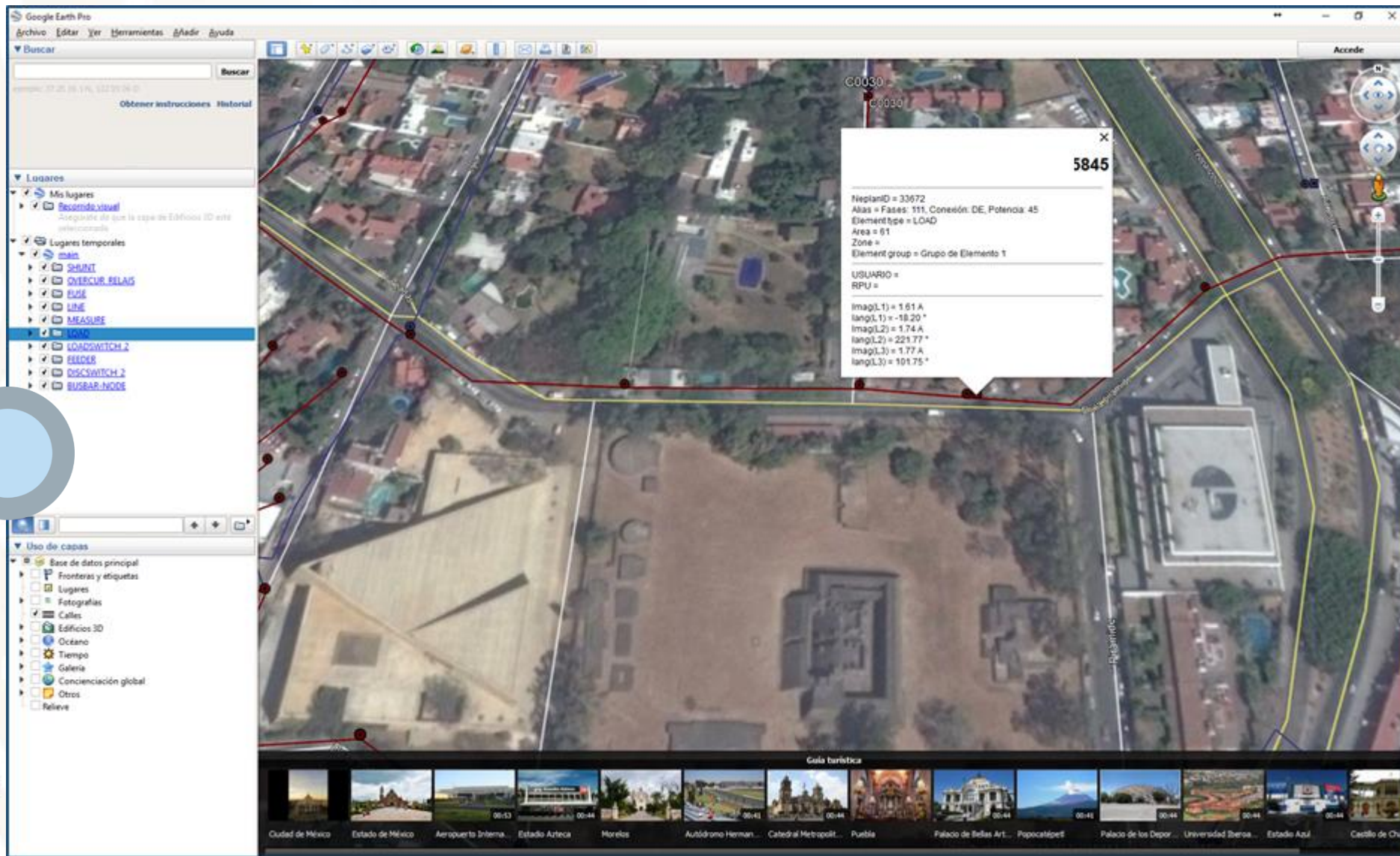
Ejemplo



Ley de corriente de Kirchhoff:

$$1.75 + 1.17 + 1.85 = 4.77$$

Ejemplo



Google Earth Pro

Archivo Editar Ver Herramientas Ayuda

▼ Buscar

Buscar

Obtener instrucciones Historial

▼ Lugares

Mis lugares

- Recorrido visual

Lugares temporales

- main
- SHUNT
- OVERCURL_RELAYS
- BASE
- LINE
- MEASURE
- LOAD
- LOADSWITCH_2
- FELDER
- DISCSWITCH_2
- BUSBAR_NOISE

Uso de capas

- Base de datos principal
- Fronteras y etiquetas
- Lugares
- Fotografías
- Calle
- Edificios 3D
- Océano
- Tiempo
- Galería
- Concienciación global
- Otros
- Relieve

5845

NeplanID = 33672
Alias = Fases: 111, Conexión: DE, Potencia: 45
Element type = LOAD
Area = 61
Zone =
Element group = Grupo de Elemento 1

USUARIO =
RPU =

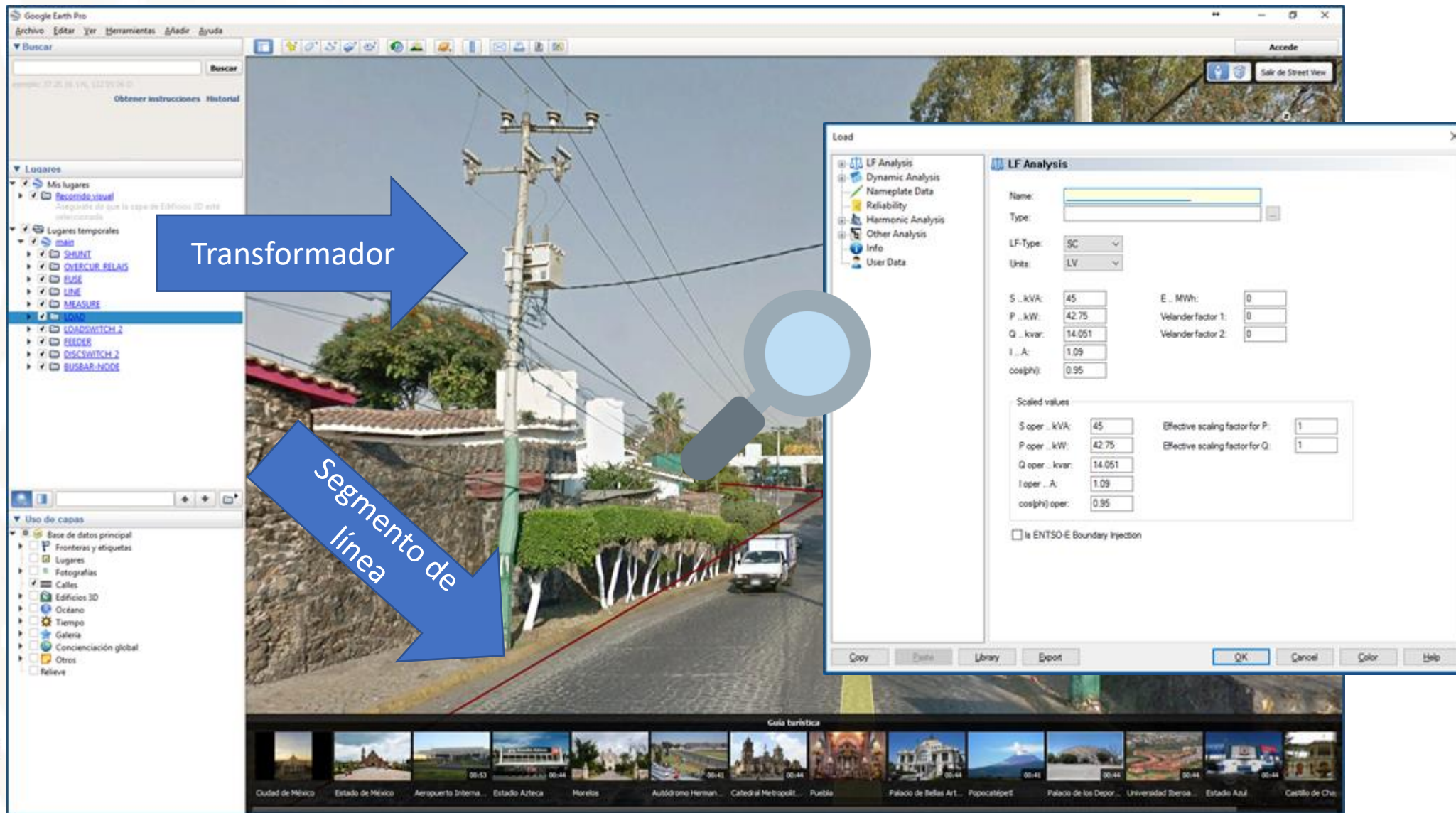
Imag(L1) = 1.61 A
Imag(L2) = 1.74 A
Imag(L3) = 1.77 A

Imag(L1) = 18.20 °
Imag(L2) = 221.77 °
Imag(L3) = 101.75 °

Calo histórica

Ciudad de México Estado de México Aeropuerto Interna... Estado Arizca Morelos Autódromo Herman... Catedral Metropol... Puebla Palacio de Bellas Art... Popocatepet Palaco de los Depor... Universidad Iberna... Estado Aztl Castillo de Chi

Ejemplo



Transformador

Segmento de línea

Load

LF Analysis

Name:

Type:

LF-Type:

Units:

S . kVA: E . MWh:

P . kW: Velander factor 1:

Q . kvar: Velander factor 2:

I . A:

cos(phi):

Scaled values

S oper . kVA: Effective scaling factor for P:

P oper . kW: Effective scaling factor for Q:

Q oper . kvar:

I oper . A:

cos(phi) oper:

Is ENTSO-E Boundary Injection

Copy Paste Library Export **OK** Cancel Color Help

Datos en la red eléctrica

- Un circuito de **Media Tensión** (MT) tiene de 100 a 150 nodos eléctricos.
- Una subestación de MT tiene 4 Circuitos típicamente.
- Una ciudad mediana tiene de 20 a 80 subestaciones.
 - De 30 a 50 mil nodos de MT.
- Las Redes Generales de Distribución (RGD):
 - +3,200 transformadores de potencia.
 - +11,000 circuitos de MT.
 - +1.5 millones de transformadores de distribución.
 - De 1 a 2 millones de nodos de MT.
 - Se deben agregar los nodos de Alta Tensión.
 - Se pueden agregar los nodos de Baja Tensión (100x).

Datos en la red eléctrica

- Un circuito de Media Tensión (MT) tiene un medidor de calidad de la energía.
 - 32 parámetros, entre ellos: Voltaje 3 ϕ , Corriente 3 ϕ , Potencia Real 3 ϕ , Potencia Reactiva 3 ϕ , FP, distorsiones armónicas por cuadrante, etc.
 - Frecuencia de medición: 5 minutos.
- Todos los clientes de BT tienen un medidor.
 - Los medidores AMI generan lecturas cada 15 minutos, de al menos 4 parámetros, entre ellos: Voltaje 1 ϕ , Corriente 1 ϕ , Potencia Real 1 ϕ , FP.
 - Los clientes con Generación Distribuida tienen medidores bidireccionales con la función de “neteo”.
- Las Redes de AT cuentan con medidores fasoriales (PMU), los cuales miden la forma de onda, con frecuencias de adquisición de datos de 50 muestras por segundo a 50 muestras por ciclo (60 Hz), es decir 3,000 muestras por segundo.

Datos en la red eléctrica

- Un flujo de potencia para un circuito de Media Tensión (MT) tarda de 3 a 5 [s] en una computadora de escritorio “convencional”.
- El tiempo de cálculo crece de manera no lineal, en función del número de nodos, por la solución de la matriz de impedancias de [nxn].
- Si se resuelven en secuencia los +11,000 circuitos de las RGD, el tiempo aproximado es:
 - 9.16 a 15.27 [h]

Nuevas tecnologías (futuro)

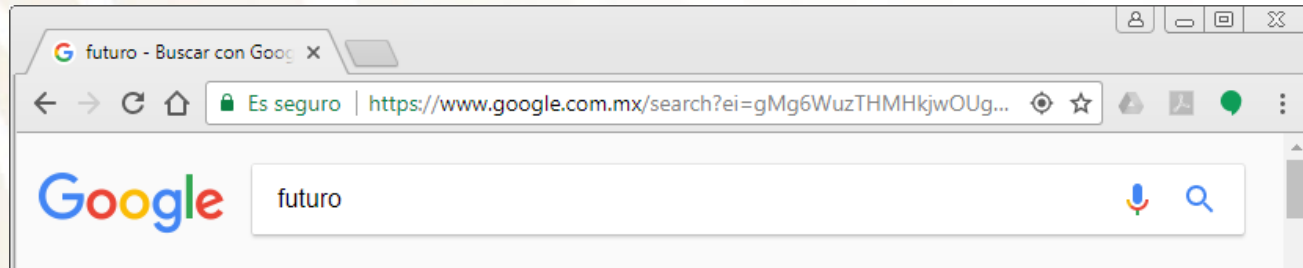


SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS

Futuro



Marzo 2018

Cerca de 150,000,000 resultados (0.59 segundos)

Octubre 2020

Cerca de 570,000,000 resultados (0.58 segundos)

Agosto 2021

Cerca de 580,000,000 resultados (0.55 segundos)

Futuro

Usted

¿Cuáles son algunas predicciones futuras interesantes?

Copilot

✓ Generando respuestas...

¡Claro! Aunque no tengo una bola de cristal, aquí tienes algunas predicciones futuras interesantes:

- Inteligencia Artificial y Automatización:** Se espera que la IA y la automatización transformen la economía y la sociedad en las próximas décadas. Desde vehículos autónomos hasta asistentes virtuales como yo, la tecnología seguirá avanzando y cambiando la forma en que vivimos y trabajamos.
- Cambio Climático:** El calentamiento global continuará siendo un tema crucial. Se espera que los esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero se intensifiquen, y la adopción de energías renovables aumentará.
- Exploración Espacial:** La exploración espacial está en auge. Se espera que la humanidad regrese a la Luna y envíe misiones tripuladas a Marte en las próximas décadas. Además, la búsqueda de vida extraterrestre sigue siendo un área emocionante de investigación.
- Medicina Personalizada:** Los avances en genómica y medicina personalizada permitirán tratamientos más específicos y efectivos para enfermedades. La terapia génica y la edición de genes podrían revolucionar la atención médica.
- Longevidad y Anti-envejecimiento:** La búsqueda de la fuente de la juventud continúa. Se espera que la ciencia y la tecnología nos ayuden a vivir más tiempo y de manera más saludable.

Recuerda que estas son predicciones basadas en tendencias actuales, y el futuro siempre es incierto. ¡Pero es emocionante pensar en las posibilidades! 😊

E=mc²

¿Cuáles son algunas predicciones futuras interesantes?

Mostrar versiones ▾ 🔊



Predicciones científicas para el 2050:

- **Viviremos jóvenes hasta el día de nuestra muerte:** Se desarrollarán nuevas tecnologías que permitirán revertir el envejecimiento o incluso curarlo por completo. Esto significa que podríamos vivir mucho más tiempo y disfrutar de una mejor calidad de vida durante toda nuestra vida.
- **Podremos descargar información directamente en nuestro cerebro:** Gracias a las interfaces cerebro-computadora, podremos aprender nueva información o adquirir nuevas habilidades de forma instantánea. Esto podría revolucionar la forma en que aprendemos y trabajamos.
- **La inteligencia artificial será cada vez más sofisticada:** La IA podría superar la inteligencia humana en muchos aspectos, lo que podría tener un profundo impacto en la sociedad. Se espera que la IA se utilice para automatizar tareas, tomar decisiones y resolver problemas complejos.
- **Viajaremos a Marte:** La exploración espacial será cada vez más común y es posible que para el año 2050 los humanos hayan establecido una base permanente en Marte.
- **La energía limpia será la norma:** Habremos desarrollado nuevas fuentes de energía limpia y sostenible que nos permitirán abandonar los combustibles fósiles. Esto ayudará a reducir la contaminación y el cambio climático.

Futuro

¿Cuáles son algunas predicciones futuras para la red eléctrica inteligente?

Las **redes eléctricas inteligentes** prometen transformar la forma en que generamos, distribuimos y consumimos electricidad. Algunas predicciones futuras incluyen:

1. **Mayor Eficiencia:** La digitalización permitirá una gestión más eficiente de la energía, optimizando la distribución y adaptándola a la demanda en tiempo real.
2. **Integración de Energías Renovables:** Las redes inteligentes facilitarán la incorporación de fuentes de energía renovable, como la solar y la eólica, en el sistema eléctrico.
3. **Mayor Resiliencia:** La supervisión en tiempo real y la toma de decisiones autónoma mejorarán la resiliencia ante fallas y fluctuaciones.
4. **Generación Distribuida:** Las redes inteligentes permitirán la generación local de energía, descentralizando la producción y aumentando la autonomía.

En resumen, las redes eléctricas inteligentes son el futuro de la infraestructura eléctrica, ofreciendo eficiencia, sostenibilidad y confiabilidad.

La red **eléctrica inteligente** está en constante evolución y se espera que en los próximos años experimente cambios significativos.

1. **Mayor integración de energías renovables:** más capaz de integrar fuentes de energía renovables. Esto ayudará a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y combatir el cambio climático.
2. **Microgrids:** las microgrids serán más comunes en los próximos años.
3. **Internet de las Cosas (IoT):** conectar cada vez más dispositivos a la red eléctrica.
4. **Inteligencia artificial (IA):** nuevas aplicaciones, por ejemplo: predecir la demanda de energía y optimizar el flujo de energía.
5. **Blockchain:** crear un sistema de energía más seguro y transparente.
6. **Vehículos eléctricos:** la red eléctrica deberá adaptarse para satisfacer la nueva demanda.
7. **Almacenamiento de energía:** tecnología clave que permitirá integrar más energía renovable.
8. **Redes eléctricas inteligentes regionales:** redes eléctricas más regionales e interconectadas para compartir la energía de forma más eficiente y mejorar la confiabilidad.
9. **Ciberseguridad:** los ciberataques podrían tener un impacto devastador en la red.
10. **Regulación:** regulación más compleja a medida que la tecnología evoluciona. Los gobiernos tendrán que trabajar juntos para desarrollar marcos regulatorios que fomenten la innovación y protejan a los consumidores.

Usted

¿qué pasa en internet en 1 minuto en 2023?

Copilot

✓ Generando respuestas...

En un minuto en Internet durante el año 2023, suceden muchas cosas interesantes. Aquí tienes algunos datos clave:

- Se envían **241,2 millones de correos electrónicos** (cada día se envían 347.300 millones de correos electrónicos).
- Los usuarios de **Google realizan 6,3 millones de búsquedas**.
- Los clientes de **Amazon gastan un total de 455.000 dólares**.
- Se envían **360.000 tweets**.
- Los usuarios de **WhatsApp envían 41,6 millones de mensajes**.
- Los ciberdelincuentes lanzan 30 ataques DDOS ¹ ².

THE INTERNET IN 2023 EVERY MINUTE



Created by: eDiscovery Today & LTMG

¿qué pasa en internet en 1 minuto en 2023?

Mostrar versiones  

Un minuto en internet en 2023:

Un mundo en constante movimiento y cambio. Un torbellino de actividad que refleja la vitalidad y la interconexión de nuestra era digital.

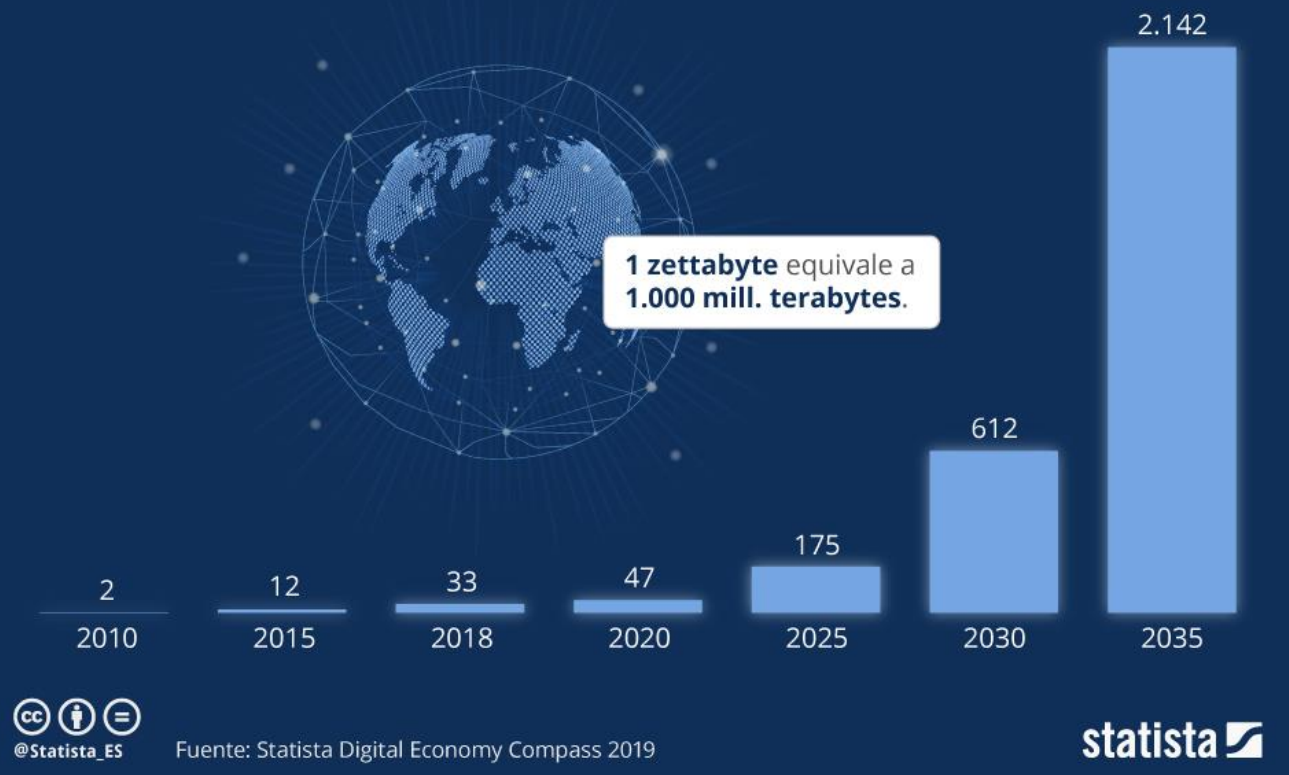
En un minuto en internet en 2023:

- Se envían **241,2 millones de correos electrónicos**. Cada día se envían 347.300 millones de correos electrónicos, cifra que te da una idea de la importancia del correo electrónico en la comunicación actual.
- Se ven **10,4 millones de publicaciones en Instagram**. Instagram, una de las redes sociales más populares del mundo, alberga un sinfín de momentos compartidos entre sus 500 millones de usuarios activos diarios.
- Se realizan **18,8 millones de mensajes de texto**. La comunicación instantánea sigue siendo fundamental, con miles de millones de mensajes cruzando las redes móviles cada minuto.
- Se descargan **271.309 aplicaciones** en sistemas iOS y Android. Las aplicaciones móviles se han convertido en herramientas indispensables para todo tipo de tareas, desde el entretenimiento hasta la productividad.
- Se crean **3.470 nuevos sitios web**. La web sigue expandiéndose a un ritmo vertiginoso, con nuevas voces y plataformas que surgen constantemente.
- Se realizan **1,4 millones de llamadas de voz y video en WhatsApp**. WhatsApp se ha convertido en una de las principales plataformas de comunicación para llamadas y videollamadas, conectando a personas de todo el mundo.

¿Cuánto es mucho?



La creación de datos, a punto de explotar

Cantidad real y prevista de datos generados en todo el mundo (en zettabytes)



¿cuántos zettabytes de información hay en el mundo?



Mostrar versiones  

La cantidad de información que se genera y almacena en el mundo está en constante crecimiento. Se estima que en **2022** la cantidad de datos creados a nivel global alcanzó los **97 zettabytes**, y se prevé que para el **2025** esta cifra llegue a los **181 zettabytes**.

Desafíos:

- **Almacenamiento:** Se necesitan nuevas tecnologías de almacenamiento más eficientes y escalables para albergar toda esta información.
- **Seguridad:** Es necesario proteger esta información de ciberataques y otras amenazas.
- **Privacidad:** Es necesario garantizar la privacidad de las personas y proteger sus datos personales.

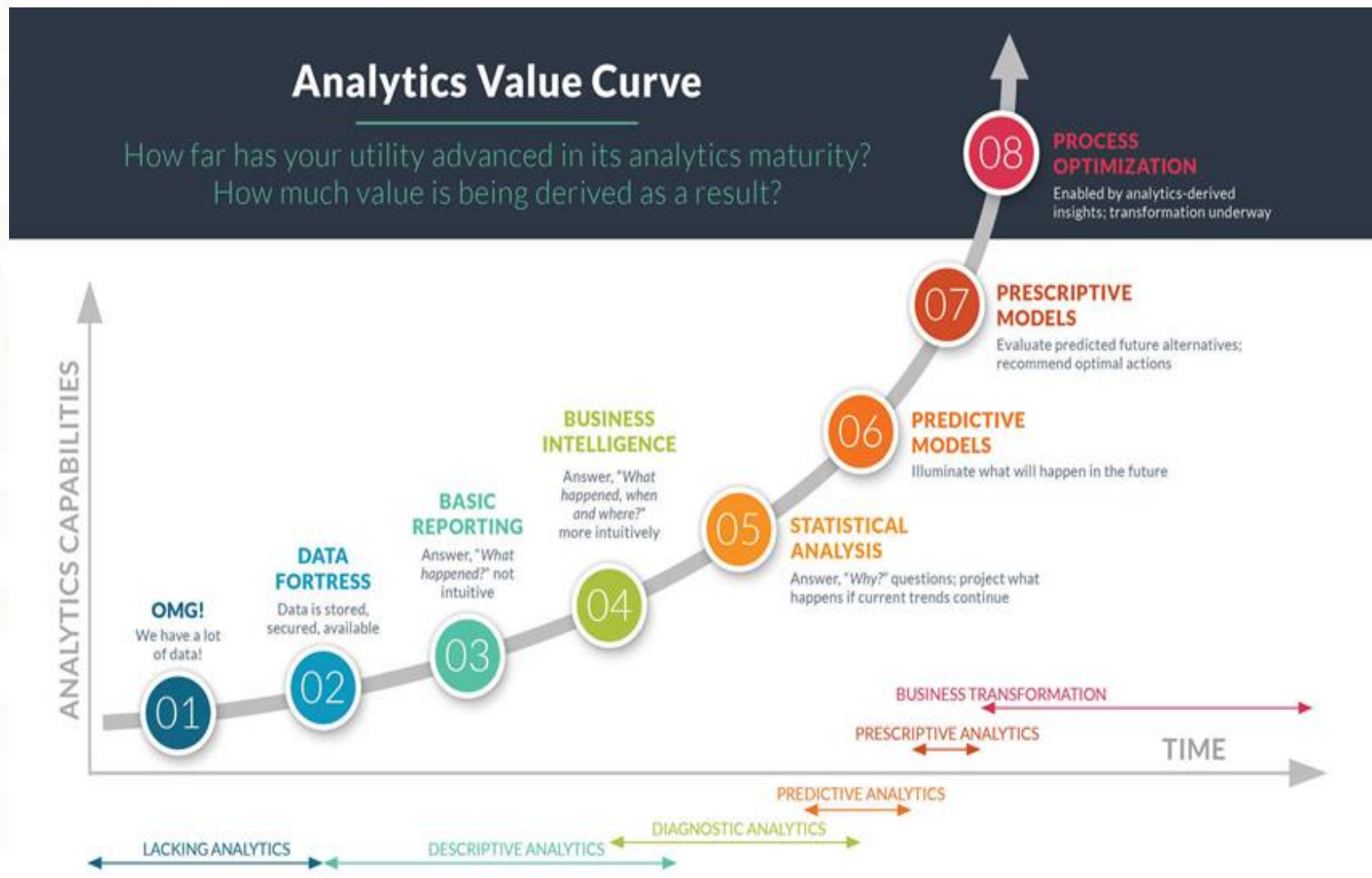
Oportunidades:

- **Análisis de datos:** La gran cantidad de datos disponibles puede ser utilizada para obtener información valiosa y tomar mejores decisiones.
- **Inteligencia artificial:** La IA puede utilizarse para analizar estos datos y desarrollar nuevas aplicaciones y servicios.
- **Innovación:** La digitalización puede impulsar la innovación en todos los sectores de la economía.



x 97,000,000,000

¿Cuánto es mucho?

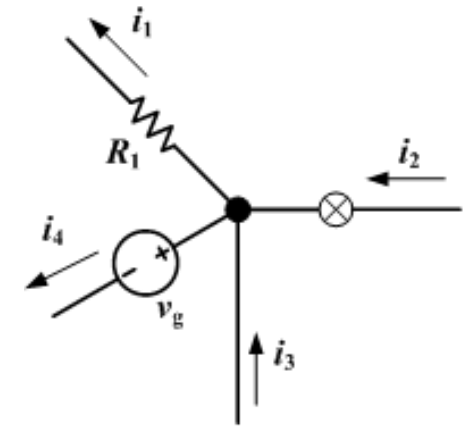


Un ejemplo

- 1ª Ley de Kirchhoff

- En cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen. Es decir, la suma de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero.

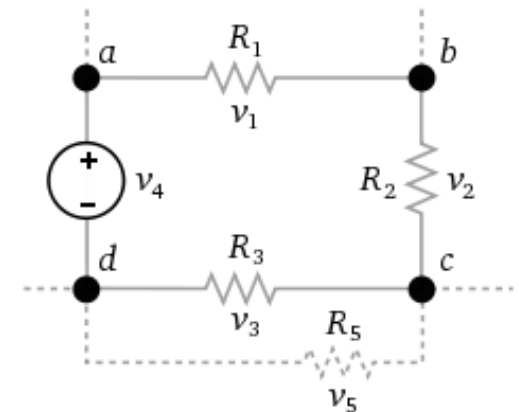
$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 \cdots + I_n = 0$$



- 2ª Ley de Kirchhoff

- En un lazo cerrado, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada. Es decir, la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico en un lazo es igual a cero.

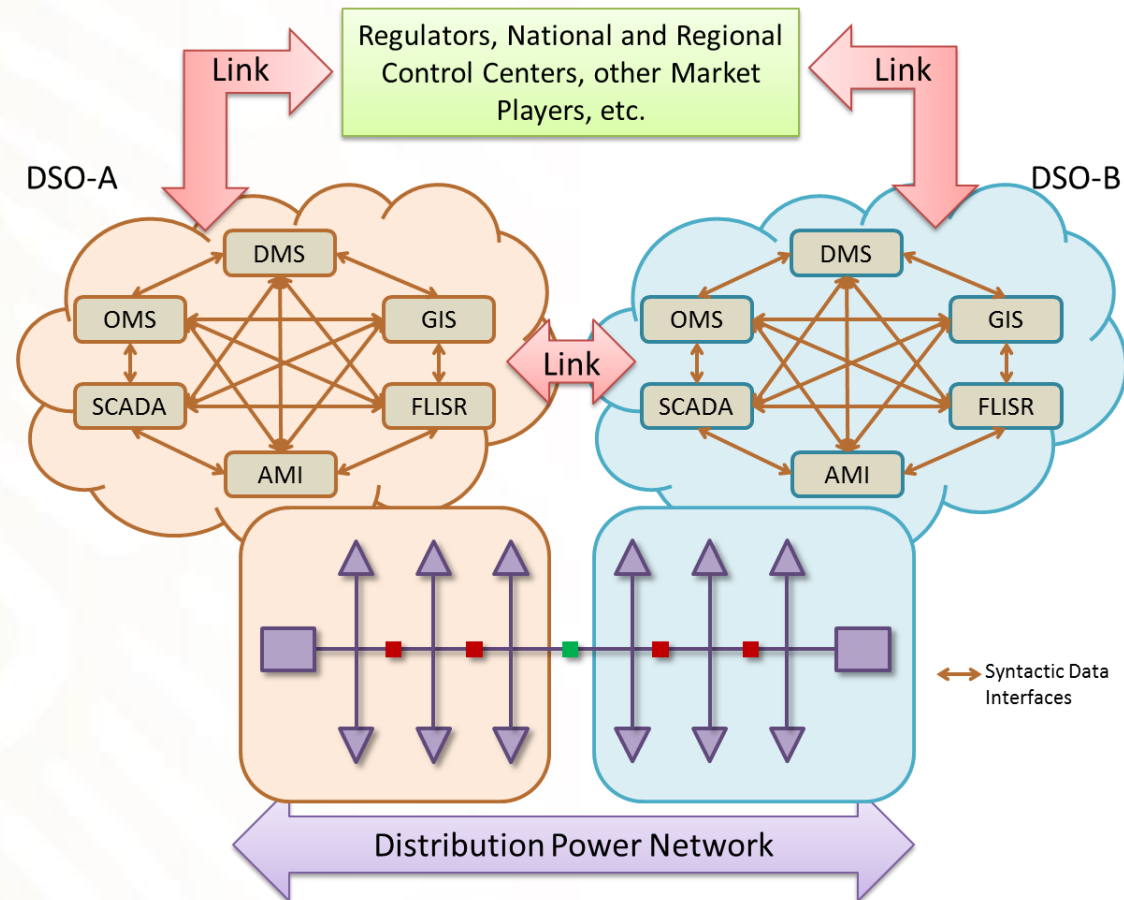
$$\sum_{k=1}^n V_k = V_1 + V_2 + V_3 \cdots + V_n = 0$$



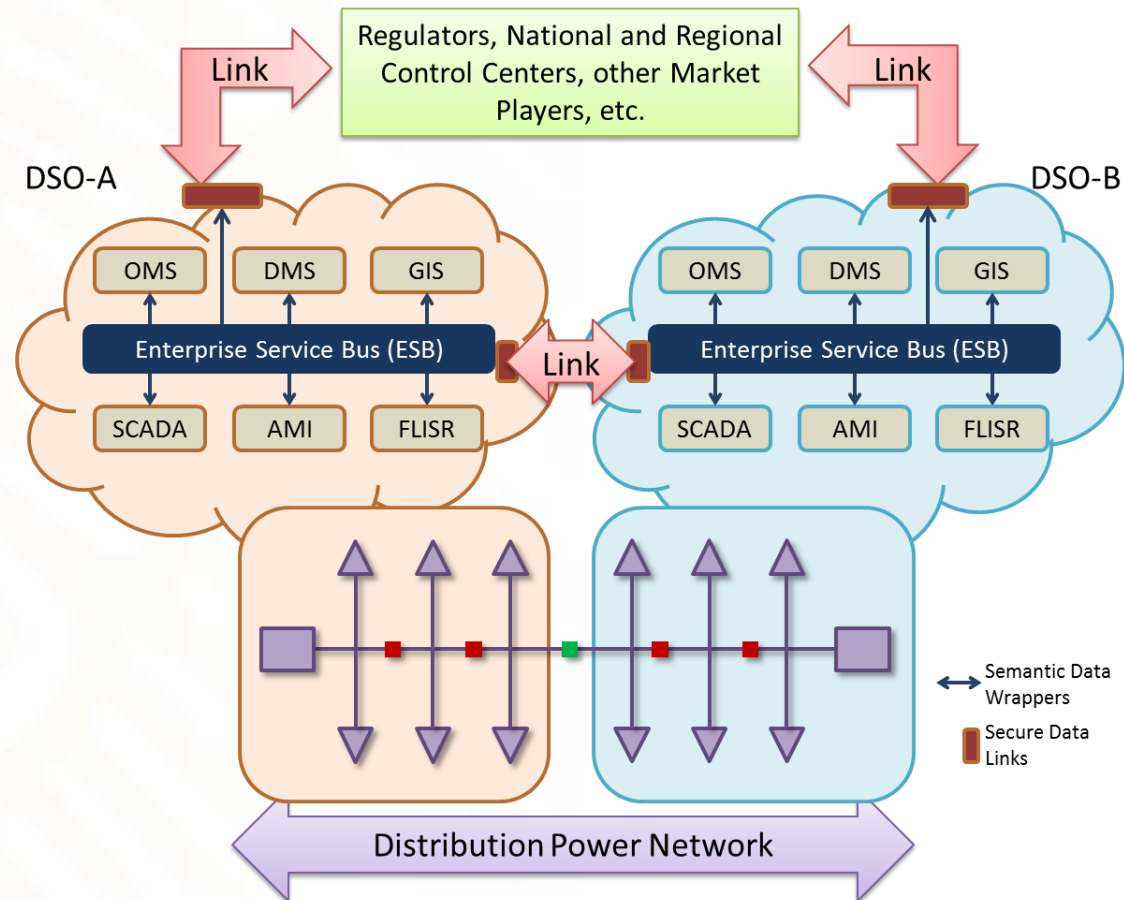
Un ejemplo



Arquitectura interoperable

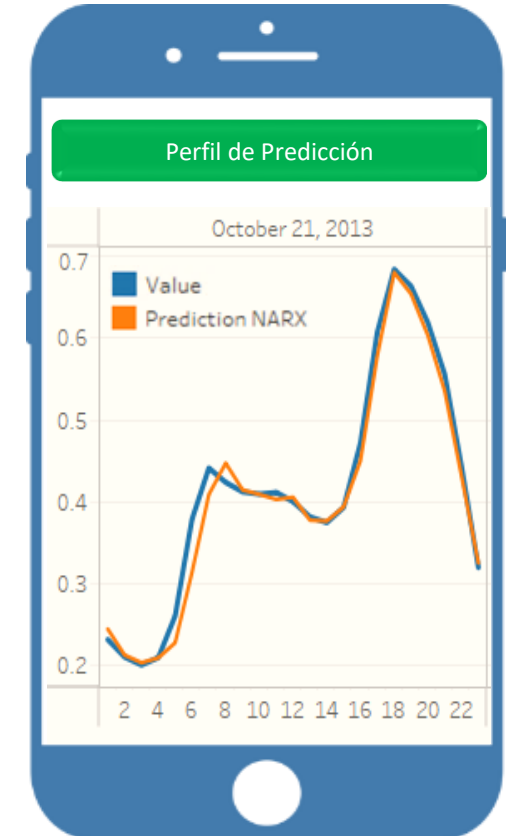
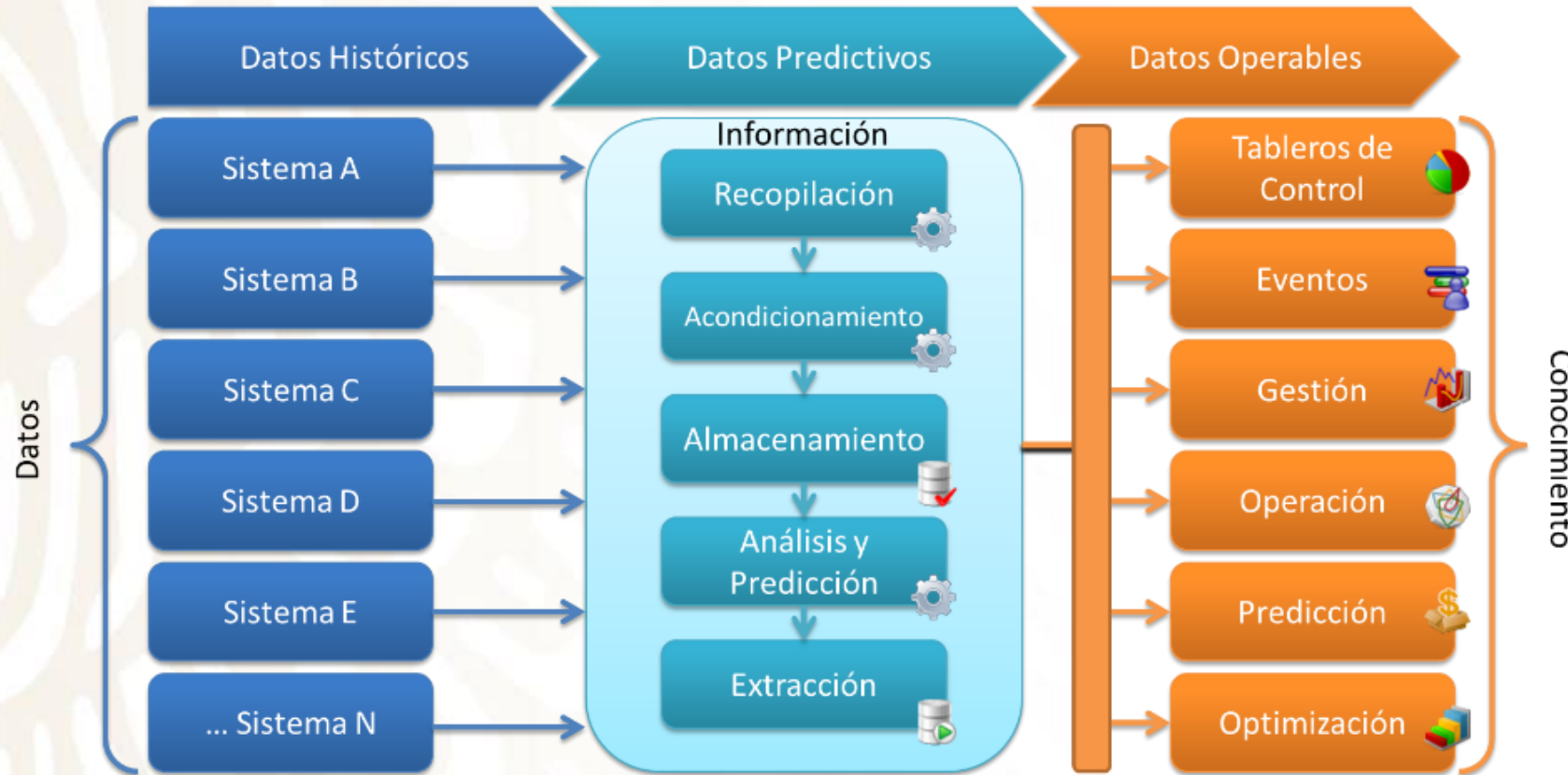


Arquitectura interoperable



A. Espinosa, S. Gonzalez, H.R. Aguilar, Results of applying a semantic interoperability strategy in Smart Grid applications for DSO in Mexico, CIGRE Session 2016, General Meeting.

Gestión Inteligente de datos y procesos



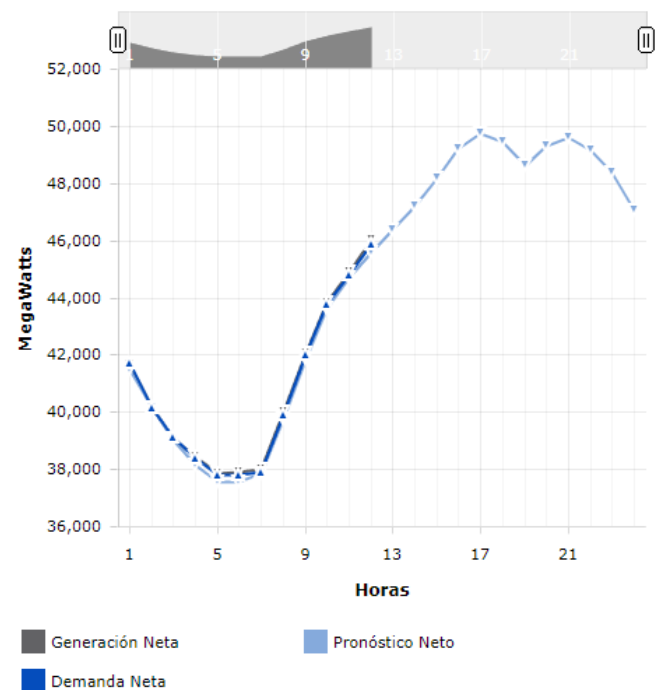
Gestión Inteligente de datos y procesos

Gráfica de Demanda

Lunes 20 Mayo 2024

Sistema: Sistema Interconectado Nacional

Región: ---



Fuente: CENACE

<https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/OperacionSEN.aspx>

UCM - CFE



transicionenergetica.ineel.mx

CONFIGURACIÓN DE VARIABLES ELÉCTRICAS

Estados Mediciones Acumuladores

Punto de estado Añadir

Id	Equipo eléctrico	Nombre de señal
0	PAR 04350	IN-04350 ALIMINT
2	ALV 04025 D0001	IN-D0001 SEC RED
4	PAR 04020 D0001	IN-D0001 SEC RED
6	ALV T1	AL-T1 FVCD/ANORM RELE
8	ALV 45015	CU-45015 BC Cerrada
9	ALV 45015	PR-59NC 45015
10	ALV 42054	CU-42054 SP Cerrada

CONFIGURACIÓN DE PUNTO DE ESTADO

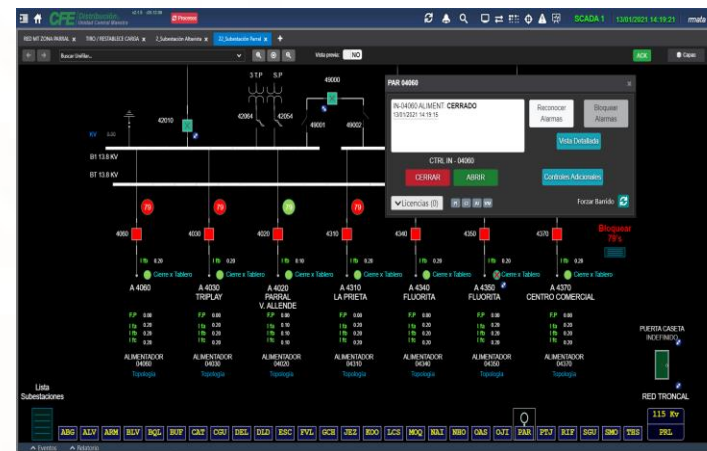
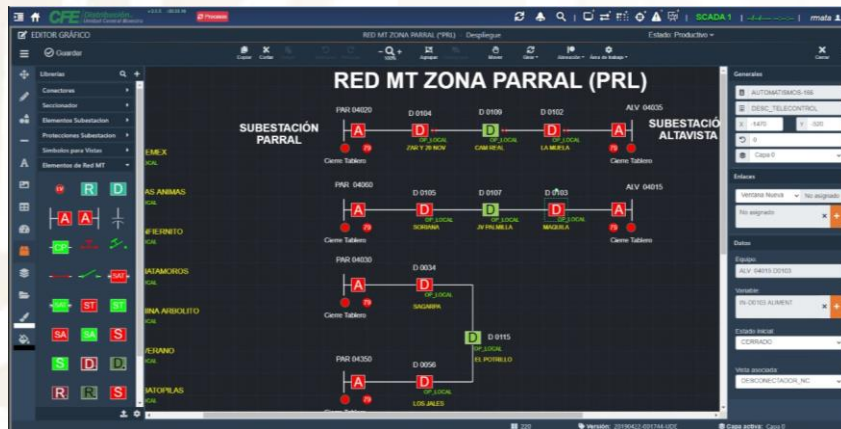
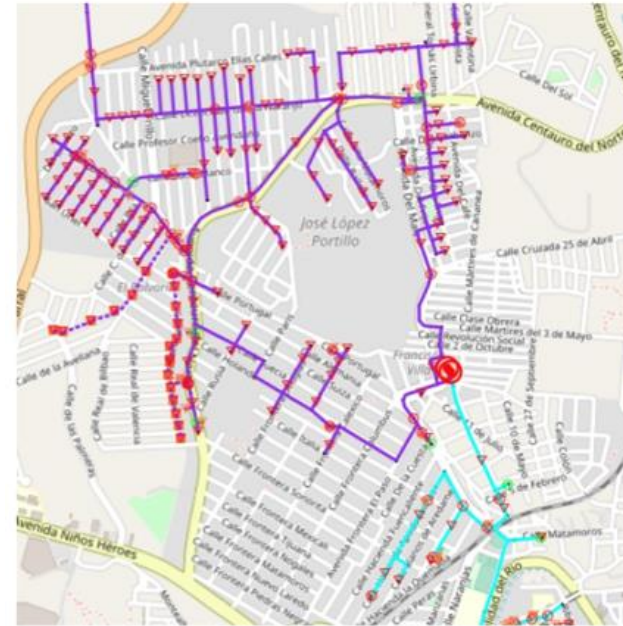
Detalles

Identificador (Id): 0

Nombre de señal:

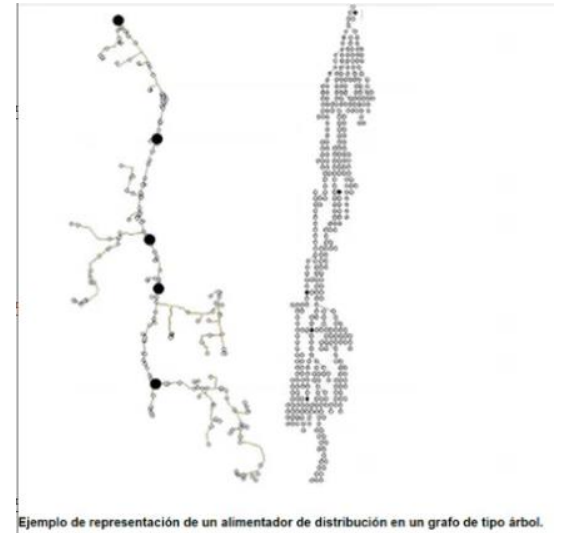
Modificar nombre

Subestación asociada:



Aplicaciones de IA

- Análisis de confiabilidad.
- Optimización de topología de la red.
- Identificación y localización de fallas.
- Generación de secuencias de restablecimiento.
- Inspección de circuitos de MT.
- Mantenimiento basado en confiabilidad y condición.
- Pronóstico de demanda y generación.
- Chatbot para estado de circuitos en tiempo real.



Fuente: Alejandro Razo Miranda, El uso de la IA en la Ingeniería de Distribución, RVP-AI, ROC&C 2023.

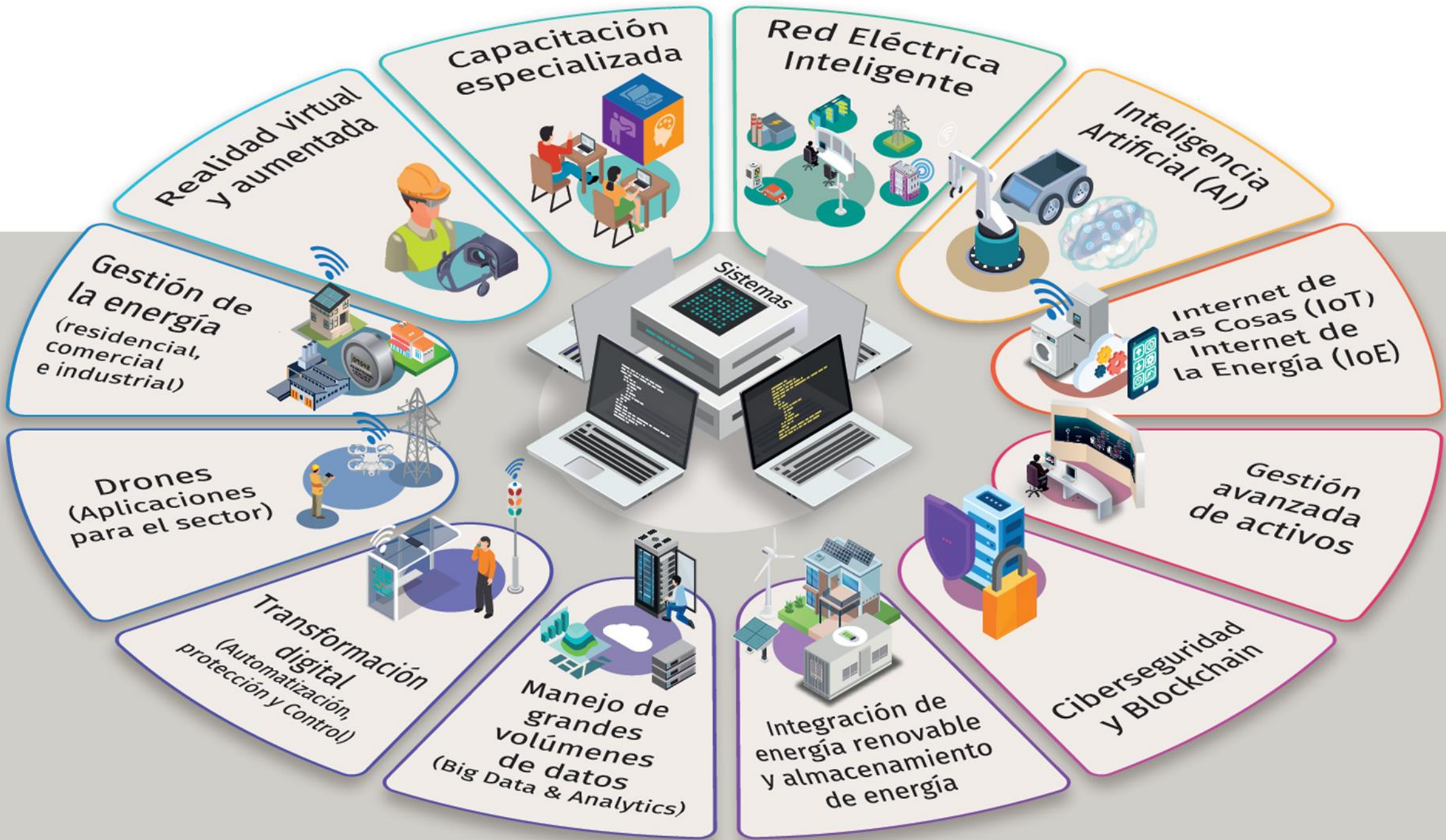
Megatendencias tecnológicas



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS



Conclusiones

- El Internet de las Cosas (IoT) y la digitalización llegaron para quedarse.
- La **cantidad de datos** que se generan en los procesos energéticos, medio ambiente y sociales está creciendo de manera acelerada.
- Se cuenta con mucha **información histórica** que no es sencillo procesar de manera integral, a esto se agrega la **información en tiempo real** (*streaming*) de equipos y procesos.
- Las **fuentes de datos** son muchas y variadas.
- Para mejorar la **utilidad de los datos**, se requiere de **modelado descriptivo** que genere metadatos para su correcta interpretación sintáctica y semántica.
- Para mejorar el **uso de la información**, se requiere de **modelado predictivo, analíticos avanzados** y aplicaciones de **visualización efectiva**.
- La aplicación de nuevas tecnologías en el procesamiento avanzado de la información permitirá enfocar esfuerzos en el corto, mediano y largo plazo.

Resumen

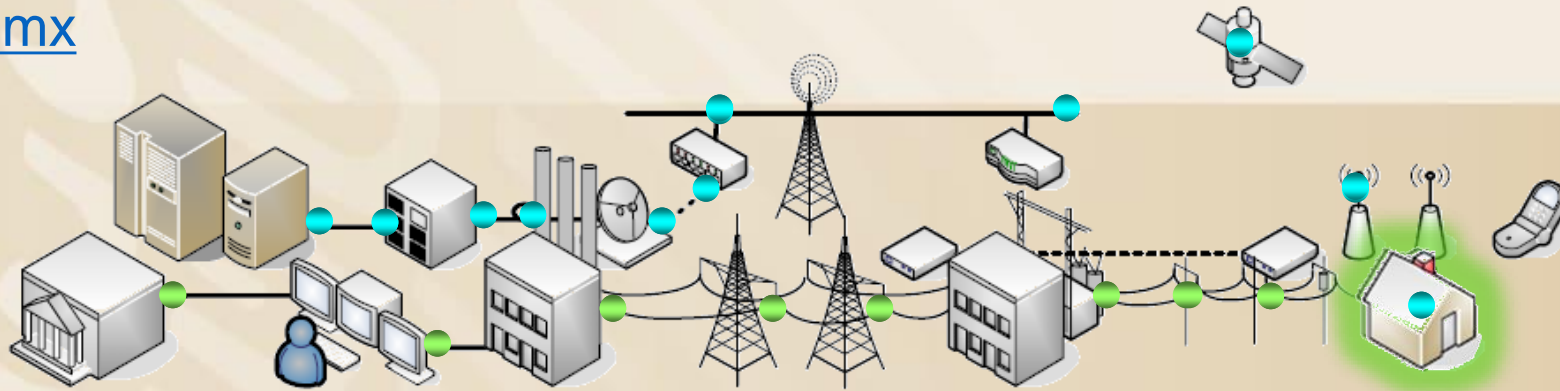
1. El futuro tiene que ser “verde”.
2. El futuro estará guiado por los datos.



Elabora un logotipo esquemático para la "digitalización" en la red eléctrica inteligente



Contacto:
Alfredo Espinosa Reza
aer@ineel.mx



SENER
SECRETARÍA DE ENERGÍA



INEEL
INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS