

TICs: Consumo eléctrico, huella de carbono e impacto de la Transformación Digital.



MULTI III CONGRESO
DISCIPLINARIO
CIENCIA Y VINCULACIÓN PARA EL DESARROLLO

Ing. Armando De Giusti

Profesor Titular Facultad de Informática UNLP

Presidente de la Academia de Ingeniería de la Provincia de Bs. As.

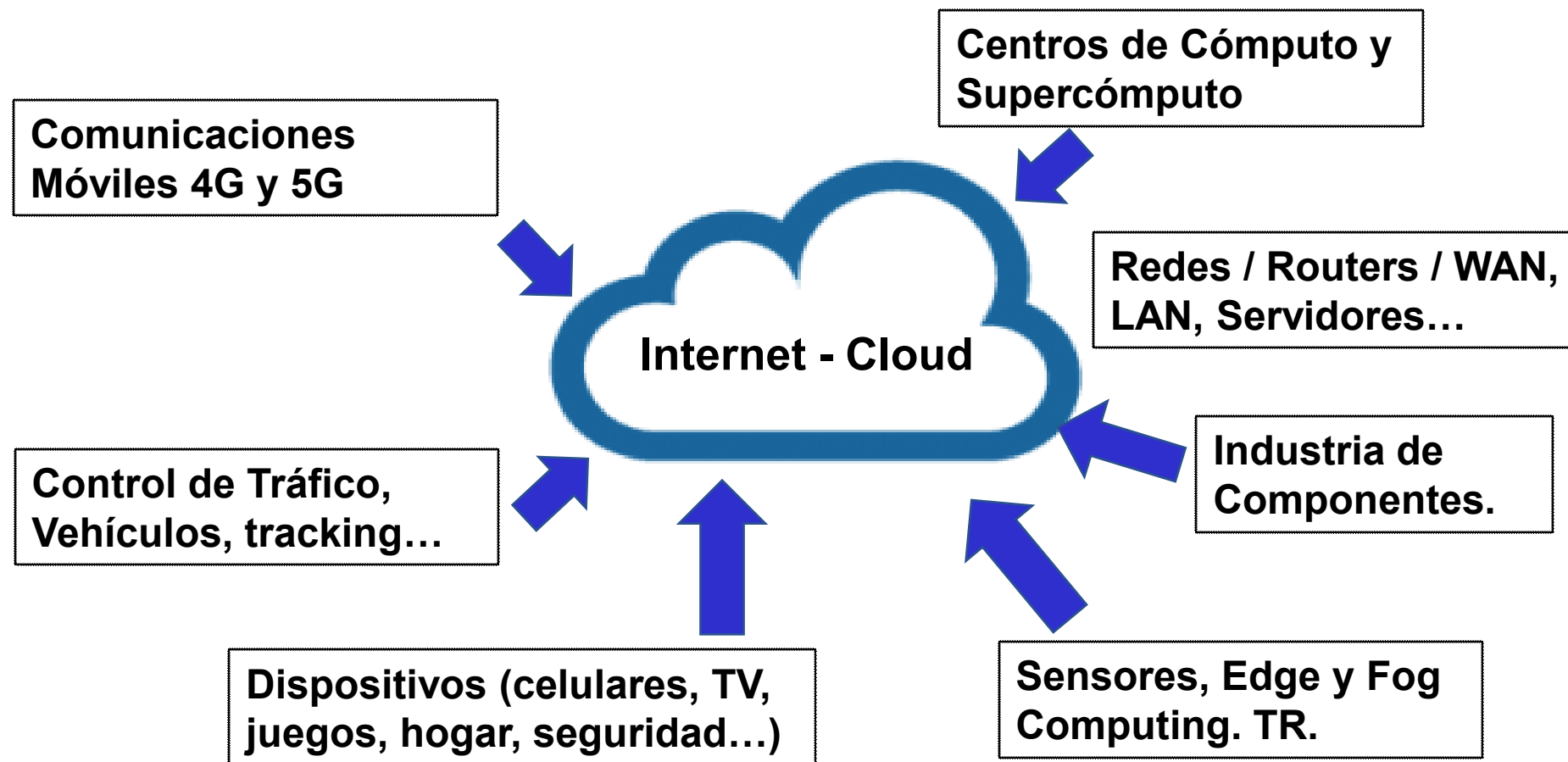
TICs: Consumo eléctrico, huella de carbono e impacto de la Transformación Digital.

AGENDA.

- Consumo eléctrico de las TICs e impacto en CO₂
- Transformación Digital y consumo eléctrico.
- El desafío de medir consumo y emisiones de CO₂
- Notas sobre Canadá, Bélgica, Francia y Argentina
- Efecto de las Tecnologías emergentes
- Centros de Datos: La experiencia de Irlanda
- Algunas Reflexiones/Conclusiones



TICs: Algunas fuentes de Consumo de Energía



TICs: Consumo de Energía



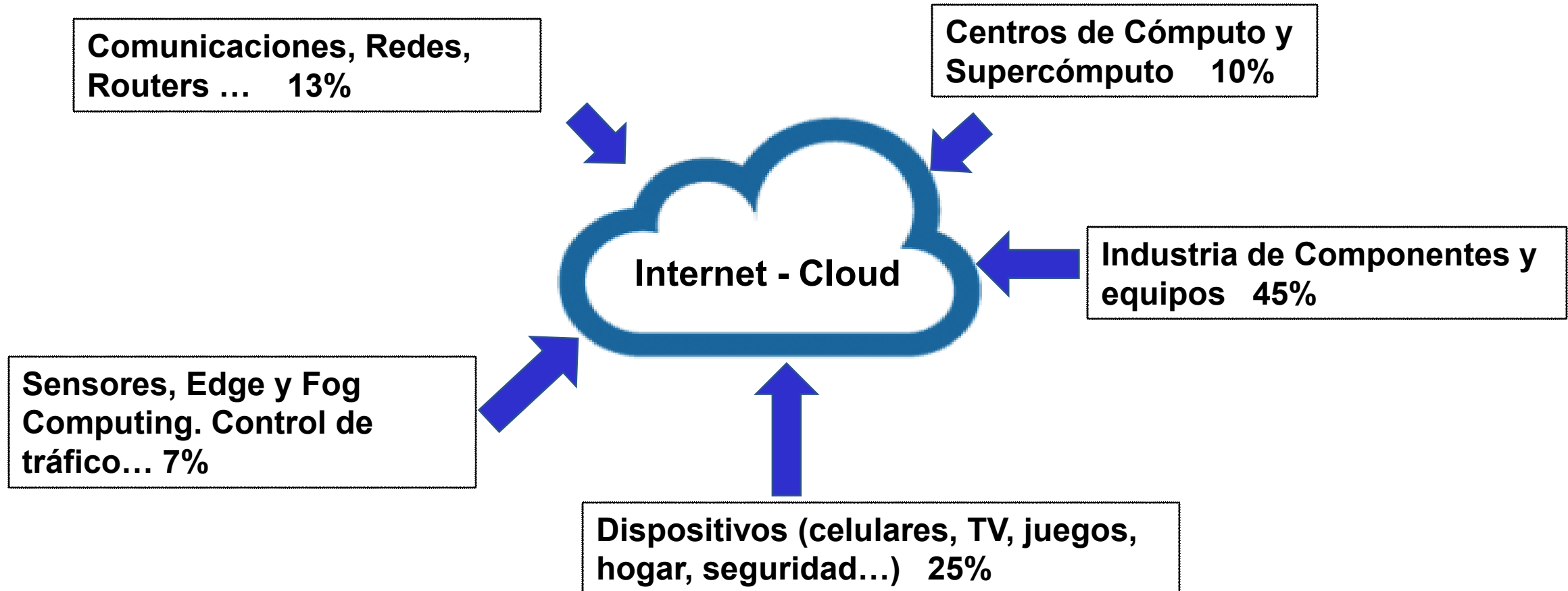
**Consumo mundial:
22.000 TWh**



**Consumo de las TICs:
2.000 TWh**

TICs: Algunas fuentes de Consumo de Energía

Cómo se distribuyen estos 2000 TWh?



Crecimiento del consumo de Energía y Transición Energética/ Huella de Carbono



**Consumo mundial:
22.000 TWh**

CRECE aprox. 2% por año



**Consumo de las TICs:
2.000 TWh (9 %)**

**CRECE más del 3% por año.
Estimado 50% para 2030**

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Consumo mundial de electricidad por las TICs

Consumo mundial de electricidad (estimado)	Aprox. 22.000 TWH
Total estimado de consumo de las TICs	Aprox. 2.000 TWH
Centros de Cómputo	Aprox. 200 TWH
Redes e Internet	Aprox. 250 TWH
Usuarios finales	Aprox. 550 TWH
Fabricación de componentes TIC	Aprox. 1.000 TWH



TICs: Consumo eléctrico e impacto de la Transformación Digital.

La transformación digital se define como un proceso donde las tecnologías digitales permiten innovaciones disruptivas por las cuales las organizaciones (empresas, gobierno, industria) pueden dar respuestas estratégicas con valor agregado.

Esta transformación está “conducida por software”.

La Transformación Digital se relaciona directamente con el cambio tecnológico y genera cambios estructurales que deben superar barreras organizativas y en un contexto de adaptación para el personal y los usuarios.

Impacto sobre el consumo energético...

Importancia de los recursos humanos...

Vectores de la Transformación Digital

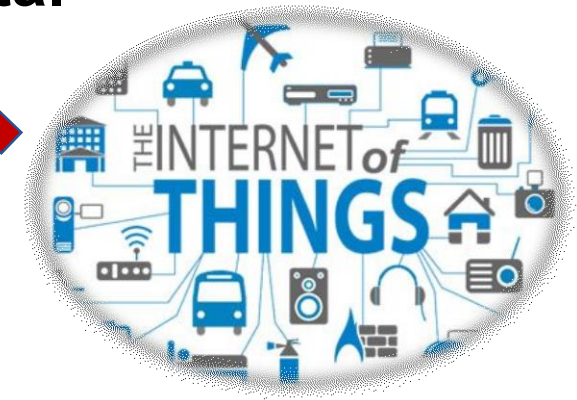


IA



Big Data

Aplicaciones en
Transformación Digital



“Inteligencia Artificial en todas partes”

TICs: Consumo eléctrico e impacto de la Transformación Digital. EJEMPLO simple



OpenAI ha revelado que entrenar ChatGPT les costó 100 millones de dólares y les llevó 100 días utilizando 25.000 GPU NVIDIA A100.

Los servidores con estas GPU consumen unos 6,5 kW cada uno, lo que supone un consumo de energía estimado de **50 GWh** durante el entrenamiento.
Y el agua ??

Transformación Digital y Energía

Automatizar tareas plantea la aplicación de máquinas a tareas previamente realizadas por humanos o, cada vez más, a tareas que ningún ser humano puede realizar.

Crear nuevos servicios o respuestas inteligentes a usuarios de todo tipo, generando nuevas interacciones con valor agregado y nuevas posibilidades con mayor eficiencia.



*++Procesamiento y ++Comunicaciones significan
++Consumo de Energía y ++Emisiones de CO2*

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El desafío de MEDIR

Desde un punto de vista técnico es posible detallar la electricidad que consumen las TIC a nivel mundial, pero es muy difícil por los muchos miles de millones de dispositivos en uso y la dificultad de recoger, almacenar y procesar el volumen de datos involucrados.

La eficiencia ha mejorado en los últimos años, lo cual resulta en un menor consumo de energía para una respuesta determinada.

Pero a más performance... más demanda de servicios sobre procesadores y redes y mayor consumo energético global ... por ende mayores emisiones de GEIs. (Tomemos el ejemplo simple de los servicios de streaming...)



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El desafío de MEDIR

La complejidad de los “sistemas TIC” en el mundo actual requiere movimiento de datos críticos entre puntos de “procesamiento” y “usuarios” e implica la necesidad de incrementar la seguridad en las redes con aumentos significativos en el consumo de energía.

Una estimación actual es que aproximadamente el **10%** de la capacidad de los equipos TIC se dedica a la ciberseguridad y que el **20%** de las operaciones de los sistemas TIC se emplean de manera similar, con lo que tendríamos que el consumo anual global de energía en ciberseguridad es de aproximadamente **300 TWh**.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Mayor empleo de TICs disminuye las emisiones?

La industria informática afirma que la creciente eficiencia de los equipos digitales reduce las emisiones de GEI.

A su vez quienes se preocupan por la sostenibilidad destacan el aumento proyectado del consumo de energía por parte de las TIC, así como el uso cada vez mayor de materiales raros y contaminantes para la fabricación de dispositivos y chips digitales, significan un crecimiento en estas emisiones.

Los datos de actividad económica relacionada con las TICs y las emisiones de CO₂ muestran una correlación significativa... lo cual nos dice que si bien hay actividades TIC que “ahorran” gasto energético, el crecimiento explosivo de su uso lo compensa largamente.



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Mayor empleo de TICs disminuye las emisiones??

Mayor Desarrollo TIC		Emisiones KTn CO ₂		
CHINA	19 %	CHINA	12 MTn	31 %
USA	16 %	USA	5 MTn	13 %
INDIA	8 %	INDIA	2.8 MTn	7 %
JAPON	4 %	RUSIA	2.1 MTn	5 %
ALEMANIA	3 %	JAPON	1.15 Mtn	1.2 %
RUSIA	3 %	BRASIL	1.15 Mtn	1.2 %
BRASIL	2.5 %	IRAN	1.15 Mtn	1.2 %
INDONESIA	2.5%	INDONESIA	1.15 Mtn	1.2 %

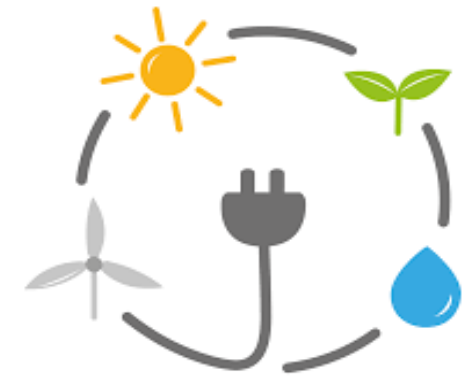
Total 8 Países == 58%

Total 8 Países == 60.8 %

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Fuentes de generación de electricidad y CO₂

Fuente de Generación	CO ₂ Gr/Kw de energía
Petróleo	650
Gas	182
Hidroeléctrica	24
Nuclear	12
Eólica	11
Solar	48



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Comentarios sobre Canadá y Argentina



Canadá, que produce casi el 60% de su electricidad a partir de fuentes bajas en carbono como la hidroelectricidad o la energía eólica y solar, es un ejemplo interesante: por un lado, parte de esta energía se utiliza para extraer el gas y el petróleo de esquisto que posteriormente exporta.

Por otro lado, también exporta energía hidroeléctrica a los Estados Unidos de América.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Comentarios sobre Canadá y Argentina



Un estudio prospectivo 2015-2030 sobre el aumento de la demanda de centros de datos en Canadá, encontró que cubrir esa demanda reduciendo las exportaciones hidroeléctricas puede obligar a los EE. UU. a aumentar su propia generación de electricidad sin bajas emisiones de carbono.

Es necesario optimizar el equilibrio de para reducir el efecto global.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Bélgica, Francia, Argentina

Las emisiones de carbono por kWh de electricidad varían mucho de un país a otro dependiendo de las fuentes primarias de energía que se utilizan. Países como Bélgica y Francia, que generan la mayor parte de su electricidad a partir de plantas nucleares, tienen una emisión promedio de CO₂ muy baja: muy por debajo de 100 g por kWh de electricidad.



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Bélgica, Francia, Argentina

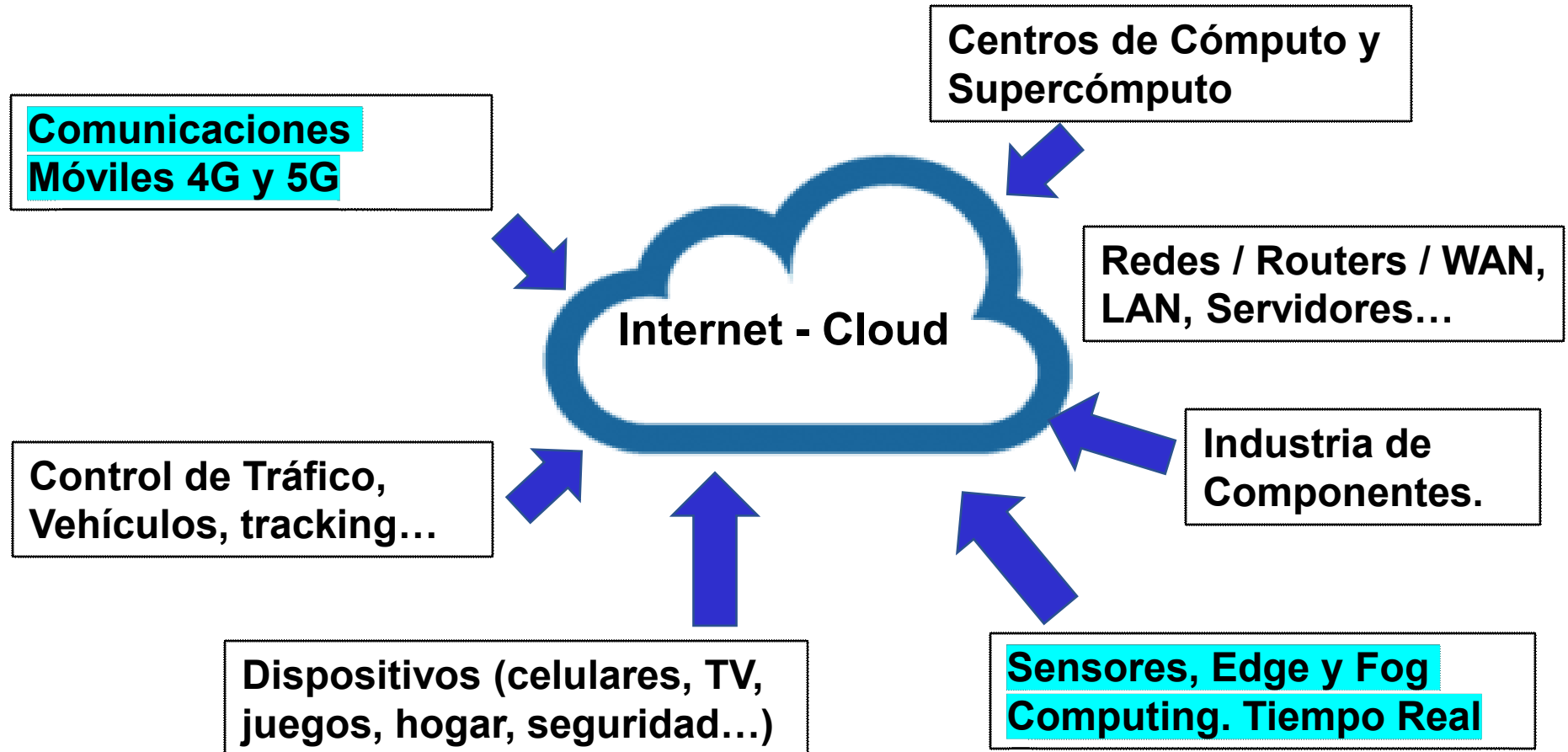


Es interesante ver el caso de Argentina, donde la matriz energética tiene al gas como el componente principal (y creciente) y al petróleo en segundo lugar (y decreciente). Los planes de empleo de energías renovables se cumplen lentamente, sin que su incidencia llegue al 15% al momento. La generación eléctrica por las centrales nucleares se mantiene constante desde hace más de una década. [Notar Brasil y Uruguay.](#)

Y el tema del LITIO ??

Consumo eléctrico de las TICs

Tecnologías emergentes



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Tecnologías Emergentes empleadas en la Transformación Digital

Dos importantes evoluciones tecnológicas actuales dan como resultado mayores aumentos en el consumo de energía de las TIC:

- ***La adopción de estándares 5G para redes móviles***
- ***El uso cada vez mayor de Edge Computing.***

Ambas transiciones son buenos ejemplos de la manera en que evoluciona el consumo de energía de las TIC. La Asociación del Sistema Global para Operadores Móviles (GSMA) indica que entre el **20% y el 40%** de los gastos operativos de los operadores de red corresponden actualmente a electricidad, y que 5G puede causar un aumento sustancial de consumo de energía en las redes. ***POR QUE ??***

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Tecnologías Emergentes empleadas en la Transformación Digital

- Edge Computing es una tecnología que reduce las comunicaciones de red al instalar el procesamiento y almacenamiento de datos cerca del usuario.
- Reduce drásticamente la latencia para aplicaciones 5G “en tiempo real”, como automóviles, juegos o vídeos conectados, y también reduce las transferencias de datos de larga distancia que utilizan grandes cantidades de energía.
- ***Sin embargo, también conlleva la incorporación de numerosos centros de datos pequeños que no sustituyen completamente a la nube, sin la optimización energética de las instalaciones a gran escala.***

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El efecto de las Tecnologías Emergentes

Una fuente de consumo de electricidad es la expansión de las criptomonedas (incluidas tanto la “minería” como las ventas) y, de manera más general, el uso de **“blockchain”** con transacciones distribuidas..

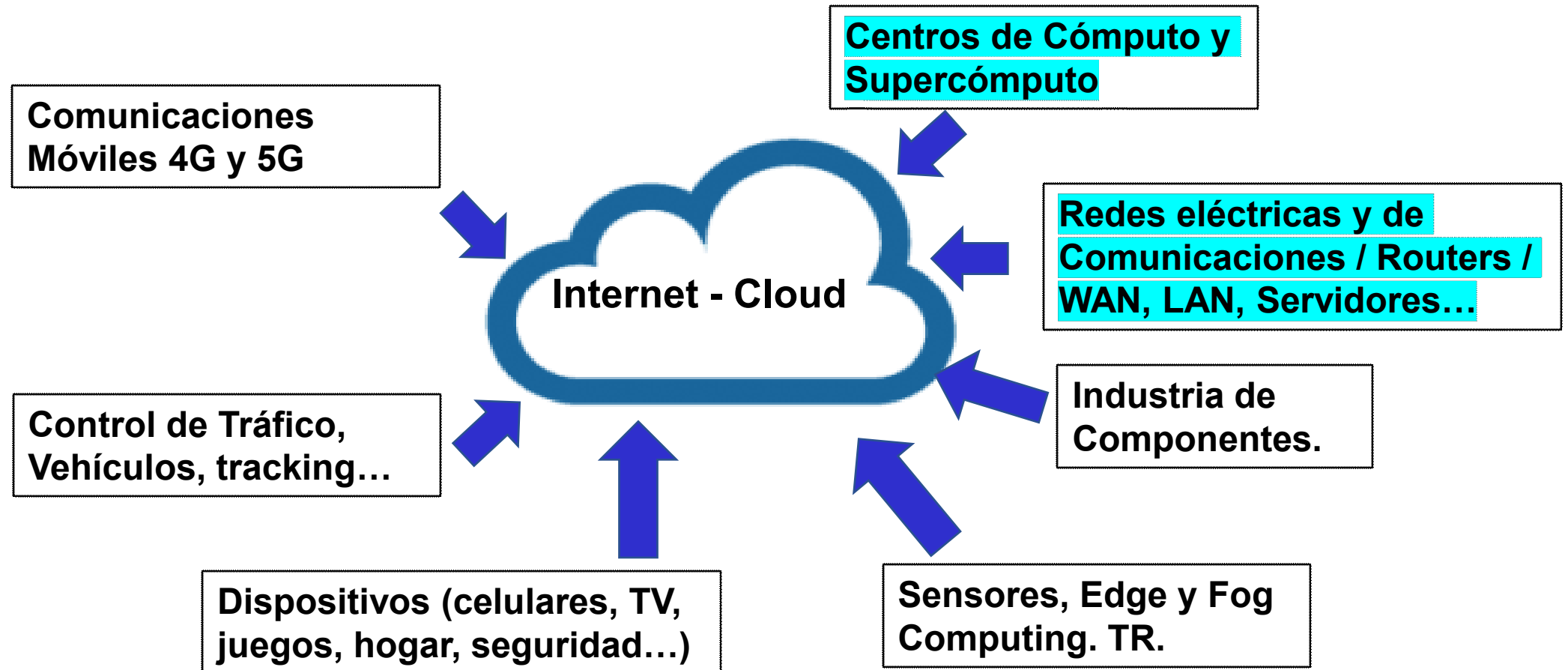
Estas tecnologías dependen de una gran cantidad de transacciones distribuidas simultáneas en decenas/cientos/miles de servidores. Generan un tráfico intenso y procesamiento de transacciones distribuidas en diferentes países/regiones.



Generan alto consumo eléctrico por procesamiento y comunicaciones.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Centros de Cómputo. Concepto de Eficiencia (PUE)



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El caso de los Centros de Datos en Irlanda

Irlanda es un país pequeño (demanda pico de potencia anual <7 GW). El desarrollo económico del país ha sido impulsado durante muchos años por la inversión extranjera en alta tecnología, particularmente de empresas estadounidenses como Microsoft, Intel, Google, Amazon, Facebook, etc.

Actualmente, la generación se realiza principalmente a gas.

El objetivo actual de descarbonización para la industria energética de Irlanda se fija en un 80% de generación con bajas emisiones de carbono para 2030.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El caso de los Centros de Datos en Irlanda



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El caso de los Centros de Datos en Irlanda

Hay una tensión entre la política industrial (expansión de los centros de datos) y el costo que significa en generación y transmisión de energía.

Uno de los centros de datos más recientes está configurado para que la empresa china Byte Dance soporte su aplicación TikTok.

La inversión de capital se estima en 420 millones de euros y la planta tiene una demanda de energía de 60 MW. Es sólo uno de varios proyectos de este tipo.



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El caso de los Centros de Datos en Irlanda



Se estima que, en un escenario de expansión mediana, el **28 %** de la demanda de electricidad irlandesa se originaría en centros de datos para 2031. Proyecciones más agresivas muestran un posible aumento del **31 %** para 2027.

Los problemas en la zona de Dublín se deben principalmente a la falta de capacidad de transmisión de energía.

Estos problemas ***no pueden resolverse*** ni a corto ni a medio plazo y muy posiblemente ni siquiera a largo plazo.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

El caso de los Centros de Datos en Irlanda

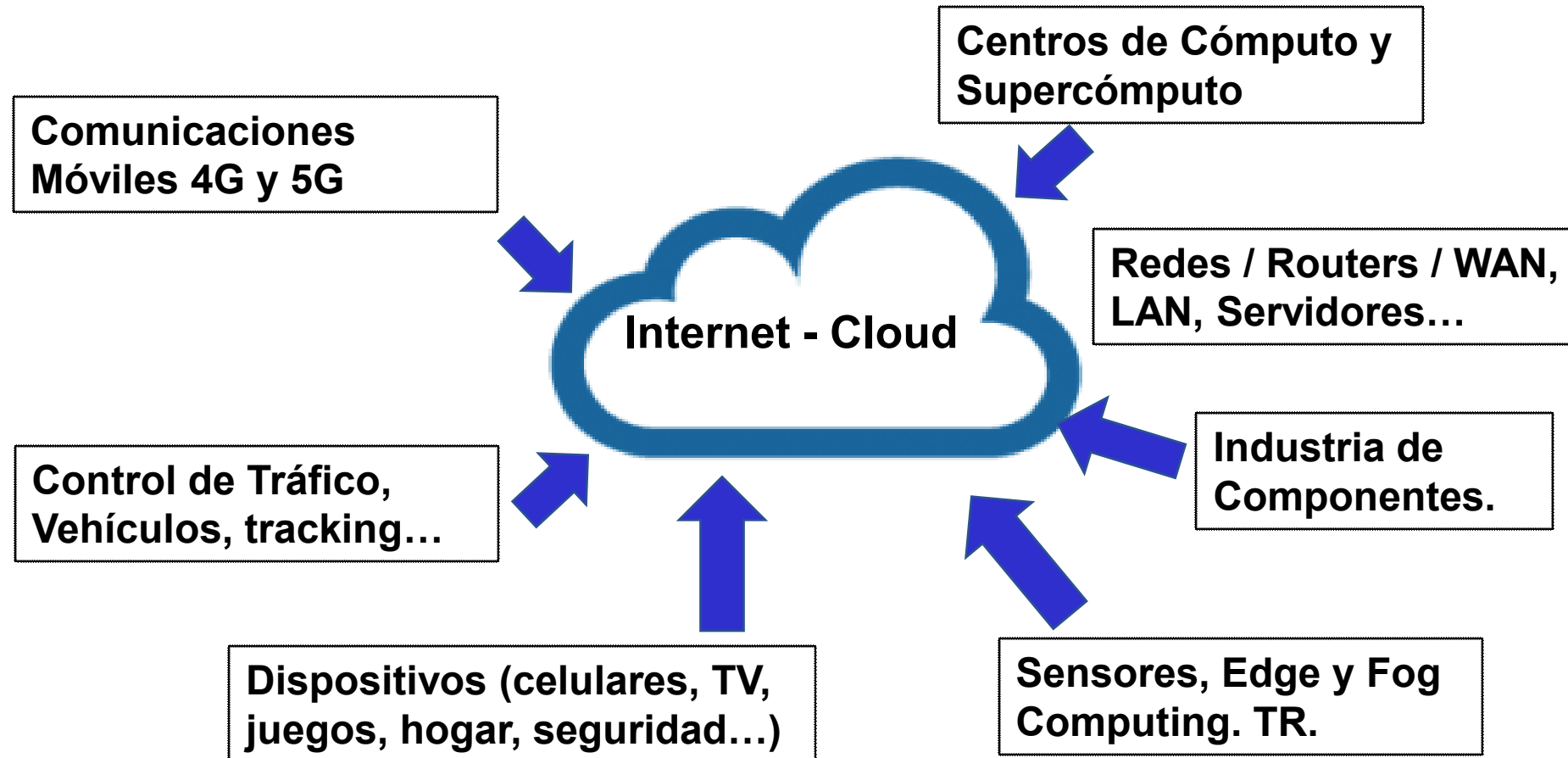


La Comisión Irlandesa para la Regulación de Servicios Públicos (CRU) ha emitido recientemente nuevas regulaciones.

- No se permitirán más centros de datos en el área de Dublín (se procesarán las solicitudes existentes).
- La generación de reserva del centro de datos debe estar disponible en caso de que surjan problemas de suministro. EirGrid puede desconectar los centros con un aviso de 1 hora.
- **Se permitirán futuros centros de datos donde puedan acomodarse fácilmente en la red de transmisión.**

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones



Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones



Si bien el impacto ambiental de otras industrias ha sido objeto de estudios y serias preocupaciones durante décadas, el impacto de CO₂ de la industria de las TIC solo ha surgido en los últimos años debido a la omnipresencia de Internet y la tecnología inalámbrica en la sociedad, con una participación creciente de las TIC en el consumo eléctrico a nivel mundial.

“Inteligencia Artificial en todas partes” es un mensaje atractivo... pero costoso en términos eléctricos y ambientales.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones



Debido a la complejidad de las redes informáticas y de comunicaciones, sin la disponibilidad de conocimientos expertos, es difícil comprender las interacciones entre las aplicaciones, el uso, la infraestructura y el consumo de energía.



Por esto es crítica la formación de Recursos Humanos en el manejo de tecnologías de Transformación Digital.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones

El PUE de los Centros de Cómputo y Supercómputo ha ido cayendo constantemente durante la última década pero, a pesar de ello, el consumo general de energía de los centros de datos ha aumentado a medida que la expansión de las instalaciones superó las mejoras en la eficiencia.

Cómo obtener (y mejorar) el PUE considerando el complejo sistema distribuido de las TICs?? (antes hay que definirlo...)

Cómo considerar la fuente primaria de la generación eléctrica y su impacto en la emisión de CO₂ ?

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones



La transición energética es un problema central para todo el mundo.

Las líneas de trabajo internacional para disminuir las emisiones de CO₂ confrontan con el crecimiento de la demanda eléctrica, en particular por las TICs.

Un punto focal es analizar el impacto de la fuente de generación de energía ... y este punto está cambiando decisiones radicalmente.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones



En Argentina la demanda de energía vinculada con las TICs (y su consecuente efecto sobre los GEI) es creciente, en un modo similar al resto del mundo aunque el retraso tecnológico hace que el proceso tenga un cierto “retardo”.

La matriz energética actual nos permite un camino “razonable” en la transición energética con el crecimiento del uso de gas sobre el petróleo en la generación de electricidad.

Consumo eléctrico de las TICs y emisiones de CO₂

Algunas Reflexiones/Conclusiones



En Argentina quedan muchos pasos por dar en el empleo de energía renovable para alcanzar los objetivos fijados para 2030 en los planes del país.

La generación hidroeléctrica ha perdido peso relativo en la generación energética.

La discusión sobre nuevas centrales nucleares es un tema pendiente que merece analizarse en relación con el “costo-beneficio” de las mismas.

TICs: Consumo eléctrico, huella de carbono e impacto de la Transformación Digital.



PREGUNTAS ??

