



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Smart Grids: Estudio y gestión energética en Centros de Computación.

Autor:

Lucas Velázquez, Celia

Tutor:

**Poza García, David Jesús
Departamento de Organización de
Empresas y CIM**

Valladolid, Mayo, 2018.



RESUMEN:

El propósito de este documento es hacer un análisis acerca de la energía mundial consumida por los Centros de Datos como elemento clave en la infraestructura de las Smart Grids, investigando para ello sobre el entorno y el contexto en el que se encuentran, así como las barreras y limitaciones a las que se enfrentan.

Por tanto, el principal objetivo de este Trabajo Fin de Grado es conocer, de la forma más realista y contrastada posible, cual es el consumo energético mundial ejercido por los Centros Computacionales en la actualidad, cual ha sido la evolución desde su nacimiento y que previsiones realizan los expertos sobre ello para los próximos años.

PALABRAS CLAVE:

Red eléctrica Inteligente, Ciudad Inteligente, Nube, Centro de Datos, Computación en la Nube, Consumo Eléctrico, Gestión Energética.



ABSTRACT:

The purpose of this document is to make an analysis about the global energy consumed for the Computation Centers as a key element in the Smart Grids infrastructure, investigating for the environment and the context in which it is, as the barriers and limitations that it faces.

Therefore, the main objective of this End-of-Grade Work is to know, that the objective result of this work is more realistic and verifiable, which is the global energy consumption that is exercised by the Computational Centers at present, which has been the consequence of its birth and what forecasts do the experts for the next years.

KEYWORDS:

Smart Grids, Smart City, Data Center, Cloud Computing, Electricity Consumption, Energy Management,



AGRADECIMIENTOS.

Sobre todo, quiero agradecer el trabajo realizado en este documento a:

Mi madre, María Isabel Velázquez Clavero, por todos los sacrificios que ha hecho por estar siempre a mi lado y por su infinita paciencia hacia mí.

Mi padre, Jorge Enrique Lucas Herranz, por su incondicional apoyo y constante motivación a lo largo de estos años, y por ser siempre un referente al que aspirar.

Y a mi hermana, Blanca Lucas Velázquez, por su incondicional amor, por ser hermana y amiga, y por ser siempre el hombro en el que apoyarme.

Sin vosotros nunca habría sido la persona que soy hoy. Gracias de todo corazón.

También quiero dedicarle este documento a mi amiga, Sofía Blanco Pablos, por haber llegado hasta aquí conmigo, y por brindarme siempre su cariño y amistad sin condiciones, en cualquier día y a cualquier hora.

Por último me gustaría agradecerles a mi responsable en las prácticas realizadas en la empresa Everis Spain S.L, Jesús Manuel Velede Martín, y a mi compañero, David Martín Morales, su inestimable ayuda y apoyo a lo largo de estos meses.

Índice de Figuras

Figura 2. 1: Componentes fundamentales de una Smart City. Figura de elaboración propia basada en Oula Palitto, 2015, 45.....	23
Figura 2. 2: Elementos que componen la Smart Grid. Imagen tomada de https://blog.gruponovelec.com/electricidad/como-funciona-smart-grid/ , 2017.....	25
Figura 2. 3: Objetivos energéticos Europeos. Figura tomada de http://www.ree.es/es/red21/un-modelo-energetico-sostenible	55
Figura 2. 4: Proyección de futuro para las Smart Grids. Figura de elaboración propia basada en http://www.ree.es/es/red21/un-modelo-energetico-sostenible	56
Figura 3. 1: Logo oficial de la agencia Energy Star. Imagen tomada de https://www.energystar.gov/	59
Figura 3. 2: Base utilizada y potencia de servidor por unidad en 2000 y 2005 por parte de las mayores regiones del mundo. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 3.	61
Figura 3. 3: Consumo de electricidad de los Centros de Datos por región mundial importante en 2000 y 2005. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 4.....	62
Figura 3. 4: Uso total de electricidad por los Centros de Datos en el mundo en 2000 y 2005, incluidos los equipos de refrigeración y auxiliares. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 4.....	63
Figura 3. 5: Distribución por regiones del uso de electricidad por los Centros de Datos en 2005. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 5.....	64
Figura 3. 6: Tasa de crecimiento porcentual anual promedio del uso de electricidad por los Centros de Datos en las principales regiones del mundo, 2000-2005. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 5.....	64
Figura 3. 7: Estimación de la base utilizada y del envío por servidor IDC para el mundo (por mil). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 16.	70
Figura 3. 8: Electricidad total utilizada por los centros de datos en todo el mundo (2000, 2005 y 2010). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 17.....	71
Figura 3. 9: Uso previsto de electricidad en los EE.UU. para los Centros de Datos del informe de EPA al congreso (EPA 2007) y el rango estimado en este estudio. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 15.....	71
Figura 3. 10: Uso de electricidad en todo el mundo por los Centros de Datos (2000, 2005 y 2010). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 13.	73
Figura 3. 11: Uso de electricidad en los EE.UU. para centros de datos (2000, 2005 y 2010). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 14.....	73
Figura 3. 12: Demanda mundial de electricidad de los centros de datos 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 17.	79

Figura 3. 13: Suministro de electricidad global 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 21.81

Figura 3. 14: Proporción del consumo energético mundial por Tecnologías TI (2020-2030) para el mejor de los casos respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado. Figura tomada de <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>.....81

Figura 3. 15: Proporción del consumo energético mundial por Tecnologías IT (2020-2030) para el caso esperado respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado. Figura tomada de <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>.....81

Figura 3. 16: Proporción del consumo energético mundial por Tecnologías IT (2020-2030) para el peor de los casos respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado. Figura tomada de <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>.....82

Figura 3. 17: Demanda mundial de electricidad de Tecnología de la Comunicación 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 21.82

Figura 3. 18: Proporción de uso de electricidad por las Tecnologías de la Comunicación en el mundo entre 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 22.82

Figura 3. 19: Tendencia de crecimiento del consumo eléctrico global en cada una las categorías TI para el mejor escenario del estudio. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 23.83

Figura 3. 20: Tendencia de crecimiento del consumo eléctrico global en cada una las categorías TI para el escenario esperado del estudio. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 23.83

Figura 3. 21: Tendencia de crecimiento del consumo eléctrico global en cada una las categorías TI para el peor escenario de estudio. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 24.84

Figura 3. 22: Distribución del consumo eléctrico de un Centro de Datos. Figura de elaboración propia basada en <http://www.aemsistemas.com/eficiencia-energetica-en-centros-de-datos-parte-i/>, 2016, http://www.apc.com/salestools/VAVR-5TDTEF/VAVR-5TDTEF_RO_LS.pdf, 2010.87

Figura 3. 23: Logo oficial de la Red Eléctrica española. Imagen tomada de <http://www.ree.es/es/conocenos/logos-identidad-corporativa>.....99

Figura 3. 24: Logo oficial de la principal compañía de transporte de gas natural en España y Gestor Técnico del Sistema Gasista español. Imagen tomada de <http://www.enagas.es/portal/site/enagas>.99

Figura 3. 25: Tabla de parámetros y clasificación de las cenizas de los carbones. Imagen tomada de documentación proporcionada por la empresa Everis Spain S.L. 100

Figura 6. 1: Website Allegro Commodity Management: Gestión de Servicios públicos. <https://www.allegrodev.com/industry/> 112



Figura 6. 2: Website Allegro Commodity Management: Gestión de Servicios públicos. <https://www.allegrodev.com/industry/utilities/>..... 113

Figura 6. 3: Website Allegro Commodity Management: Gestión de Servicios públicos. Electricidad <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/> 114

Figura 6. 4: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Trading. <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/> 115

Figura 6. 5: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Operaciones y Logística. <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/> 115

Figura 6. 6: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Gestión del Riesgo. <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/> 116

Figura 6. 7: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Contabilidad. <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/> 116



Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Factor PUE. Efectividad del uso de la energía. Tomada de http://www.teksar.mx/pue-y-dcie-lo-que-debes-de-conocer/	62
Ecuación 2: Relación entre el uso de electricidad para cada año entre 2011 y 2030, el tráfico de IP del centro de datos global y la mejora de la eficiencia de la electricidad. [27].....	78
Ecuación 3: Cantidad de electricidad utilizada por las TI. [27]	80



Índice

1. INTRODUCCIÓN:	17
2. SMART GRIDS:.....	21
2.1. ¿Qué son?.....	21
2.2. Entorno: Smart Cities.....	21
2.3. Características de la Smart Grid.....	23
2.4. ¿Cómo funcionan?	24
2.5. Elementos de la Smart Grid.	25
2.6. Centros de Datos como elemento clave de la Smart Grid y la Smart City. ..	27
2.7. Marco Regulatorio para la protección y tratamiento de Datos.....	30
2.7.1. Ámbito nacional.....	30
2.7.2. Ámbito comunitario.....	30
2.7.3. Situación actual.	31
2.7.4. Régimen Jurídico.....	31
2.8. Necesidad de la Smart Grid, ¿Para qué sirve?	48
2.9. Marco Regulatorio para las Smart Grids.	49
2.10. Historia y evolución.....	51
2.11. Smart Grid frente a la Red Eléctrica tradicional.	51
2.11.1. Ventajas de las Smart Grids:.....	52
2.12. Barreras a las que se enfrenta la Smart Grid.	53
2.13. Proyección de futuro.....	54
3. CONSUMO DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO CLOUD:	57
3.1. ¿Qué es un Centro de Datos o Centro de Almacenamiento Cloud?	57
3.2. ¿Cómo funcionan y qué funciones realizan?	58
3.3. ¿Cuánta energía consume un Centro de Datos?	58
3.3.1. Electricidad utilizada en todo el mundo por los Centros de Datos entre los años 2000-2005.....	60
3.3.2. Electricidad utilizada en todo el mundo por los Centros de Datos entre los años 2005-2010.....	66
3.3.3. Estimación del consumo eléctrico mundial por las TIC entre 2010-2030: Tendencias.....	74
3.4. ¿Cómo se distribuye la energía consumida en un Centro de Datos?.....	86

3.5.	Comparativa en tanto por ciento del consumo eléctrico mundial de los Centros de Datos frente a otros elementos de consumo.	88
3.6.	Eficiencia energética.....	93
3.6.1.	Técnicas para reducir el consumo de energía en un Centro de Datos.....	93
3.6.2.	Negocio de las grandes comercializadoras. ETRM.....	97
4.	CONCLUSIONES:.....	101
5.	BIBLIOGRAFIA:.....	105
6.	ANEXO: ALLEGRO COMMODITY MANAGEMENT	111
6.1.	¿Qué es y en qué consiste Allegro Commodity Management?	111
6.2.	¿Para qué sirve?	112
6.3.	Allegro para la gestión de Servicios Públicos.....	112
6.3.1.	Electricidad.....	113
6.3.2.	Flujo de proceso para una operación comercial en el software Allegro Commodity Management:	116



1. INTRODUCCIÓN:

Durante este último siglo, la humanidad ha experimentado una evolución sin precedentes, fundada y asentada sobre el consumo de energía, gracias a que hasta ahora países y gobiernos, basan sus modelos energéticos en la explotación y gasto de combustibles fósiles. El problema con este enfoque surge de que, esta forma de energía no es ilimitada aunque se haya usado como tal, y de que el impacto ambiental para nuestros ecosistemas en el medio-largo plazo no ha sido tenido en cuenta, pudiendo ser este devastador como se aprecia ya en muchos casos.

Por otro lado, ante una sociedad cada día más conectada, dependiente de la tecnología y donde lo queremos todo ya, aquí y ahora, surge la necesidad de modernizar el planteamiento para la infraestructura de nuestras ciudades y hogares, dotándolo con los últimos avances tecnológicos y un nuevo modelo de actuación, como son las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs).

Es por esto que, en previsión de un futuro no tan lejano, todos los países deberán invertir tiempo, dinero y esfuerzos en la búsqueda de nuevos modelos sobre los que apoyarse, habiendo de ser estos respetuosos con el medio ambiente y facilitadores con la evolución de las sociedades futuras. Para lograrlo, será imprescindible el desarrollo y la integración de fuentes de energía renovables, tecnologías de computación y/o almacenamiento de datos, así como la implantación de la red eléctrica inteligente, más conocida como Smart Grid. La combinación de estos tres elementos, cada uno de los cuales necesita, para su desarrollo, del desarrollo particular de los otros, se considera la base de los cimientos para alcanzar la idea propuesta de ciudades del futuro o Smart Cities.

Las Smart Cities se presentan hoy en día como la solución a la desconexión y desintegración de muchos de los sistemas, infraestructuras y aspectos urbanos en nuestras ciudades, que tienen como resultado la ineficiencia de las mismas, tanto a nivel infraestructural, como social e institucional. El objetivo final de las Smart Cities es la gestión conjunta y eficiente de todos los elementos y sistemas que la componen, teniendo en cuenta su interconexión, a fin de lograr el máximo rendimiento de cada uno de ellos, lo que convergerá en el máximo rendimiento de toda la red que son las ciudades inteligentes e impulsará el desarrollo y evolución de la sociedad. Además, el objetivo es conseguir todo esto con la integración de fuentes de energía limpia o renovable, que permitan un consumo energético sostenible en el tiempo, a la vez que se reducen al máximo las emisiones contaminantes.

Como infraestructura clave de las Smart Cities, destaca la red eléctrica inteligente o Smart Grid, y es que podríamos decir que sin Smart Grid no hay Smart City.

La red eléctrica inteligente surge de la fijación por utilizar medidores y sistemas de monitoreo con el fin de controlar el consumo. Plantea un modelo energético basado en la búsqueda de la eficiencia y el ahorro energético, donde las energías limpias son la fuente principal de generación, con un sistema distribuido que disminuye la dependencia directa del sistema existente actual y favorece la generación propia, creándose así una nueva figura, los microgeneradores, de forma que cualquier elemento que esté vinculado a la red con capacidad para producir energía, puede “verterla” a la misma si así lo desea.

Con este nuevo modelo de red, se permiten una comunicación bidireccional entre los proveedores y los consumidores, usando para ello las tecnologías de la Información y la Comunicación, con el propósito de ahorrar energía, rebajar los costes y aumentar la fiabilidad. Por otro lado, gracias al desarrollo en la ingeniería eléctrica, esta red está preparada para afrontar el problema del almacenamiento energético, algo realmente difícil y caro, así como posibilita que energías no gestionables como la energía solar o eólica, sean utilizadas en mayor medida. También es capaz de afrontar la carga abundante ejercida por los vehículos eléctricos, otro de los elementos clave en esta gran red. Las Smart Grids han sido diseñadas con el objetivo de integrar y dar soporte a todas aquellas tecnologías que promuevan el uso de energías renovables y disminuyan las emisiones de CO₂.

En cuanto a la operatividad del sistema eléctrico, el incremento de las redes y la infraestructura necesaria para el desarrollo de las TICs, es algo que ya se ha ido ejecutando de forma paulatina en los años anteriores, pero para que la red eléctrica inteligente pueda ser una infraestructura viable y satisfactoria, es necesario el desarrollo e implementación de otro elemento fundamental, los Centros de Datos, y su uso remoto, la Computación en la Nube.

Si bien antes hemos dicho que sin Smart Grid no existía la posibilidad de Smart City, ocurre lo mismo para la Smart Grid con los Centros de Datos, también conocidos como Centros de Computación.

La idea de los sistemas inteligentes, Smart City y Smart Grid, se fundamenta en la recogida y análisis de grandes cantidades de datos obtenidos a través de una macro red de sensores distribuidos por toda la infraestructura, los cuales deben ser procesados y almacenados de alguna forma. Es aquí donde aparecen los Centros de Datos como elemento imprescindible para que la Smart Grid se transforme en una realidad asentada y con ella las ciudades del futuro.

La computación en la nube presenta un sistema que posibilita el acceder a la red desde cualquier punto y en cualquier momento, es decir, la transforma en una red omnipresente, accesible desde un conjunto de equipos y medios informáticos modelables como servidores, almacenamiento, redes, aplicaciones, etc. que se pueden configurar de forma rápida y sencilla según las necesidades, liberando o aprovisionando espacio por ejemplo. Por gestión de datos computacionales entendemos las muchas maneras de administrar y almacenar datos en estos entornos.

Sobre el papel, los Centros de Datos se posicionan como una buena solución al problema de cómo gestionar toda esta gran cantidad de datos, ya que proporcionan una capacidad infinita de medios para la administración y acumulación de datos, aunque como digo, esto es sobre el papel, pues en la realidad, a día de hoy todavía existen muchos factores que condicionan la utilización de forma masiva de los Centros de Datos.

El futuro de los Centros de Datos y su evolución, vendrán determinados por el nivel de los factores, disponibilidad y sostenibilidad, que sean capaces de aportar las tecnologías del futuro, Internet de las Cosas y Big Data, por las que pasa la evolución de las actuales arquitecturas, así como por los avances que se consigan en materia de eficiencia y rendimiento para los equipos y sistemas que conforman los Centros de Datos a fin lograr reducir al máximo el consumo energético de los mismos. Desde este punto de vista, algunos de los factores importantes a tener en cuenta para la viabilidad de los centros computacionales, serán los sistemas de Virtualización, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los elevados costes, el acceso y capacidad de almacenamiento o una gestión efectiva de las redes de comunicación. Pero sin duda, uno de los factores más importantes a tener en cuenta es la seguridad y el control de acceso a los datos almacenados en los mismos, ya que el ciudadano ha de tener la capacidad de ser partícipe de la información recopilada en estos Smart Data Centers que recordemos, funcionaran como núcleo en la gestión de la Smart Grid y Smart City.

Todo este radical y trascendental cambio en la forma en que nuestras ciudades y la sociedad consumen energía, junto con el imparable desarrollo de las TICs, ponen de manifiesto la necesidad de elaborar nuevas normativas y políticas regulatorias que favorezcan la transición de las nuevas redes, y con ellas la del sistema.

El principal objetivo de este trabajo final de grado es conocer, de la forma más realista y contrastada posible, cual es el consumo energético mundial ejercido por los Centros Computacionales en la actualidad, cual ha sido la evolución desde su nacimiento y que previsiones realizan los expertos sobre ello para los próximos años. Para todo esto, el presente documento se ha estructurado de la siguiente manera:

Con el capítulo 2 se pretende conocer el concepto de Smart Grid, qué son, en qué consisten, el entorno en el que se desarrollan (Smart City), de donde vienen, la normativa que existe en la actualidad, como están evolucionando o que proyección de futuro se estima para ellas. También se introducen brevemente en este punto los Centros de Datos como elemento fundamental de la Smart Grid, junto con la reciente normativa elaborada y aplicada desde la Unión Europea sobre la protección y el tratamiento de Datos personales. En el capítulo 3 se presentan y analizan los estudios realizados por diferentes profesionales e instituciones sobre el consumo energético mundial asociado a los Centros de Datos, abarcándose un espacio temporal desde el año 2000 hasta el 2030, y referenciándolo en el contexto. Además se analizan brevemente algunas de las técnicas que más relevancia toman en cuanto a la búsqueda para reducir el consumo de energía y mejorar la eficiencia en un Centro de Datos, así como una breve explicación acerca de cómo funciona el comercio de la energía (ETRM) asociado con la Smart Grid. Finalmente, en el capítulo 4 se recogen las principales conclusiones y resultados extraídos de este trabajo. En el capítulo 6 se añade, como anexo, la introducción a un software informático: Allegro Commodity Management, como posible herramienta para gestionar el comercio energético, explicado en el capítulo 4, a través de él.

2. SMART GRIDS:

2.1. ¿Qué son?

“The grid” en su traducción literal significa “La red” y hace referencia a la red eléctrica, un conjunto de líneas de transmisión, subestaciones, transformadores, generadores y demás componentes que generan y transportan la electricidad desde las plantas de energía a los hogares o negocios.

¿Qué es lo que hace que una red sea inteligente? Por un lado, el uso de los avances tecnológicos, tanto en el campo de la informática como en de las tecnologías de la información y la comunicación (TICS), que permiten una comunicación bidireccional entre la empresa generadora y/o comercializadora y sus clientes. Por otro lado, gracias al desarrollo de la ingeniería eléctrica y en el campo de almacenamiento energético, es posible realizar un chequeo o control a lo largo de las líneas de transmisión. La combinación de todos estos factores es lo que hace que la red sea inteligente.

Agrupando ambos conceptos, las Smart Grids son una forma eficiente de gestionar la energía eléctrica mediante el uso de controles, computadoras, automatización, nuevas tecnologías y equipos trabajando conjuntamente para concatenar todas sus áreas en un solo sistema de gestión con el objetivo de realizar un uso eficiente y racional de la energía a la vez que se reducen costes, incrementan su usabilidad y transparencia, y mejora el equilibrio de la oferta y la demanda entre productores y consumidores.

Se trata de una evolución, o mejor dicho, **la primera evolución real en la red eléctrica desde su nacimiento**. Pero, esta afirmación me hace cuestionarme, ¿Por qué ahora y no antes? ¿Qué ha motivado la evolución de la red eléctrica? La respuesta a estas preguntas me lleva a hacer un breve análisis del entorno en el que están incluidas las Smart Grids: Las Smart Cities.

2.2. Entorno: Smart Cities.

Se ha estudiado que más de la mitad de la población mundial vive ahora en áreas urbanas. Tales congregaciones de personas, enormes y complejas, inevitablemente tienden a convertirse en lugares desordenados. Las “megaciudades” generan nuevos tipos de problemas, problemas técnicos, físicos y materiales entre otros. La urgencia en torno a estos desafíos está provocando que gran parte de las ciudades de todo el mundo, busquen y

encuentren formas más inteligentes de gestionarlas. Estas ciudades se describen cada vez con más frecuencia con la etiqueta Ciudad Inteligente o Smart City.

Una forma de conceptualizar una ciudad inteligente es como un icono de ciudad sostenible y habitable. Según Gibson, Kozmetsky y Smilor (1992, [1]), el término 'Ciudad Inteligente' se acuñó por primera vez, a principios de la década de 1990 para indicar cómo el desarrollo urbano se estaba volcando hacia la tecnología, la innovación y la globalización. No existe una definición única e integral de Ciudad Inteligente, pero según algunas de las más utilizadas y citadas en diversas publicaciones, se han definido las Smart City como:

“Una ciudad que conecta la infraestructura física, social y comercial con la infraestructura de IT, la para aprovechar la inteligencia colectiva de la ciudad.” (Harrison et al., 2010, [1]).

“Una ciudad que se esfuerza por hacerse "más inteligente" haciéndose más eficiente, sostenible, equitativa y habitable.” (Consejo de Defensa de los Recursos Naturales, [1]).

“El uso de tecnologías informáticas (IT) inteligentes para hacer que los componentes y servicios de infraestructura crítica de una ciudad -que incluyen la administración de la ciudad, educación, salud, seguridad pública, bienes raíces, transporte y servicios públicos- sean más inteligentes, interconectados y eficientes.” (Washburn et al., 2010, [1]).

Basándose en algunas de estas definiciones de Ciudad Inteligente, Nam y Pardo (2011, [1]) profundizan un poco más en el concepto. Ellos clasifican la idea de Ciudad Inteligente según tres dimensiones: tecnología (infraestructuras de hardware y software), personas (creatividad, diversidad y educación) y comunidad (gobierno y política). Sin embargo, están mutuamente relacionados entre sí, en lugar de ser independientes. Por ejemplo, en la dimensión tecnológica, se pueden encontrar los conceptos de "ciudad digital" y "ciudad inteligente":

“Una ciudad digital se refiere a una comunidad conectada que combina una infraestructura de comunicaciones de banda ancha, una infraestructura informática flexible y orientada al servicio basada en estándares abiertos de la industria y servicios innovadores para satisfacer las necesidades de los gobiernos y sus empleados, ciudadanos, y negocios.” (Yovanof & Hazapis, 2009, [1])

“Una ciudad inteligente se usa generalmente para caracterizar una ciudad que tiene la capacidad de apoyar el aprendizaje, el desarrollo tecnológico y los procedimientos de innovación. En este sentido, cada ciudad digital no es

necesariamente inteligente, pero cada ciudad inteligente tiene componentes digitales.” (2011, [1])

Como conclusión a su análisis, Nam y Pardo(2011,[1]), representan en la siguiente figura los principales componentes que hacen una Ciudad Inteligente, entre los que se incluyen en la categoría de Factores Tecnológicos, las tecnologías inteligentes, entre las cuales estará la Smart Grid.

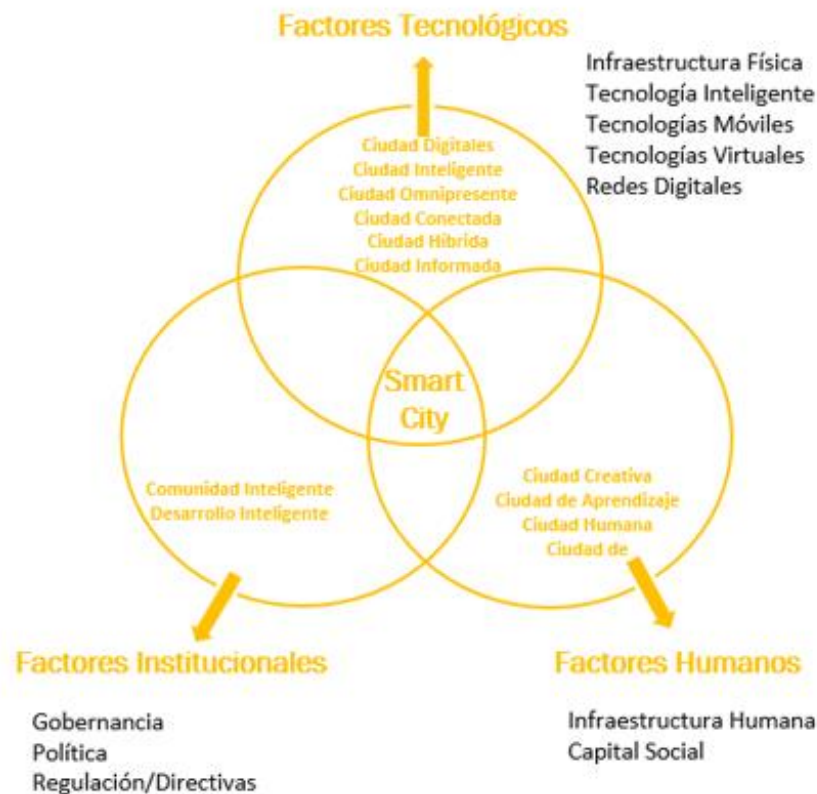


Figura 2. 1: Componentes fundamentales de una Smart City. *Figura de elaboración propia basada en Oula Palto, 2015, 45.*

Este breve análisis lo he realizado basándome en el estudio de Tesis realizado por Oula Palto, 2015, [1], para la Universidad de Jyväskylä, y sus referencias añadidas, acerca de las Smart Cities.

2.3. Características de la Smart Grid.

- Inteligente y segura
 - ✓ Disponibilidad de la información en tiempo real.
 - ✓ Capaces de operar con seguridad y simplicidad.

- Flexible
 - ✓ Utilización intensiva y segura de las infraestructuras.
 - ✓ Flexibles frente a las necesidades variables del sistema.
 - ✓ Bidireccionales.
- Sostenible
 - ✓ Buena aceptación social.
 - ✓ Comprometidas con el respecto al medio ambiente.
- Eficiente
 - ✓ Permiten satisfacer las necesidades energéticas minimizando el gasto energético, costes y la necesidad de nueva infraestructura.
- Abierta
 - ✓ Permiten desarrollar nuevas oportunidades de negocio.
 - ✓ Posibilidad de integrar en modo seguro las energías renovables.
 - ✓ Facilitan el desarrollo de los mercados eléctricos.

2.4. ¿Cómo funcionan?

Partiendo de la red eléctrica tradicional, la forma para transformarla en una red inteligente es dotándola de contadores inteligentes o telecontadores, que me proporcionaran lecturas de consumo en tiempo real, útiles tanto para consumidores finales como para las compañías. Además, esta información sirve para estudiar y analizar los hábitos de consumo que nos ayudaran a crear patrones de consumo más específicos a las necesidades de las ciudades y de sus habitantes, pudiendo así actuar sobre la red para incrementar su eficiencia. También servirán de ayuda para maximizar el ahorro energético.

Gracias a que el consumidor puede tener acceso a estos datos, es capaz de decidir en qué momento conectarse o desconectarse de la red según sus necesidades y el coste de la electricidad en cada momento. También, aquellos usuarios que posean alguna forma de generación particular de energía, pueden decidir cuándo le interesa más el autoconsumo de la misma.

Las Smart Grids se controlan y gestionan desde las Smart Cities. Cada Smart City estará compuesta como mínimo por un *Data Center*, donde se reciben todos los datos que nos puede aportar la Smart Grid, ya sean de consumo y/o generación energética, o también datos referentes al estado de la propia red eléctrica.

Los Data Center o Centros de Datos, son los encargados de recibir y gestionar toda la información obtenida a través de la Smart Grid. Para ello tienen

elementos de información y puestos de control, gracias a los cuales, pueden incluso actuar sobre interruptores y otros elementos de manera remota, con el objetivo de identificar y solucionar, en tiempo real, las incidencias de la red. Además, gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías y a la integración de sistemas autónomos en toda la red, muchas de esas incidencias se auto-repararán, ya que dichos sistemas se programan con anterioridad para ello.

2.5. Elementos de la Smart Grid.

Elementos que conforman las redes inteligentes:

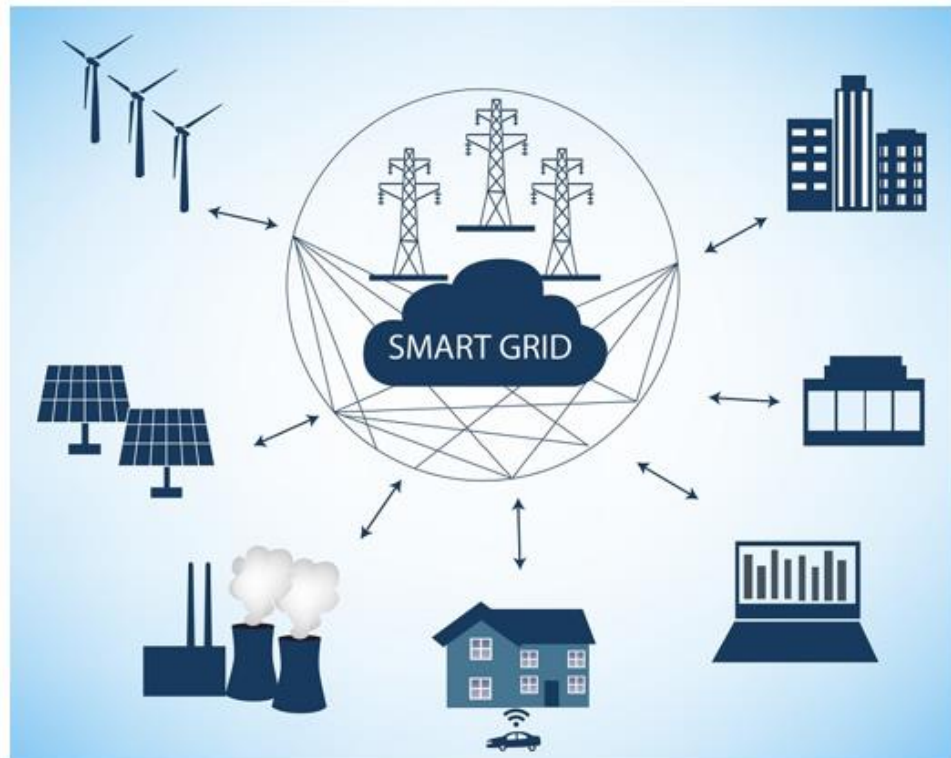


Figura 2. 2: Elementos que componen la Smart Grid. Imagen tomada de <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/como-funciona-smart-grid/>, 2017.

- **Usuarios:** Estos cobran un papel fundamental en esta nueva etapa de la red eléctrica. El objetivo es que los usuarios dispongan de toda la información posible en cuanto a demanda y oferta, gracias a la tarificación en tiempo real, para que puedan tomar sus propias decisiones en función de sus necesidades, así como se libera la decisión de poder elegir suministrador energético. Además, se habilita la posibilidad de que puedan conectarse a la red como suministradores con el fin de aprovechar el excedente energético generado por aquellos consumidores que dispongan de alguna forma de generación energética individual.

- **Compañías de redes eléctricas y servicios energéticos:** Las compañías generadoras y suministradoras serán las encargadas de garantizar la disponibilidad de la demanda y necesidades de los usuarios a la vez que garantizan un precio ajustado a ellas, para lo que deberán invertir recursos y tiempo en la búsqueda de la eficiencia. Por otro lado, será en estas compañías donde debe verse reflejado el ahorro producido como resultado de las mejoras implementadas tanto en la red, como en los hogares, remarcando sobretodo el ahorro debido a los cambios en los hábitos de consumo energético de los consumidores.
- **Investigadores y Desarrolladores:** Para conseguir esta evolución en la red eléctrica es imprescindible llevar a cabo una importante inversión en investigación y estudios de demanda y generación, a la vez se invierte en las tecnologías de telecomunicaciones necesarias para construir la nueva red capaz de abarcar la transferencia de los datos necesarios para el monitoreo y control de la red. Para alcanzar el desarrollo requerido será necesaria la cooperación entre multitud de áreas e instituciones tales como Compañías Eléctricas, Universidades, fabricantes o Centros I+D, entre otras.
- **Operadores:** Debido al Tratado Schengen, que establece la libre circulación de personas, mercancías y capitales dentro de las fronteras de la Unión Europea, las normas y procedimientos comerciales así como los propios mercados se ven encaminados a una mayor apertura, característica de la que se pueden beneficiar mucho los usuarios ante la oportunidad de poder elegir ellos mismo el proveedor energético que más les convenga.
- **Reguladores:** Han de establecerse normas bien definidas para el conjunto de toda Europa, respaldadas por un marco regulador seguro y estable, donde el mercado energético europeo y los servicios adyacentes se apoyen.
- **Agentes gubernamentales:** Ante el nacimiento de esta nueva forma de tratar y gestionar la energía, nace simultáneamente la necesidad de una nueva normativa o legislación que los gobiernos tendrán que elaborar. Se entiende que la introducción y uso de energías renovables para nuestro consumo conlleva una fuerte inversión inicial, pero también es de esperar que con la apertura del mercado energético aumente la competencia y esto se refleje una reducción en el precio de las tarifas. También es de analizar el impacto que todas estas innovaciones tendrán sobre la sociedad, empleo o la economía de un país entre otras.

- **Vehículo eléctrico (Energías Renovables):** En el futuro, los vehículos eléctricos de batería (BEV), pueden desempeñar un papel fundamental en el equilibrio de la energía en la red al servir como fuentes distribuidas de energía almacenada, un concepto nombrado como "vehículo a la red". Al utilizar una gran cantidad de baterías conectadas a la red inteligente en todo su territorio de servicio, una empresa de servicios públicos sería capaz de inyectar potencia extra en la red durante los momentos pico o las horas críticas, evitando así caídas de tensión y apagones. Además, los BEV también tienen el potencial de ayudar a mantener las partes aisladas de la red operando durante los apagones. También podrían ayudar a integrar fuentes de energía variables en la red, incluidas energías renovables, como la energía eólica o solar. Así mismo, se espera que los propietarios de BEV que permiten que sus baterías se utilicen de esta manera, puedan acceder a incentivos financieros.
- **Data Centers o Centros de Almacenamiento Cloud:** El funcionamiento de nuestra vida cotidiana en las ciudades cada día se vuelve más automatizado y dependiente de sistemas digitales, incrementando el uso y dependencia de la electricidad, y si las personas cada vez requerimos, transmitimos y almacenamos más datos, ¿de dónde vamos a sacarlos? ¿dónde y cómo vamos a guardarlos? Es aquí donde cobran relevancia los Centros de Datos como activos de almacenamiento indispensables para el crecimiento y correcto funcionamiento de las ciudades inteligentes del futuro.

A continuación presento de forma más específica este elemento, que va a ser el principal objeto de estudio en este trabajo.

2.6. Centros de Datos como elemento clave de la Smart Grid y la Smart City.

Desde Bank of América Merrill Lynch afirman: *“Teniendo en cuenta que el número de usuarios de Internet pasará de los 2.900 millones de hoy a 4.000 millones para el año 2020; y que el de aparatos conectados aumentará de los 25.000 millones actuales a los 50.000 millones para el mismo año, la necesidad de conectividad permanente y la digitalización de las ciudades son ya requisitos imprescindibles.”* (2017, [17])

Otra información desde Eaton y Gas Natural Fenosa nos dice que: *“En 2030 las ciudades van a representar alrededor de un 75% del consumo energético mundial debido a que, conforme pasan los años, el grueso de la población se va concentrando en unas ciudades que aspiran a alcanzar o a mejorar su*

categoría de Smart City y que, en línea con este objetivo, se van tornando cada vez más dependientes de la tecnología.” (2018, [18])

De esta forma, queda bastante claro que en un futuro, más próximo que lejano, las Smart Cities o Ciudades Inteligentes, van a necesitar mucha más energía según aumente la conexión de equipos digitales a la misma, y la propia ciudad sea dependiente de la tecnología, condicionando a su vez casi todos los aspectos cotidianos de los habitantes de la ciudad. Así, se produce la transformación a una infraestructura y población urbana inteligente con el respectivo incremento del volumen de información que se transfiere entre infraestructuras y dispositivos. La Smart Grid o energía inteligente, que proviene fundamentalmente del almacenamiento, la interconexión y la elasticidad de la demanda, va a desempeñar una labor crítica para conseguir que el flujo de energía sea fiable.

De modo que, para poder empezar a pensar si quiera en alcanzar estos requisitos, lo primero que se necesita es disponer de un centro neurálgico donde se reciban los datos y se clasifiquen para su transformación a información conectada y útil en el proceso de toma de decisiones. Y es aquí, donde entran, junto con una mejor gestión de la red, **los Centros de Datos como elemento imprescindible** para que la Smart Grid se transforme en una realidad asentada y con ella las ciudades del futuro.

El futuro de los Centros de Datos y su evolución digital, vendrán determinados por el nivel de los factores, disponibilidad y sostenibilidad, que sean capaces de aportar las tecnologías del futuro, Internet de las Cosas y Big Data, por las que pasa la evolución de las actuales arquitecturas. Para que una ciudad pueda ser considerada inteligente, requerirá que su infraestructura sea administrada y gestionada mediante Smart Data Centers, con al menos el suficiente tamaño para albergar los numerosos datos que se prevé que proporcione la red de sensores distribuida por la ciudad acerca de la situación de las infraestructuras restantes en la Smart City.

Desde el punto de vista de los Centros de Datos, algunos de los factores importantes a tener en cuenta serán los sistemas de virtualización con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir sus elevados costes, el acceso y capacidad de almacenamiento o una gestión efectiva de las redes de comunicación. Pero sin duda, uno de los factores más importantes a tener en cuenta es la seguridad y el control de acceso a los datos almacenados en los mismos, ya que el ciudadano ha de tener la capacidad de ser partícipe de la información recopilada en estos Smart Data Centers que recordemos, funcionaran como núcleo en la gestión de la Smart Grid y Smart City.

Los Centros de Datos inteligentes aportaran la última tecnología del mercado, como es la sensometría pasiva, un incremento de los controles en el acceso a redes y comunicaciones como Internet, la ayuda necesaria para la

transformación urbana a través de una evolución sostenible, siempre sin perder el objetivo de contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Desde Eaton, Javier Martínez, Sales Application Engineer, como profesional del sector, va un paso más allá y nos anuncia que:

*“Para alcanzar la estabilidad energética en las Smart Cities, los grandes centros de datos han de convertirse en verdaderos **gestores de la energía**, ya que las ciudades inteligentes requieren de un suministro cada vez mayor a medida que aumenta la interconexión de los sistemas digitales. Resulta especialmente interesante la idea de que sea a través de grandes Data Centers que actúen como gestores inteligentes de la distribución del suministro de energía, de forma eficiente y ateniéndose a las particularidades de cada situación; dando así a esta red la capacidad de soportar la infraestructura de una ciudad verdaderamente inteligente.*

*Para alcanzar este ambicioso objetivo, es necesario que el Data Center juegue un rol importante, ayudando a balancear la generación de energía con la demanda de su consumo energético; y de este modo ser capaz de equilibrar dicha demanda de forma sostenible a través de sus sistemas de alimentación (como son los SAIs). En lugar de limitarse a consumir energía, los Centros de Datos, pueden ofrecen apoyo e intercomunicación con la red. De hecho, pueden ser empleados para ayudar a **regular la demanda eléctrica, aumentando o reduciendo la carga**, permitiendo al proveedor equilibrar la demanda de dicha energía sostenible sin comprometer la fiabilidad. De esta forma, los Centros de Datos pueden soportar la Smart Grid y ser compensados por ello, en lugar de simplemente demandar potencia. Hoy en día, ya contamos con la tecnología necesaria para realizar operaciones de respuesta y ayuda a la demanda de energía a través de los SAIs, sin que esta tarea extra suponga ningún tipo de riesgo a la función principal de estos sistemas, que es asegurar la fiabilidad y calidad del suministro energético a una instalación tan crítica.*

En definitiva, creo que el almacenamiento y la gestión de la energía, protagonizado por los grandes Data Centers van a ser clave a la hora de dar el salto y que las Smart Cities sean una realidad. Los grandes Centros de Datos tienen la capacidad y el potencial para convertirse en gestores de la creciente oferta y demanda energética, que seguirá aumentando conforme nuestra sociedad avanza hacia el paradigma de digitalización. Creo firmemente en el concepto de Smart City más sofisticado y en el de una energía inteligente, Smart Grid, que, gestionada por los grandes Centros de Datos, la haga posible.” (2018, [18])

Por tanto, como conclusión final de este pequeño análisis, creo que es bastante evidente que los Centros de Datos son uno de los pilares fundamentales sobre los que se desarrollara la Smart Grid y en consecuencia, las Smart Cities.

2.7. Marco Regulatorio para la protección y tratamiento de Datos.

2.7.1. Ámbito nacional.

La protección de las personas físicas en relación con el tratamiento de datos personales es un derecho fundamental protegido por el artículo 18.4 de la Constitución española. En concreto se expone que «la ley limitará el uso de la informática para garantizar el honor y la intimidad personal y familiar de los ciudadanos y el pleno ejercicio de sus derechos».

Continuando con el ámbito interno, una primera interpretación del artículo 18.4 de la Constitución llevó a considerar este derecho como una especificación del derecho a la intimidad, pero el Tribunal Constitucional ha interpretado que se trata de un derecho independiente, aunque obviamente estrechamente relacionado con aquél (SSTC 254/1993, de 20 de julio y 290/2000, de 30 de noviembre).

En definitiva, el Tribunal Constitucional proclamó de manera taxativa en su Sentencia 292/2000 que el derecho a la protección de datos es un verdadero derecho fundamental, autónomo y claramente diferenciado de los demás que se garantizan en el mismo artículo 18 de la Constitución Española: “persigue garantizar a esa persona un poder de control sobre sus datos personales, sobre su uso y destino, con el propósito de impedir su tráfico ilícito y lesivo para la dignidad y derecho del afectado”.

En España, el desarrollo legislativo del derecho fundamental de protección de las personas físicas en relación con el tratamiento de datos personales tuvo lugar en sus orígenes mediante la aprobación de la Ley Orgánica 5/1992, de 29 de octubre, reguladora del tratamiento automatizado de datos de carácter personal, conocida como LORTAD. Esta norma fue reemplazada por la Ley Orgánica 15/1999, de 5 de diciembre, de protección de datos de carácter personal, que se completa con la aprobación de su reglamento ejecutivo por Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

2.7.2. Ámbito comunitario.

A nivel de la Unión Europea, el derecho a la protección de datos de carácter personal se recoge en el artículo 8 de la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea y en el artículo 16.1 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea.

El primer antecedente a destacar es la Directiva 95/46/CE, cuyo objeto era procurar que la garantía del derecho a la protección de datos de carácter personal no supusiese un obstáculo a la libre circulación de los datos en el seno de la Unión, estableciendo así un espacio común de garantía del derecho. Más tarde, se aprobó la Directiva 97/63/CE de protección de datos personales en las comunicaciones electrónicas.

Con el cambio de milenio se intensificaron los impulsos tendentes a lograr una regulación más uniforme del derecho fundamental a la protección de datos en el marco de una sociedad cada vez más globalizada, y finalmente el último hito en esta evolución tuvo lugar con la adopción del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de sus datos personales y a la libre circulación de estos datos (Reglamento general de protección de datos) y por el que se deroga, entre otras, la Directiva 95/46/CE.

2.7.3. Situación actual.

Es importante hacer mención como queda la situación actual a nivel legislativo en materia de protección de datos:

1. El Reglamento general (UE) 2016/679 de protección de datos entró en vigor el 25 de mayo de 2016, si bien, debido a su complejidad, el mismo será de aplicación a partir del 25 de mayo de 2018.
2. Por tanto, a partir del 25 de mayo de 2018, la normativa aplicable será directamente el Reglamento general (UE) 2016/679 de protección de datos, al no requerir transposición alguna.
3. Con el fin de adaptar la normativa interna a este Reglamento, en la actualidad es objeto de tramitación en las Cortes Generales una nueva Ley de protección de datos que sustituirá a la LO 5/1999, de 15 de diciembre.
4. Hay que tener en cuenta que la nueva ley deberá tener un carácter meramente complementario y no podrá invadir el ámbito regulatorio del Reglamento so pena de incurrir en infracción del derecho comunitario.

2.7.4. Régimen Jurídico.

Ley Orgánica 15/1999, de 5 de diciembre, de protección de datos de carácter personal y su reglamento de desarrollo aprobado por Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

Hasta el 24 de mayo de 2018, la protección de datos de carácter personal se regula en la Ley Orgánica 15/1999, de 5 de diciembre, de protección de datos

de carácter personal (LOPD) y en su reglamento de desarrollo aprobado por Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre (RLOPD).

❖ **Ámbito de aplicación**

En este sentido, tenemos que decir la LOPD es de aplicación a los datos de carácter personal registrados en soporte físico que los haga susceptibles de tratamiento (automatizado o no) y a toda modalidad de uso posterior de estos datos por los sectores público y privado.

Quedaran excluidas entre otras, datos referidos a personas jurídicas, ficheros mantenidos por personas físicas en el ejercicio de actividades exclusivamente personales o domésticas o también por ejemplo los ficheros regulados por la legislación de régimen electoral que se registrarán por sus disposiciones específicas.

Además y para completar tenemos que hablar del ámbito de aplicación territorial. En este sentido se establece que la LOPD será de aplicación:

- Cuando el tratamiento sea efectuado en territorio español en el marco de las actividades de un establecimiento del responsable del tratamiento.
- Cuando al responsable del tratamiento no establecido en territorio español, le sea de aplicación la legislación española en aplicación de normas de derecho internacional público.
- Cuando el responsable del tratamiento no esté establecido en territorio de la Unión Europea y utilice en el tratamiento de datos medios situados en territorio español.

❖ **Principios generales**

De acuerdo con la doctrina, hay tres principios que constituyen el eje principal de la protección de datos:

- Información
- Consentimiento
- Finalidad

En relación con la información tenemos que decir que el deber de información al afectado, previo al tratamiento de sus datos de carácter personal, es uno de los principios fundamentales sobre los que se asienta la LOPD. En este sentido, según lo establecido en el artículo 5 de la LOPD, en el momento de la recogida de los datos personales se deberá informar al interesado de modo expreso, preciso e inequívoco de las siguientes circunstancias:

- Del carácter obligatorio o facultativo de su respuesta a las preguntas que le sean planteadas.
- De las consecuencias de la obtención de los datos o de la negativa a suministrarlos.

- De la posibilidad de ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición (los denominados derechos ARCO).
- De la identidad o dirección del responsable del tratamiento o, en su caso, de su representante, en el caso de que el responsable del tratamiento no esté establecido en el territorio de la Unión Europea y utilice en el tratamiento medios situados en territorio español.

En relación con el consentimiento del afectado lo define como toda manifestación de voluntad, libre, inequívoca, específica e informada, mediante la que el interesado consienta el tratamiento de datos personales que le conciernen. Este consentimiento se podrá otorgar en cualquiera de las formas admisibles en derecho.

Salvo para aquellos casos en que la LOPD prevé que el consentimiento ha de otorgarse expresamente, puede establecerse de forma tácita (en este caso, para que se considere inequívoco será preciso otorgar al afectado un plazo de 30 días para que pueda tener claramente conocimiento de que su omisión de oponerse al tratamiento implica su consentimiento al mismo).

En relación con la finalidad, tenemos que decir que los datos de carácter personal deberán ser adecuados, pertinentes, no excesivos, y tratados de forma leal y lícita en relación con el ámbito y finalidades legítimas para las que se hayan recabado. Los datos obtenidos no podrán usarse para finalidades incompatibles (distintas) para las que fueron recogidos. No obstante, no se considerará incompatible su tratamiento posterior con fines históricos, estadísticos o científicos.

❖ **Derechos del titular de los datos**

Dentro de los derechos incluidos en los artículos 13 a 19 de la LOPD deben distinguirse dos tipos de derechos:

- Los derechos que constituyen, de acuerdo con la doctrina del Tribunal Constitucional, el contenido esencial del derecho fundamental a la protección de datos. Estos derechos son los denominados derechos ARCO: acceso, rectificación, cancelación y oposición.
- Otros, donde podemos destacar (la reclamación de tutela de los derechos ARCO, el derecho a indemnización, el derecho de consulta al Registro General de Protección de Datos).

Derecho de acceso

Regulado en el artículo 15 de la LOPD y 27 al 30 del RLOPD consiste en el derecho del interesado a solicitar y obtener gratuitamente información de sus datos de carácter personal.

El derecho de acceso se ejercerá mediante petición o solicitud dirigida al responsable del fichero, el cual deberá resolver en el plazo de un mes. En el caso de que la resolución sea estimatoria, se producirá el acceso efectivo en el plazo de diez días desde su notificación.

Derecho de rectificación y cancelación

Conforme al artículo 16 de la LOPD y 31 al 33 del RLOPD, el titular de los datos podrá ejercitar estos derechos cuando los datos sean inexactos o incompletos o cuando el tratamiento no se ajuste a lo dispuesto en la LOPD.

El responsable del tratamiento tendrá la obligación de hacer efectivo el derecho de rectificación o cancelación del interesado en el plazo de diez días.

Derecho de oposición

Este derecho viene regulado en el artículo 6.4, 17 y 30.4 de la LOPD y 34 a 36 del RLOPD y consiste en la potestad que tiene el afectado a que no se lleve a cabo el tratamiento de sus datos de carácter personal o se cese en el mismo:

- Cuando no sea necesario su consentimiento para el tratamiento, el interesado se podrá oponer al tratamiento de los datos, siempre que la Ley no disponga lo contrario, cuando existan motivos fundados y legítimos relativos a una concreta situación personal que se harán constar en la solicitud.
- Cuando se trate de ficheros que tengan por finalidad la realización de actividades de publicidad y prospección comercial.
- Cuando el tratamiento tenga por finalidad la adopción de una decisión con efectos jurídicos sobre el interesado o que le afecte de manera significativa, referida a un tratamiento automatizado de datos destinado a evaluar determinados aspectos de su personalidad (rendimiento laboral, crédito, fiabilidad o conducta).

El responsable del fichero resolverá sobre la solicitud de oposición en el plazo máximo de diez días a contar desde la recepción de la solicitud.

En relación con la segunda tipología de derechos que hemos señalado destacar principalmente, la reclamación de tutela de los derechos ARCO ante la autoridad de control, en los supuestos de denegación total o parcial del ejercicio de esos derechos. La autoridad de control, Agencia Española de Protección de Datos o, en su caso, del organismo competente de cada Comunidad Autónoma, deberá asegurarse de la procedencia o improcedencia de la denegación, debiendo dictar resolución expresa al efecto en el plazo de seis meses.

❖ **Obligaciones del responsable del fichero.**

Sobre el responsable del fichero recaen las principales obligaciones establecidas por la LOPD, a quién le corresponde velar por el cumplimiento de

la Ley en su organización. Entre dichas obligaciones cabe destacar las siguientes:

- Creación, modificación y supresión de ficheros: con identificación del responsable, del fichero, finalidades y usos previstos, sistema de tratamiento empleado, tipología de datos, medidas de seguridad, el encargado del tratamiento y los destinatarios de cesiones y transferencias internacionales. En el caso de las Administraciones Públicas sólo podrán hacerse por medio de disposición general publicada en el Boletín Oficial del Estado o diario oficial correspondiente (art. 20 de la LOPD).
- Notificación e inscripción de ficheros ante el Registro General de Protección de Datos.
- Informar a los titulares previamente a la recogida de sus datos (art. 5 LOPD) y recabar su consentimiento.
- Implementación de medidas de seguridad técnicas y organizativas (por niveles según tipo de datos) recogidas en el documento de seguridad.
- Asegurarse de que los datos sean adecuados, veraces, obtenidos lícita y legítimamente y tratados de modo proporcional a la finalidad que justificó su recogida.
- Garantizar el cumplimiento de los deberes de confidencialidad y seguridad.
- Facilitar y garantizar el ejercicio de los derechos ARCO.
- Asegurar que en sus relaciones con terceros (prestadores de servicios), se cumpla con la LOPD.

El reglamento ue 2016/679, de 27 de abril, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos.

❖ Principales novedades

- En cuanto al ámbito de aplicación, el RGPD se aplicará como hasta ahora a responsables o encargados de tratamiento de datos establecidos en la UE, y se amplía a responsables y encargados no establecidos en la UE siempre que realicen tratamientos derivados de una oferta de bienes o servicios destinados a ciudadanos de la Unión o como consecuencia de una monitorización y seguimiento de su comportamiento. El Reglamento no será de aplicación a los datos de las personas jurídicas.
- En relación con el consentimiento, El RGPD pide que el consentimiento, con carácter general, sea libre, informado, específico e inequívoco. Para poder considerar que el consentimiento es inequívoco, el RGPD requiere que haya una declaración de los interesados o una acción positiva que indique el acuerdo del interesado. El consentimiento no puede deducirse del silencio o de la

inacción de los ciudadanos. No será posible, por tanto, el consentimiento tácito o por omisión, que permite la LOPD.

- El RGPD introduce nuevos derechos para los interesados, como el derecho al olvido y el derecho a la portabilidad, que más tarde analizaremos.
- En relación con los responsables del tratamiento de los datos, dos principios a tener en cuenta en su labor el principio de responsabilidad proactiva y el enfoque de riesgo.
- Se agrava el régimen sancionador y además se aplica sin distinción a los responsables y encargados de tratamiento.
- Creación del Comité Europeo de Protección de Datos. Al Comité, que actuará con plena independencia en el desempeño de sus funciones, le corresponde garantizar la aplicación coherente del RGPD, para lo cual emitirá dictámenes, directrices, recomendaciones y buenas prácticas en los términos establecidos en el RGPD. Además, le corresponde asesorar a la Comisión en materia de protección de datos.

❖ Objeto y ámbito de aplicación.

El RGPD establece las normas relativas a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de los datos personales y las normas relativas a la libre circulación de tales datos y protege los derechos y libertades fundamentales de las personas físicas y, en particular, su derecho a la protección de los datos personales.

En lo relativo al ámbito de aplicación del Reglamento, tenemos que hacer mención a un ámbito de aplicación material y a un ámbito de aplicación territorial.

En cuanto al ámbito de aplicación material el RGPD se aplica al tratamiento total o parcialmente automatizado de datos personales, así como al tratamiento no automatizado de datos personales contenidos o destinados a ser incluidos en un fichero.

Queda excluido el tratamiento de datos personales:

- En el ejercicio de una actividad no comprendida en el ámbito de aplicación del Derecho de la Unión
- Por parte de los Estados miembros cuando lleven a cabo actividades comprendidas en el ámbito de aplicación del capítulo 2 del título V del TUE (ámbito de la PESC)
- Efectuado por una persona física en el ejercicio de actividades exclusivamente personales o domésticas
- Por parte de las autoridades competentes con fines de prevención, investigación, detección o enjuiciamiento de infracciones penales, o de ejecución de sanciones penales, incluida la de protección frente a amenazas a la seguridad pública y su prevención.

En cuanto al ámbito de aplicación territorial, El RGPD se aplica:

- Al tratamiento de datos personales en el contexto de las actividades de un establecimiento del responsable o del encargado en la Unión, independientemente de que el tratamiento tenga lugar en la Unión o no.
- Al tratamiento de datos personales de interesados que residan en la Unión por parte de un responsable o encargado no establecido en la Unión, cuando las actividades de tratamiento estén relacionadas con la oferta de bienes o servicios a dichos interesados en la Unión.
- También resulta de aplicación al tratamiento de datos personales por parte de un responsable establecido en un lugar, fuera de la Unión Europea, en el que el derecho de los Estados miembros sea de aplicación en virtud del derecho internacional público.

❖ Principios

A continuación, se recogen los principios o reglas a los que debe ser sometido el tratamiento, recogida y el contenido de los datos personales.

¿Cómo serán los datos personales?

- Tratados de manera lícita, leal y transparente en relación con el interesado (licitud, lealtad y transparencia).
- Recogidos con fines determinados, explícitos y legítimos, y no serán tratados ulteriormente de manera incompatible con dichos fines.
- Adecuados, pertinentes y limitados a lo necesario en relación con los fines para los que son tratados (minimización de datos).
- Exactos y, si fuera necesario, actualizados; se adoptarán todas las medidas razonables para que se supriman o rectifiquen sin dilación los datos personales que sean inexactos con respecto a los fines para los que se tratan (exactitud)
- Mantenedos de forma que se permita la identificación de los interesados durante no más tiempo del necesario para los fines del tratamiento de los datos personales.
- Tratados de tal manera que se garantice una seguridad adecuada de los datos personales, incluida la protección contra el tratamiento no autorizado o ilícito y contra su pérdida, destrucción o daño accidental, mediante la aplicación de medidas técnicas u organizativas (integridad y confidencialidad).

El responsable del tratamiento será responsable del cumplimiento de los principios relativos al tratamiento y capaz de demostrarlo (responsabilidad proactiva).

- En relación con el principio de lícitud, es importante destacar que el RGPD mantiene el principio ya recogido en la Directiva 95/46 de que

todo tratamiento de datos necesita apoyarse en una base jurídica que lo legitime. En este sentido, el tratamiento solo será lícito si se cumple al menos una de las siguientes condiciones:

- El interesado dio su consentimiento para el tratamiento de sus datos personales para uno o varios fines específicos
- El tratamiento es necesario para la ejecución de un contrato en el que el interesado es parte o para la aplicación a petición de este de medidas precontractuales
- El tratamiento es necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento
- El tratamiento es necesario para proteger intereses vitales del interesado o de otra persona física
- El tratamiento es necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público o en el ejercicio de poderes públicos conferidos al responsable del tratamiento
- El tratamiento es necesario para la satisfacción de intereses legítimos perseguidos por el responsable del tratamiento o por un tercero, siempre que sobre dichos intereses no prevalezcan los intereses o los derechos y libertades fundamentales del interesado que requieran la protección de datos personales, en particular cuando el interesado sea un niño.

Tal y como decimos, para que se considere lícito el tratamiento una de las condiciones a cumplir es que el interesado dé su consentimiento. El RGPD define el consentimiento del interesado como toda manifestación de voluntad, libre, específica, informada e inequívoca por la que el interesado acepta, ya sea mediante una declaración o una clara acción afirmativa, el tratamiento de los datos personales que le conciernen. En este sentido, cuando el tratamiento se base en el consentimiento del interesado, el responsable debe ser capaz de demostrar que aquel consintió el tratamiento de sus datos personales.

Continuando con el consentimiento, el RGPD recoge las condiciones aplicables al consentimiento del niño en relación con los servicios de la sociedad de la información. Se establece el tratamiento de los datos personales se considerará lícito si el menor que presta el consentimiento tiene como mínimo 16 años. Si fuese menor de 16 años, tal tratamiento únicamente se considerará lícito si el consentimiento lo dio o autorizó el titular de la patria potestad o tutela sobre el niño, y solo en la medida en que se dio o autorizó.

Por último, cabe destacar en relación con los principios, el tratamiento de categorías especiales de datos personales, quedando prohibido el tratamiento de datos personales que revelen el origen étnico o racial, las opiniones políticas, las convicciones religiosas o filosóficas, o la afiliación sindical, y el tratamiento de datos genéticos, datos biométricos dirigidos a identificar de manera unívoca a una persona física, datos relativos a la salud o datos relativos a la vida sexual o las orientaciones sexuales de una persona física.

No obstante, se establecerán excepciones a esto (p.ej si el tratamiento es necesario para proteger intereses vitales del interesado o si el tratamiento se refiere a datos personales que el interesado ha hecho manifiestamente públicos).

❖ Derechos del interesado

- El RGPD consagra en su capítulo III (Artículos 12 a 23) la regulación de los derechos de los interesados.
- No obstante, se pueden establecer limitaciones al alcance de los derechos reconocidos a los interesados, que más adelante comentaremos.
- Ahora bien, la regulación de los derechos de los interesados no acaba en el capítulo III. Así, en el capítulo VIII (artículos 77 a 84) se pone a disposición de los interesados mecanismos de reclamación ante la autoridad de control y de tutela judicial, además de reconocerles el derecho a ser indemnizados por el responsable o encargado del tratamiento por los daños y perjuicios sufridos como consecuencia de la infracción del RGPD.
- Finalmente, no hay que olvidarse del carácter híbrido de algunos derechos y obligaciones, en la medida que los mismos constituyen a su vez obligaciones para el responsable y/o encargado del tratamiento y correlativamente derechos para los interesados como, por ejemplo, en el caso de las notificaciones de violaciones de seguridad (artículo 34).

A continuación, comentamos algunos de esos derechos recogidos en el capítulo III:

- Derecho a recibir información: El responsable del tratamiento, en el momento en que se obtengan los datos personales, deberá informar al interesado de cuestiones como la identidad y datos de contacto del responsable y, en su caso, del representante, de los datos de contacto del delegado de protección de datos, los fines y base jurídica del tratamiento etc..
- Derecho de acceso del interesado: El interesado tendrá derecho a obtener del responsable del tratamiento confirmación de si se están tratando o no datos personales que le conciernen y, en tal caso, tendrá derecho de acceso a los datos personales. Además, tendrá derecho a saber los fines del tratamiento, sus destinatarios o el plazo de conservación de los datos, entre otras cuestiones. El responsable del tratamiento facilitará una copia de los datos personales objeto de tratamiento.
- Derecho de rectificación: En el ejercicio de este derecho, el interesado tendrá derecho a obtener sin dilación indebida del responsable del tratamiento la rectificación de los datos personales inexactos que le

conciernan y además y teniendo en cuenta los fines del tratamiento, a que se completen los datos personales que sean incompletos.

- Derecho de supresión - “el derecho al olvido”: el interesado tendrá derecho a obtener sin dilación indebida del responsable del tratamiento la supresión de los datos personales que le conciernan, cuando concurra alguna de estas circunstancias, entre otras (los datos personales ya no sean necesarios en relación con los fines para los que fueron recogidos, en el caso de que el tratamiento se base únicamente en el consentimiento del interesado, cuando el interesado lo retire o los datos personales hayan sido tratados ilícitamente)
- Derecho a la limitación del tratamiento: El interesado tendrá derecho a obtener del responsable del tratamiento la limitación del tratamiento de los datos cuando por ejemplo el interesado impugne la exactitud de los datos personales, durante un plazo que permita al responsable verificar la exactitud de los mismos o el tratamiento sea ilícito y el interesado se oponga a la supresión de los datos personales y solicite en su lugar la limitación de su uso.
- Derecho a la portabilidad de los datos: el interesado tendrá derecho a recibir los datos personales que le incumban, que haya facilitado a un responsable del tratamiento, en un formato estructurado, de uso común y lectura mecánica, y a transmitirlos a otro responsable del tratamiento sin que lo impida el responsable al que se los hubiera facilitado, cuando el tratamiento esté basado en el consentimiento y cuando se efectúe por medios automatizados. En este aspecto, el interesado tendrá derecho a que los datos personales se transmitan directamente de responsable a responsable cuando sea técnicamente posible.
- Derecho de oposición: El interesado tendrá derecho a oponerse en cualquier momento, por motivos relacionados con su situación particular, a que datos personales que le conciernan sean objeto de un tratamiento basado en lo dispuesto en el artículo 6, apartado 1, letras e) o f), es decir el tratamiento es necesario para el cumplimiento de una misión realizada en interés público (letra e) o que el tratamiento sea necesario para la satisfacción de intereses legítimos perseguidos por el responsable del tratamiento o por un tercero, siempre que sobre dichos intereses no prevalezcan los intereses o los derechos y libertades fundamentales del interesado que requieran la protección de datos personales (letra f). Además, cuando el tratamiento de datos personales tenga por objeto la mercadotecnia directa (convencer al cliente para el consumo), el interesado tendrá derecho a oponerse en todo momento al tratamiento de los datos personales que le conciernan, incluida la elaboración de perfiles en la medida en que esté relacionada con la citada mercadotecnia.
- Derecho a no ser objeto de una decisión basada únicamente en el tratamiento automatizado: Todo interesado tendrá derecho a no ser objeto de una decisión basada únicamente en el tratamiento

automatizado, incluida la elaboración de perfiles, que produzca efectos jurídicos en él o le afecte significativamente.

El Derecho de la Unión o de los Estados miembros que se aplique al responsable o el encargado del tratamiento podrá limitar, a través de medidas legislativas, el alcance de las obligaciones y de los derechos establecidos en los artículos 12 a 22 cuando tal limitación respete en lo esencial los derechos y libertades fundamentales y sea una medida necesaria y proporcionada en una sociedad democrática para salvaguardar la seguridad del Estado, la defensa o la seguridad pública, entre otras.

Por último y para acabar con los derechos, en el capítulo VIII (artículos 77 a 84) se recogen distintos derechos, distinguiendo:

- El derecho a presentar una reclamación ante una autoridad de control si considera que el tratamiento de datos personales que le conciernen infringe el RGPD.
- El derecho a la tutela judicial efectiva contra una autoridad de control bien contra las decisiones jurídicamente vinculantes dictadas por esta autoridad, bien porque no dé curso a una reclamación o no sea informado en el plazo de tres meses sobre el curso o resultado de la reclamación mencionada anteriormente.
- El derecho a la tutela judicial efectiva contra un responsable o encargado del tratamiento.
- Derecho a la indemnización y responsabilidad, en virtud del cual, toda persona que haya sufrido daños y perjuicios materiales o inmateriales como consecuencia de una infracción del RGPD tendrá derecho a recibir del responsable o el encargado del tratamiento una indemnización por los daños y perjuicios sufridos en los términos establecidos en el artículo 82.

❖ **Obligaciones del responsable del tratamiento y encargado del tratamiento.**

Se encuentran reguladas en el capítulo IV (artículos 24 a 39) del RGPD. Siguiendo la estructura en secciones de este capítulo, se pueden distinguir 4 categorías de obligaciones:

- Generales.
- Relativas a la seguridad de los datos personales.
- Relativas a la evaluación de impacto y consulta previa.
- Relativas al delegado de protección de datos.

En primer lugar, analizaremos las generales:

- Responsabilidad del responsable del tratamiento: Se recoge la obligación general de que, en atención a la naturaleza, fines del tratamiento y riesgos probables para los derechos y libertades de las

personas físicas, el responsable del tratamiento aplique las medidas técnicas y organizativas apropiadas a fin de garantizar y poder demostrar que el tratamiento es conforme con el presente RGPD.

- Protección de datos desde el diseño y por defecto: El responsable del tratamiento aplicará, tanto en el momento de determinar los medios de tratamiento como en el momento del propio tratamiento, medidas técnicas y organizativas apropiadas, como la seudonimización o la minimización de datos, a fin de cumplir los requisitos del RGPD. Además, el responsable del tratamiento aplicará las medidas técnicas y organizativas apropiadas para garantizar que, por defecto, solo sean objeto de tratamiento los datos personales que sean necesarios para cada uno de los fines específicos del tratamiento.
- Corresponsables del tratamiento: Cuando dos o más responsables determinen conjuntamente los objetivos y los medios del tratamiento serán considerados corresponsables del tratamiento.
- Representantes de responsables o encargados del tratamiento no establecidos en la Unión: Cuando el tratamiento de datos personales de interesados que residan en la Unión tenga lugar por parte de un responsable o encargado no establecido en la Unión, el responsable o el encargado del tratamiento designará por escrito un representante en la Unión.
- Encargado del tratamiento: Cuando se vaya a realizar un tratamiento por cuenta de un responsable del tratamiento, este elegirá únicamente un encargado que ofrezca garantías suficientes para aplicar medidas técnicas y organizativas apropiadas. En este sentido, destacar que el encargado del tratamiento no recurrirá a otro encargado sin la autorización previa por escrito, específica o general, del responsable.
- Registro de las actividades de tratamiento: Cada responsable llevará un registro de las actividades de tratamiento efectuadas bajo su responsabilidad. Están exentas de esta obligación las empresas y organizaciones que empleen a menos de 250 trabajadores, a menos que el tratamiento que realicen pueda entrañar un riesgo para los derechos y libertades de los interesados, no sea ocasional o incluya categorías especiales de datos o datos relativos a condenas o infracciones penales.
- Cooperación con la autoridad de control: El responsable y el encargado del tratamiento y, en su caso, sus representantes cooperarán con la autoridad de control que lo solicite en el desempeño de sus funciones.

En segundo lugar, analizamos las relativas a la seguridad de los datos personales:

El análisis de riesgo: El responsable y el encargado del tratamiento aplicarán medidas técnicas y organizativas apropiadas para garantizar un nivel de seguridad adecuado al riesgo, que en su caso incluya, entre otros:

- La seudonimización y el cifrado de datos personales;

- La capacidad de garantizar la confidencialidad, integridad, disponibilidad y resiliencia permanentes de los sistemas y servicios de tratamiento;
- La capacidad de restaurar la disponibilidad y el acceso a los datos personales de forma rápida en caso de incidente físico o técnico;
- Un proceso de verificación, evaluación y valoración regulares de la eficacia de las medidas técnicas y organizativas para garantizar la seguridad del tratamiento.

Notificación de una violación de la seguridad de los datos personales a la autoridad de control: En caso de violación de la seguridad de los datos personales, el responsable del tratamiento la notificará a la autoridad de control competente de conformidad con el artículo 55 sin dilación indebida y, de ser posible, a más tardar 72 horas después de que haya tenido constancia de ella, a menos que sea improbable que dicha violación de la seguridad constituya un riesgo para los derechos y las libertades de las personas físicas. Si la notificación a la autoridad de control no tiene lugar en el plazo de 72 horas, deberá ir acompañada de indicación de los motivos de la dilación.

Comunicación de una violación de la seguridad de los datos personales al interesado: Cuando sea probable que la violación de la seguridad de los datos personales entrañe un alto riesgo para los derechos y libertades de las personas físicas, el responsable del tratamiento la comunicará al interesado sin dilación indebida.

En tercer lugar, las relativas a la evaluación de impacto y consulta previa:

Evaluación de impacto: Cuando sea probable que un tipo de tratamiento, en particular si utiliza nuevas tecnologías, por su naturaleza, alcance, contexto o fines, entrañe un alto riesgo para los derechos y libertades de las personas físicas, el responsable del tratamiento realizará, antes del tratamiento, una evaluación del impacto de las operaciones de tratamiento en la protección de datos personales. La evaluación deberá incluir como mínimo una evaluación de los riesgos para los derechos y libertades de los interesados o las medidas previstas para afrontar los riesgos, entre otras.

Consulta previa: El responsable consultará a la autoridad de control antes de proceder al tratamiento cuando una evaluación de impacto relativa a la protección de los datos muestre que el tratamiento entrañaría un alto riesgo si el responsable no toma medidas para mitigarlo. Cuando la autoridad de control considere que el tratamiento previsto a que se refiere el apartado anterior podría infringir el presente RGPD, en particular cuando el responsable no haya identificado o mitigado suficientemente el riesgo, la autoridad de control deberá, en un plazo de ocho semanas desde la solicitud de la consulta, asesorar por escrito al responsable, y en su caso al encargado.

Por último, las obligaciones relativas al delegado de protección de datos:

En este sentido, hay que decir que la designación de un delegado de protección de datos por el responsable y el encargado del tratamiento será obligatoria en los siguientes casos:

- Cuando el tratamiento lo lleve a cabo una autoridad u organismo público, excepto los tribunales que actúen en ejercicio de su función judicial.
- Cuando las actividades principales del responsable o del encargado consistan en operaciones de tratamiento que, en razón de su naturaleza, alcance y/o fines, requieran una observación habitual y sistemática de interesados a gran escala.
- Cuando las actividades principales del responsable o del encargado consistan en el tratamiento a gran escala de categorías especiales de datos personales con arreglo al artículo 9 (categorías de datos especiales) y de datos relativos a condenas e infracciones penales a que se refiere el artículo 10.

El delegado de protección de datos podrá ser interno o externo, persona física o persona jurídica, especializada en esta materia, teniendo entre sus funciones informar y asesorar, así como supervisar el cumplimiento del RGPD por parte del responsable o encargado.

❖ **Delegado de protección de datos en las administraciones públicas.**

Tal y como se acaba de señalar, una de las grandes novedades que introduce el RGPD es la figura del delegado de protección de datos siendo obligatoria su designación cuando el tratamiento de protección de datos sea llevado a cabo por una autoridad u organismo público, excepto los tribunales que actúen en ejercicio de su función judicial.

En función de la estructura organizativa y tamaño de la autoridad u organismo público, se podrá designar un único delegado para varias autoridades u organismos.

En relación con la designación del delegado de protección de datos, es interesante destacar las siguientes ideas:

- Será designado atendiendo a sus cualidades profesionales y, en particular, a sus conocimientos especializados de la legislación y las prácticas en materia de protección de datos.
- Podrá formar parte de la plantilla del responsable o del encargado del tratamiento o desempeñar sus funciones en el marco de un contrato de servicios.
- Estará obligado a mantener el secreto o la confidencialidad en lo que respecta al desempeño de sus funciones.

- El responsable y el encargado del tratamiento garantizarán que el delegado de protección de datos no reciba ninguna instrucción en lo que respecta al desempeño de dichas funciones.
- El responsable o el encargado del tratamiento publicarán los datos de contacto del delegado de protección de datos y los comunicarán a la autoridad de control.
- Los interesados podrán ponerse en contacto con el delegado de protección de datos en todo lo relativo al tratamiento de sus datos de carácter personal y al ejercicio de sus derechos.
- El delegado de protección de datos podrá desempeñar otras funciones y cometidos. El responsable o encargado del tratamiento garantizará que dichas funciones y cometidos no den lugar a conflicto de intereses.

Por último, en relación con el delegado, destacar las funciones mínimas que asumirá según el artículo 39 del RGPD:

- Informar y asesorar al responsable o al encargado del tratamiento y a los empleados que se ocupen del tratamiento de las obligaciones que les incumben.
- Ofrecer el asesoramiento que se le solicite acerca de la evaluación de impacto relativa a la protección de datos y supervisar su aplicación.
- Cooperar con la autoridad de control.
- Actuar como punto de contacto de la autoridad de control para cuestiones relativas al tratamiento, incluida la consulta previa a que se refiere el artículo 36, y realizar consultas, en su caso, sobre cualquier otro asunto.

Por último, con el objetivo de ofrecer seguridad y fiabilidad a las empresas y entidades que van a incorporar esta figura a sus organizaciones, la Agencia Española de Protección de Datos ha desarrollado un esquema de certificación de los delegados de protección de datos. Ahora bien, esta certificación no es obligatoria para poder ejercer como delegado de protección de datos y se puede actuar como tal sin estar certificado bajo éste o cualquier otro esquema.

❖ La agencia española de protección de datos.

La Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) es la autoridad estatal de control independiente encargada de velar por el cumplimiento de la normativa sobre protección de datos. Garantiza y tutela el derecho fundamental a la protección de datos de carácter personal de los ciudadanos.

La Agencia es un Ente de Derecho Público, con personalidad jurídica propia y plena capacidad pública y privada, que actúa con plena independencia de las Administraciones Públicas en el ejercicio de sus funciones. Se relaciona con el Gobierno a través del Ministerio de Justicia. Goza de la condición de Autoridad Administrativa Independiente.

➤ **Estructura orgánica.**

La AEPD se estructura en los siguientes órganos:

- El Director.
- El Consejo Consultivo.
- Subdirección del Registro General de Protección de Datos, Subdirección de la Inspección de Datos y la Secretaría General como órganos jerárquicamente dependientes del Director de la Agencia.

Director

El director ostenta la representación de la Agencia y sus actos se consideran como actos propios de la Agencia. Es nombrado por el Gobierno mediante Real Decreto de entre quienes componen el Consejo Consultivo y a propuesta del Ministro de Justicia. Tiene la consideración de alto cargo con rango de Subsecretario. Su mandato es de cuatro años.

Consejo Consultivo

Es el órgano colegiado de asesoramiento del Director, siendo éste elegido de entre sus miembros. Lo componen un total de 10 miembros nombrados por un periodo de cuatro años. Lo preside el Director de la Agencia y actúa como secretaria la titular de la Secretaría General.

Registro General de Protección de Datos

Le corresponde velar por la publicidad de la existencia de los ficheros y tratamientos de datos de carácter personal, con el fin de hacer posible el ejercicio de los derechos que la normativa en materia de protección de datos, reconoce a los titulares de esos datos. En este sentido, se encarga de cuestiones como inscribir los ficheros de los que sean titulares las Administraciones públicas y los de titularidad privada, las autorizaciones de transferencias internacionales de datos y los códigos de conducta, así como la autorización de conservación de datos para fines históricos, estadísticos o científicos.

Inspección de Datos

Le corresponde tramitar los procedimientos relativos al ejercicio de la potestad sancionadora que a la Agencia le atribuyen la LOPD y tutelar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición de los ciudadanos (ARCO).

Secretaría General

Entre sus atribuciones se encuentran la de dar soporte y apoyo al adecuado funcionamiento de las distintas unidades de la Agencia, la de elaboración de informes y propuestas y ejercer la secretaría del Consejo Consultivo.

➤ **Funciones de la AEPD.**

A continuación se describen brevemente las funciones de la Agencia agrupadas por materias según los actos/actores involucrados:

En relación con los interesados

- Atender a sus peticiones y reclamaciones.
- Informar de los derechos reconocidos en la Ley.
- Promover campañas de difusión a través de los medios.
- Velar por la publicidad de los ficheros de datos de carácter personal.

En relación con quienes tratan datos

- Emitir las autorizaciones previstas en la Ley.
- Requerir medidas de corrección.
- Ordenar, en caso de ilegalidad, el cese en el tratamiento y la cancelación de los datos.
- Ejercer la potestad sancionadora en los términos previstos en el Título VII de la Ley Orgánica de Protección de Datos.
- Recabar de los responsables de los ficheros la ayuda e información que precise para el ejercicio de sus funciones.
- Autorizar las transferencias internacionales de datos.

En la elaboración de normas

- Informar preceptivamente los Proyectos de normas de desarrollo de la Ley Orgánica de Protección de Datos.
- Informar los Proyectos de normas que incidan en materia de protección de datos.
- Dictar las instrucciones y recomendaciones precisas para adecuar los tratamientos automatizados a los principios de la Ley Orgánica de Protección de Datos.
- Dictar recomendaciones de aplicación de las disposiciones legales y reglamentarias en materia de seguridad de los datos y control de acceso a los ficheros.

En materia de telecomunicaciones

- Tutelar los derechos y garantías de los abonados y usuarios en el ámbito de las comunicaciones electrónicas, incluyendo el envío de comunicaciones comerciales no solicitadas realizadas a través de correo electrónico o medios de comunicación electrónica equivalente (spam).
- Recibir las notificaciones de las eventuales quiebras de seguridad que se produzcan en los sistemas de los proveedores de servicios de comunicaciones electrónicas y que puedan afectar a datos personales.

Otras funciones

- Cooperación con diversos organismos internacionales y con los órganos de la Unión Europea en materia de protección de datos.

- Representación de España en los foros internacionales en la materia.
- Control y observancia de lo dispuesto en la Ley reguladora de la Función Estadística Pública.
- Elaboración de una Memoria Anual, que es presentada por el Director de la Agencia ante las Cortes.

2.8. Necesidad de la Smart Grid, ¿Para qué sirve?

El nacimiento de las Smart Grids surge por la necesidad de los consumidores finales en conocer y gestionar su propio consumo a la vez que, aquellos usuarios que dispongan de alguna forma de generación propia, puedan participar en la red como microgeneradores, buscando con todo ello maximizar la eficiencia y el ahorro energético. Surgen también de la necesidad de aprovechar e incluir en nuestra sociedad las nuevas formas de energías alternativas o renovables, tanto para su almacenamiento o consumo, como para poder seguir avanzando con éxito en el desarrollo de nuevos modelos de comportamiento o movilidad como es el uso del vehículo eléctrico por ejemplo.

De esta forma, los nuevos aspectos que nos aportaran las Smart Grids, y algunas de las posibles consecuencias de los mismos, tras su desarrollo y aplicación serán:

- Posibilitará la auto-reparación o gestión remota de los errores y las incidencias ocasionados a lo largo de la red de forma que se asegure un flujo eléctrico continuo en toda ella.
- Será una red robusta y segura ante las posibles agresiones y/o perturbaciones.
- Incentivará la intervención de los usuarios finales como sus propios gestores a la vez que potencia la microgeneración y el autoconsumo energético que en su defecto conducirá a la posibilidad de vender o volcar los excedentes a la propia red cuando esta lo necesite.
- Permitirá seleccionar la calidad de la energía suministrada, dependiendo del tipo de aplicación que la requiera, gracias a los nuevos puntos y nuevas formas de generarla.
- Facilita la conexión con las redes eléctricas europeas.
- La generación distribuida, la inclusión de energías renovables y las nuevas formas de almacenamiento energético nos permitirá reducir pérdidas y emisiones contaminantes mientras nos ofrece nuevas posibilidades en el uso de la energía.
- Nos proporcionará nuevas oportunidades de negocio gracias a que la red permite la integración de nuevos componentes como los vehículos eléctricos y otros tipos de energías renovables.
- Con la automatización de la red y de todos sus elementos, se consigue la monitorización completa de la misma, pudiéndose desarrollar

estrategias de regulación y control de la demanda que nos ayudan a alcanzar una mayor eficiencia energética.

- Surgirán nuevos aspectos sociales y demográficos debido a las variaciones en la demanda por la mejora y confort en la vida de los usuarios.

2.9. Marco Regulatorio para las Smart Grids.

No se ha desarrollado aún un ordenamiento específico para la regulación de la Smart Grid, aunque algunos elementos vinculados con nociones que rigen las redes inteligentes, sí son regulados. A continuación se nombran algunos de los reales decretos y regulación actual.

La siguiente información ha sido tomada del estudio: “Smart Grids Y La Evolución De La Red Eléctrica.” elaborado por el Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones. [5]

- RD 1110/2007, 24 agosto y Orden ITC/3022/207 que describe la funcionalidad obligatoria de los contadores y del sistema de telegestión. Las funcionalidades que define están relacionadas con las magnitudes a registrar (consumo/generación de energía activa, reactiva, potencia) con los parámetros de calidad (interrupciones, variaciones de tensión) con la discriminación horaria (y la posibilidad de facturación por periodos) con la telemedida (lectura remota) y con la telegestión y las actuaciones remotas (control de la potencia demandada por el cliente), etc.

También menciona aspectos relacionados con las aplicaciones como que deberá de disponer de capacidad de gestión de cargas, con el objeto de reducir la demanda en momentos críticos.

- ORDEN ITC/3860/2007, 28 diciembre que define el plan de sustitución de equipos de medida. La orden regula que todos los contadores deberán ser sustituidos antes de 31 de diciembre de 2018 de acuerdo al siguiente plan:
 - ✓ 2008-2010: 30%*
 - ✓ 2012: 20%
 - ✓ 2015: 20%
 - ✓ En el final del 2013 será necesario la implantación de sistemas de telegestión y telemedida.
 - ✓ 2018: 30%

*Este es el porcentaje mínimo que cada empresa debe sustituir en cada periodo.

Aparte de la normativa propia de los contadores, no existe una legislación propia para las redes inteligentes. No obstante, la filosofía que se encuentra detrás de las redes inteligentes sí se encuentra presente en la legislación española en numerosos aspectos.

Así, están:

- Las Leyes 54/1997 y 17/2007 establecen que el transporte y distribución son actividades reguladas.
- Los Reales Decretos 2819/1998 y 1955/2000 regulan las actividades de transporte y distribución eléctrica, y establecen que han de realizarse por empresas jurídica y contablemente distintas de las que realizan actividades en competencia. No obstante, se permite que las distribuidoras pertenezcan al mismo grupo empresarial que empresas de generación o suministro.
- Los Reales Decretos 2819/1998, 222/2008 y 325/2008 establecen la retribución de las actividades de transporte y distribución. Esta retribución tiene un componente que depende de la eficiencia en la operación de las mismas.
- El Real Decreto 661/2007 regula la actividad de generación en régimen especial y establece una serie de exigencias técnicas para que el régimen especial colabore en la estabilidad del sistema, ya sea ofreciendo la posibilidad de participar en los servicios de ajuste del sistema a las unidades que tengan puedan ser despachadas (cogeneraciones, biomásas...) como exigiendo el cumplimiento de ciertos requisitos a las de carácter intermitente (eólica, solar, hidráulica...). Entre éstas últimas destacan la obligatoriedad de realizar ofertas al mercado y pagar por los desvíos (incluso en el caso de solicitar el precio fijo regulado) o la obligatoriedad de que todas las instalaciones de más de 10 MW estén conectadas a un centro de control. Otro aspecto importante es el incentivo para las instalaciones eólicas antiguas que sean capaces de soportar los huecos de tensión (las posteriores al 1 de enero de 2008 están obligadas a ser capaces de ello).

Por otra parte hay que mencionar que habitualmente las regulaciones suelen resolver conflictos que se producen una vez que los sistemas están bastantes maduros. Inicialmente se generan legislaciones que favorecen el desarrollo de las tecnologías (por ejemplo subvencionando mediante primas las generaciones de determinadas energías renovables) y posteriormente se reducen las ayudas y se solventan y regulan los problemas técnicos que puedan surgir.

A nivel europeo también existen también existen directivas que fomentan aspectos relacionados como puede ser la 2004/8/CE sobre fomento de la

cogeneración o bien la que fomenta el uso de la energía procedente de fuentes renovables, 2009/28/CE.

(2011, Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones, [5], apartado 3.1: Marco normativo)

2.10. Historia y evolución.

De la utilización de la electrónica de control, la medición y el monitoreo nacieron las redes inteligentes y la tecnología asociada a ellas.

En torno a **1980** se comenzó a utilizar la lectura automática de contadores, de la que se sirvieron para controlar los consumos de los grandes clientes, convirtiéndose así en la arquitectura más avanzada de medición hasta la fecha y para la década de los 90.

En el año **1990**, Bonneville Power Administration, revolucionó la sincronización y seguimiento de redes de área extensa con su investigación sobre *“Prototipos de sensores capaces de detectar y analizar rápidamente anomalías en la calidad de la electricidad sobre grandes áreas geográficas”*.

En el **2000** se produce el culmen del trabajo de Bonneville Power Administration con *“El Sistema de Medición de la primera operativa de área extensa (WAMS)”*. Por otro lado, también en este año, Telegestore, un proyecto italiano, que utilizando contadores inteligentes con conexión a través de un ancho de banda mediante la red de energía, consiguió consolidar la primera gran red de 27 millones hogares.

Las primeras demostraciones de redes inteligentes las encontramos en la **red de malla de Austin** en Texas (desde **2003**), el sistema italiano **Telegestore** (**2005**) y la **red inteligente en Boulder**, Colorado (**2008**).

2.11. Smart Grid frente a la Red Eléctrica tradicional.

Para evolucionar se requiere un nuevo modelo de red eléctrica, una red que se erija en modo ascendente, desde abajo hasta arriba, para controlar el flujo de sistemas digitales y computarizados así como las tecnologías que dependen de la misma. También se requiere una red que sea capaz de gestionar y automatizar el paulatino aumento de requisitos y dificultades eléctricas en el siglo XXI.

El mercado eléctrico está cada día más abocado a una evolución: una transformación de la red eléctrica neurálgica a otra más distribuida que obligue a una mayor participación por parte del usuario o consumidor. Es aquí

donde cobran relevancia las redes inteligentes o Smart Grids, haciendo posible modificar el modelo de negocio, que a su vez provocará un cambio en las relaciones con todos sus participantes, desde las grandes comercializadoras eléctricas al usuario final.

La Smart Grid frente a la red eléctrica tradicional, aporta los equipos y tecnología digital requerida para que la conexión entre instalación y usuario sea bidireccional y fluida en ambos sentidos. Esto se traduce en una red que es inteligente y que, usando técnicas de automatización, herramientas y sistemas digitales de última generación, a la vez que internet, es capaz de dar un respuesta certera a una demanda eléctrica caracterizada por su volatilidad.

2.11.1. Ventajas de las Smart Grids:

- **Restitución más temprana y eficiente del servicio** después de que se haya producido una perturbación.
- **Disminución de costes y operatividad**, que se traduce en una rebaja de los gastos para el usuario final.
- **Disminución de los puntos de demanda máxima**, que también ayudará a reducir las tarifas de electricidad. Esta ventaja es la consecuencia de la mejora en la eficacia a la hora de distribuir los flujos energéticos y de la flexibilidad para administrar los puntos de demanda máxima, lo que genera un descenso en la necesidad de instalar nuevos puntos de generación.
- **Mayor eficiencia y calidad del suministro eléctrico:** Ante una avería o corte de suministro, la Smart Grid es capaz de identificar y delimitar el origen del problema, consiguiendo en muchos casos aislarlo y que el impacto en el resto de la red sea mucho menor y se recupere mucho más rápidamente el funcionamiento normal de la red. Además, las Smart Grids aprovechan en mayor medida la generación de energía propia por parte del consumidor, los llamados microgeneradores, ante un corte del suministro por parte de la entidad suministradora.
- **Mejor integración de los sistemas Cliente – Propietario:** Con la red inteligente, se facilita a los usuarios, los datos y herramientas necesarias para que sean capaces de administrar a nivel particular su consumo o lo que se conoce como “gestión activa de la demanda”, lo que en conjunto se ve reflejado en la mejora del funcionamiento de la red eléctrica a nivel global. El usuario podrá conocer en tiempo real su consumo eléctrico, cuales son los momentos de mayor utilización y el coste de la electricidad para cada instante, lo que le brindará la opción de reducir el coste de consumo por electricidad, administrándose

según sus necesidades en cuanto a cantidad y momento del día en que desea consumirla.

- **Contribuyen a la sostenibilidad ambiental con la integración de los sistemas de energías renovables a gran escala**, extendiendo la arquitectura necesaria para la recarga de vehículos eléctricos en el ámbito de la movilidad, así como contribuye en la disminución de las emisiones contaminantes.
- **Interoperabilidad y conexión fluida con las redes eléctricas europeas.**
- **Posibilitan el almacenamiento de la energía eléctrica:** A gran escala (GW) se utiliza la táctica de la hidroeléctrica reversible (bombeo). Para el almacenamiento en redes (MW) se utilizan pilas y baterías, condensadores y superconductores, o volantes de inercia. Finalmente, a nivel de usuario final (kW) se emplean baterías, superconductores o volantes de inercia, y es aquí donde entraría el vehículo eléctrico como elemento para almacenar energía. (Red Eléctrica de España, [9])
- **Incrementan y mejoran la seguridad.**

2.12. Barreras a las que se enfrenta la Smart Grid.

- Debido a la **escasez de tecnologías estándares y desarrolladas**, así como los escasos escenarios de prueba de escala significativa, el riesgo de la inversión aumenta y provoca que las previsiones y escenarios propuestos no sean confiables.
- **“Business case”:** Todavía no es posible la existencia de economías de escala y es por ello que el coste por operación e inversión es aún demasiado elevado. Por otro lado, es difícil calcular o ponderar los beneficios esperados a cada parte.
- **Insuficiente concienciación** a cerca de las Smart Grids y el papel que desempeñan para el propósito de impulsar las energías limpias o renovables, la disminución de las emisiones de CO₂ y la necesidad de una mayor financiación en la red eléctrica por parte de los organismos reguladores.
- La **regulación u ordenamiento** actual en muchos casos implanta restricciones o limitaciones técnicas y en otros casos no suscita el reclamo suficiente para que aumente la financiación.

- **Fuentes de financiación:** Los riesgos para una actividad regulada se incrementan al cambiar el modelo de negocio, a la vez que aumenta el riesgo de la propia actividad y los costes por inversión, provocando que estas sean menos rentables.
- **Privacidad y confidencialidad de los datos:** Con el aumento del volumen y detalle de los datos e información personal de cada consumidor que pasan a estar disponible en la Smart Grid y Smart City, entra en escena el conflicto de cómo y de qué forma hacemos uso de ellos para no hacerlo de forma inadecuada.

(2010, Energía y Sociedad, [14])

2.13. Proyección de futuro.

“Según las estimaciones de Naciones Unidas, en el año 2050, alrededor del 70% de la población mundial habitará en las ciudades”(2017, Data Center Market, [15]). Ante estas previsiones y la ya realidad asentada de una sociedad digitalizada y cada día más dependiente de la tecnología, surge la importante duda de, ¿cómo será posible alcanzar el equilibrio energético y tecnológico entre oferta y demanda, a la vez que se da cabida a una red eléctrica capaz de sostener e impulsar la creciente arquitectura digital en los principales núcleos urbanos? La respuesta a esta pregunta son las **Smart Grids** y los **Centros de Datos**.

Entonces, ¿Cuál es el la forma para conseguir que la Energía Inteligente sea lo antes posible una realidad? El quid a esta cuestión pasa por una mejor administración y efectividad de la red, y, sobre todo, pasa por los Centros de Datos. Los Centros de Datos van a ser una pieza clave para la gestión de la energía en el entorno e infraestructura de unas ciudades cada día más inteligentes.

A día de hoy, las Smart Grids aún no han arrancado o están “gateando”, y es que este camino no ha hecho más que empezar. Es fundamental no perder de vista el objetivo final, que no es otro que el deseo de construir cada día un mundo más sostenible mientras se proporciona el soporte requerido por las Smart Cities, y es por ello que el futuro de las Smart Grids se centra en la búsqueda de **la eficiencia y el ahorro energético**.

La Unión Europea publicó en marzo de 2007 el famoso paquete de medidas del 20/20/20 siendo revisado después, estableciéndose un nuevo mandato europeo en la asignatura pendiente de sostenibilidad energética para 2030 y 2050.

Objetivos energéticos europeos

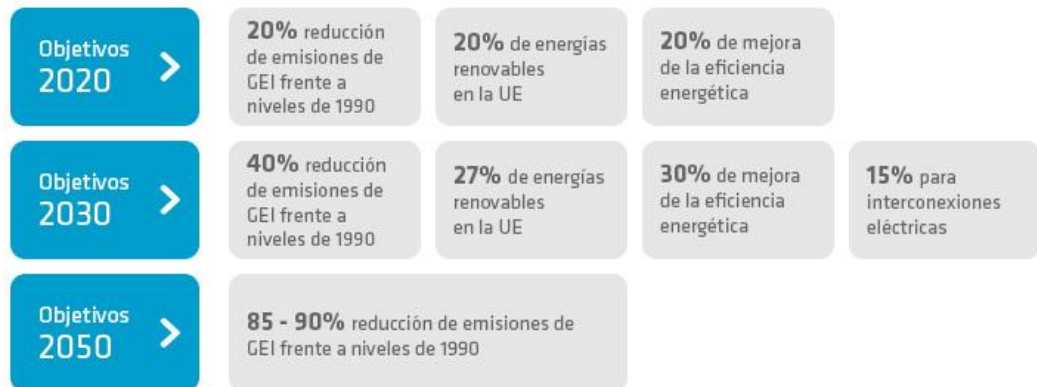


Figura 2. 3: **Objetivos energéticos Europeos.** Figura tomada de <http://www.ree.es/es/red21/un-modelo-energetico-sostenible>

Donde según la UE: “El avance hacia este nuevo modelo energético pasa por el impulso de tres elementos clave: la electrificación de la economía, la máxima integración de las energías renovables en el mix energético y la eficiencia, garantizando siempre la seguridad de suministro.” (Red Eléctrica de España, [11])

Actualmente, la empresa PNNL (Pacific Northwest National Laboratory) lleva a cabo varios estudios de investigación sobre los efectos ventajosos de modernizar de las redes eléctricas en EE.UU. y como esto puede contribuir a lograr los objetivos marcados para la gestión del carbono. Según un equipo de PNNL: “Se identifica nueve mecanismos mediante los cuales la Smart Grid reducirá las emisiones de carbono en 442 millones de toneladas métricas, o lo que es lo mismo, en un 12%, para el año 2030. Hacer que la red sea inteligente ahorrará al país, el equivalente a 66 centrales eléctricas de carbón, o suficiente electricidad para alimentar 70 millones de viviendas actuales.” (2012, IBM Big Data & Analytics Hub, [16])

Otras investigaciones muestran resultados tan impactantes como que: “si incorporásemos al ámbito doméstico instalaciones de redes eléctricas que fueran tan solo un **5% más eficientes**, el ahorro sería equiparable al de las emisiones de **53 millones de coches.**” (2017, Novelec, [4])

Es por esto que, cualquier acción que nosotros llevemos a cabo puede **resultar clave** en materia de eficiencia, a la vez que queda claramente demostrado que la red eléctrica inteligente es el camino a seguir.

Nuevos retos de futuro

Desafíos

Compensar la menor gestionabilidad de la generación renovable.

Lograr una mayor flexibilidad por parte de la demanda.

Aplanar la curva de la demanda (menor ratio punta/valle).

Aumentar la eficiencia energética.

Integrar la generación distribuida.



Gestión
eficiente
del sistema

Herramientas

Tecnologías futuras de almacenamiento de energía.

Aumento de la generación flexible.

Desarrollo de cargas inteligentes

Consumidores flexibles y redes inteligentes.

Desarrollo de interconexiones y supergrid.

Innovación tecnológica.

Figura 2. 4: Proyección de futuro para las Smart Grids. *Figura de elaboración propia basada en <http://www.ree.es/es/red21/un-modelo-energetico-sostenible>*

3. CONSUMO DE UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO CLOUD:

3.1. ¿Qué es un Centro de Datos o Centro de Almacenamiento Cloud?

Existen muchas maneras para nombrarlos: Data Center o Centro de Datos, Centro de Almacenamiento o Centro de Procesamiento de Datos (CDP), Nube o Cloud. Al fin y al cabo, un Data Center o Centro de Almacenamiento Cloud no es más que el espacio físico dónde van a parar todos aquellos datos que, tanto empresas como usuarios particulares, guardan en ese lugar “fantasma” al que llamamos “La Nube”.

Un Centro de Datos es un edificio o entorno físico destinado a guardar y albergar servidores, ordenadores y/o equipos de procesamiento y almacenamiento de datos en grandes cantidades.

Hasta hace poco, los Data Centers o Centros de Datos, solo se concebían como un elemento empresarial para las grandes y medianas empresas, que poco a poco fueron cobrando importancia hasta llegar a ser considerados el sistema nervioso de las estas. Pero recientemente, visto el fundamental papel que jugaban y la multitud de funciones que pueden desempeñar, se han ido integrando paulatinamente como elemento de las ciudades modernas, hasta el punto de que actualmente, el buen funcionamiento de la mayor parte de las sociedades, está condicionado por la disponibilidad y el correcto desarrollo de uno o varios Centros de Datos.

Como acabo de mencionar, normalmente los Centros de Datos eran y son requeridos por grandes empresas que necesitan almacenar y gestionar volúmenes de información inimaginables, pero dada la enorme inversión que conlleva la instalación y el mantenimiento de los mismos, surgen empresas que se han especializado en construirlos y venderlos como un servicio a otras empresas. Esto implica que en un mismo edificio o infraestructura, confluye la información de un sinfín de entidades o aplicaciones.

En la actualidad, la capacidad de procesamiento en los Centros de Datos es cuatro veces superior a la que tenían los modelos más antiguos, además de que, gracias a la evolución y constantes mejoras de los equipos tecnológicos, el espacio que ocupan corresponde a un 40% del ocupado por los antiguos Centros de Datos.

3.2. ¿Cómo funcionan y qué funciones realizan?

Con el fin de albergar los cientos o miles de bancos de datos y/o servidores para la gestión de los datos o información que estos almacenan, los sistemas o equipos informáticos, normalmente se acoplan en armarios metálicos llamados “racks”, que están dotados de toda clase de protocolos de seguridad como procesos de refrigeración para controlar que la temperatura sea constante o sistemas de protección contra incendios. Estos espacios poseen niveles de seguridad muy altos, proporcionando un acceso controlado incluso a los propios trabajadores del Centro de Datos por cuestiones de seguridad.

¿Para qué sirven o que funciones realizan los Centros de Datos?:

- Una de las principales funciones de los Centros de Datos es la del reunir y albergar bajo la misma instalación, a los equipos y sistemas informáticos requeridos, así como las áreas de soporte asociadas.
- En ellos se realizan y almacenan las Copias de Seguridad (back-ups).
- Ejecutar los sistemas computacionales centrales y mantener el servicio operativo para los clientes.
- Analizar los datos derivados de los procesos implementados, plantear posibles mejoras y ponerlas en funcionamiento de acuerdo a las directrices de un superior.
- Llevar a cabo las operaciones asignadas de acuerdo al plan de producción y los tiempos planificados, dejando constancia en los correspondientes registros.
- El superior más directo ha de estar informado constantemente sobre el estado del Centro de Datos.
- Construir y almacenar un registro sobre fallos, errores, soluciones, acciones correctivas, back-ups, trabajos recuperados e implementados.
- Cuidar y velar para que los sistemas informáticos y de computación continúen operando de manera correcta, mientras se vigilia para identificar y subsanar fallos en el mismo.
- Realizar la función de soporte técnico para los usuarios.
- Llevar a cabo acciones de limpieza y mantenimiento de los sistemas y equipos.
- Facilitar y mejorar la administración y gestión del espacio en el Centro, para conseguir el número de equipos por unidad de espacio más óptimo.
- Ser riguroso en la aplicación de la normativa de seguridad y control establecida.

3.3. ¿Cuánta energía consume un Centro de Datos?

La electricidad utilizada por los equipos de la Tecnología de la Información (TI) ha sido un tema de gran interés desde que a principios de la década de 1990, Johnson y Zoi, lanzaran la primera especificación *Energy Star para ordenadores de uso personal.



Figura 3. 1: Logo oficial de la agencia Energy Star. Imagen tomada de <https://www.energystar.gov/>

**Energy Star es un programa voluntario de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, creado en 1992, que ayuda a empresas e individuos a ahorrar dinero y proteger nuestro clima promoviendo productos eléctricos con consumo eficiente de electricidad.*

(<https://www.energystar.gov/>)

Los primeros datos detallados sobre uso de los ordenadores de ámbito personal fueron publicados en el estudio *Technology Assessment: Electronic Office Equipment* (Harris et al 1988, [25]) a finales de la década de 1980, seguidos de la publicación de las estimaciones del uso total de electricidad de estos equipos por parte de Norford et al., en 1990 [25], Piette et al., en 1991 [25] y Koomey et al., en 1996 [25]. Respectivamente posterior a cada una de estas publicaciones, Lovins y Heede en 1990 [25], Ledbetter y Smith en 1993 [25] y Koomey et al., en 1996 [25], divulgaron evaluaciones a cerca de las posibles mejoras de eficiencia para estos sistemas ofimáticos. Según se acababa la década de 1990, se hacía más evidente el crecimiento imparable de una nueva clase de equipos TI. Los servidores informáticos y las instalaciones de los Centros de Datos donde se ubicaban, se volvieron más numerosos y cada día consumían más electricidad.

Actualmente, el desarrollo imparable de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC), así como el crecimiento en los últimos años del cómputo en infraestructuras Cloud, provoca que se estime **un porcentaje de consumo por parte de los Centros de Datos en el año 2018, referido a la electricidad total consumida en el mundo, del 3%**, según un estudio de la Universidad Northwestern.

A continuación, vamos a ver cómo ha evolucionado históricamente el consumo energético mundial para los Centros de Datos, desde su creación hasta la situación estimada en la que se encontraran en el año 2030, pasando por la fecha presente. En la primera parte de este análisis, voy a basarme en y a sintetizar, los estudios realizados por Jonathan Koomey, profesor en la

Universidad de Stanford, quien analizó detalladamente, para varios intervalos de tiempo, el consumo energético mundial de estas infraestructuras.

3.3.1. Electricidad utilizada en todo el mundo por los Centros de Datos entre los años 2000-2005.

Este análisis se basa en el estudio: “*Worldwide electricity use in data centers.*”, realizado por Jonathan Koomey, a la vez que toma sus datos del mismo y en consecuencia, de todas las referencias añadidas en él. Dicho estudio se encuentra incluido en la bibliografía de este trabajo con el índice [25].

❖ Introducción:

Este estudio solo evalúa la electricidad directa utilizada por los Centros de Datos. No intenta estimar el efecto de los cambios estructurales en la economía que puede ocasionar un mayor uso de la Tecnología de la Información (TI) y puede resultar sustancial en muchos casos.

En este estudio se toman como base de referencia las definiciones y datos proporcionados por IDC (Bailey 2007, [25]) y US EPA (2007, [25]).

Por ello se define como centros de datos cualquier espacio cuya función principal sea alojar servidores, incluidos armarios de datos y salas de servidores. Esta definición no incluye las partes de las oficinas centrales de telecomunicaciones cuyo propósito principal es alojar interruptores telefónicos, enrutadores y otros equipos de red a gran escala.

***IDC (Industrial Design and Construction):** Se trata de una empresa de diseño, construcción, mantenimiento y operación de instalaciones de alta tecnología que presta servicios a clientes con tecnología de proceso continuo. IDC también tiene intereses en investigación y fabricación de nanotecnología.

***US EPA (Agencia de Protección del Medio Ambiente):** Es una agencia del gobierno federal de Estados Unidos encargada de proteger la salud humana y proteger el medio ambiente: aire, agua y suelo.

❖ Datos y métodos

Para este estudio se calcula el uso total de electricidad como el producto de la cantidad de servidores y la electricidad utilizada por cada servidor. La base de servidores tomada como referente pertenece a la compañía IDC, y se divide en servidores de volumen, tanto de rango medio como de gama alta (mid-range and high-end servers). Para cada uno de los modelos de servidor más populares proporcionados por IDC, se dedujo el consumo típico de energía mediante un análisis detallado.

Este análisis estimó la electricidad real utilizada por los seis modelos más populares proporcionados por la base de referencia (IDC) para cada clase

principal de servidor (volumen, rango medio y alto) para Estados Unidos y el resto del mundo. El uso de energía se basó en los datos del fabricante, las mediciones o las estimaciones de ingeniería calculadas para los servidores configurados y utilizados normalmente.

Los datos calculados y deducidos se recogen en dos figuras a continuación:

Figura 3.2: En esta tabla, Koomey recoge la base tomada como referencia (IDC) y el uso de energía por servidor según la región mundial más importante y el tipo de servidor.

Figura 3.3: Usa los datos de la Figura 3.2 para calcular la electricidad utilizada por los servidores. Después agrega las comunicaciones del centro de datos (redes internas), el almacenamiento y el uso de electricidad de la infraestructura.

La electricidad utilizada por los equipos de comunicaciones y almacenamiento del centro de datos en 2000 y 2005 se obtuvo a partir de los datos proporcionados por US EPA en 2007 para Estados Unidos y se aceptó que la electricidad usada para estos campos era una fracción del uso total de electricidad de los servidores de Estados Unidos para 2000 y 2005, respectivamente. Por último multiplica esas fracciones por el uso total de electricidad del servidor para cada región en cada año. Este escenario supone que no hay diferencias geográficas en la electricidad utilizada por las comunicaciones del centro de datos y el equipo de almacenamiento. Esta aproximación es la mejor posible en ausencia de mejores datos.

Installed base	Units	Volume	Mid-range	High-end	Total/avg
2000					
US	Thousands	4 927	663	23	5 613
Western Europe	Thousands	3 332	447	15	3 794
Japan	Thousands	1 140	250	15	1 405
Asia Pacific (ex. Japan)	Thousands	1 416	132	4	1 552
Rest of World	Thousands	1 425	317	8	1 750
Total	Thousands	12 240	1 808	66	14 114
2005					
US	Thousands	9 897	387	22	10 306
Western Europe	Thousands	6 985	356	15	7 355
Japan	Thousands	2 361	185	12	2 558
Asia Pacific (ex. Japan)	Thousands	3 553	137	4	3 694
Rest of World	Thousands	3 162	199	7	3 368
Total	Thousands	25 959	1 264	59	27 282
Average power used per server	Units	Volume	Mid-range	High-end	Total/avg
2000					
US	Watts/server	186	424	5534	236
Western Europe	Watts/server	181	422	4517	227
Japan	Watts/server	181	422	4517	271
Asia Pacific (ex. Japan)	Watts/server	181	422	4517	212
Rest of World	Watts/server	181	422	4517	246
Total	Watts/server	183	423	4874	236
2005					
US	Watts/server	219	625	7651	250
Western Europe	Watts/server	224	598	8378	258
Japan	Watts/server	224	598	8378	289
Asia Pacific (ex. Japan)	Watts/server	224	598	8378	247
Rest of World	Watts/server	224	598	8378	263
Total	Watts/server	222	607	8106	257

Figura 3. 2: Base utilizada y potencia de servidor por unidad en 2000 y 2005 por parte de las mayores regiones del mundo. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 3.

	Servers			Storage (BkWh yr ⁻¹)	Commu- nications (BkWh yr ⁻¹)	Infra- structure (BkWh yr ⁻¹)	Total/avg (BkWh yr ⁻¹)	Power (GW)	% of total
	Volume (BkWh yr ⁻¹)	Mid-range (BkWh yr ⁻¹)	High-end (BkWh yr ⁻¹)						
2000									
US	8.0	2.5	1.1	1.1	1.4	14.1	28.2	3.2	40%
Western Europe	5.3	1.7	0.6	0.7	0.9	9.2	18.3	2.1	26%
Japan	1.8	0.9	0.6	0.3	0.4	4.0	8.1	0.9	11%
Asia Pacific (ex. Japan)	2.3	0.5	0.1	0.3	0.3	3.5	7.0	0.8	10%
Rest of World	2.3	1.2	0.3	0.4	0.4	4.6	9.2	1.0	13%
Total	19.7	6.7	2.8	2.8	3.4	35.4	70.8	8.1	100%
% of total	28%	9%	4%	4%	5%	50%	100%		
2005									
US	18.9	2.1	1.5	2.7	2.7	28.0	56.0	6.4	37%
Western Europe	13.7	1.9	1.1	2.0	2.0	20.7	41.3	4.7	27%
Japan	4.6	1.0	0.9	0.8	0.8	8.0	16.1	1.8	11%
Asia Pacific (ex. Japan)	7.0	0.7	0.3	1.0	1.0	9.9	19.9	2.3	13%
Rest of World	6.2	1.0	0.5	0.9	0.9	9.6	19.2	2.2	13%
Total	50.5	6.7	4.2	7.5	7.3	76.2	152.5	17.4	100%
% of total	33%	4%	3%	5%	5%	50%	100%		
Total 2005/2000	2.56	1.00	1.50	2.70	2.15	2.15	2.15	2.16	

Figura 3. 3: Consumo de electricidad de los Centros de Datos por región mundial importante en 2000 y 2005. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 4.

La energía utilizada por la infraestructura incluye la cantidad utilizada para la refrigeración y el control del aire en las instalaciones, así como lo que se pierde en la distribución de energía. Este componente se rige por lo que el Uptime Institute denomina como Site Infrastructure Energy Overhead Multiplier (SIEOM) o Multiplicador Aéreo de Energía de Infraestructura del Sitio, también conocido por el término Power Utilization Effectiveness o Efectividad del Uso de la Energía (PUE). Este concepto caracteriza la relación entre las cargas totales del centro de datos y las cargas de tecnologías de la información (TI).

$$PUE = \frac{\text{Uso total de Energía del CD}}{\text{Uso de Energía del equipo de TI}}$$

Ecuación 1: Factor PUE. Efectividad del uso de la energía. Tomada de <http://www.teksar.mx/pue-y-dc-ic-que-debes-de-conocer/>

Los datos recogidos y documentados por Greenberg et al., en 2006 [25] y Belady y Malone en 2007 [25] muestran que los típicos PUE son aproximadamente de 2.0, aunque en la práctica pueden variar ampliamente de 1.2 a más de 4.0. Koomey asumió para su estudio un PUE promedio de 2.0, lo que implica que por cada kWh de uso de electricidad TI, hay otro kWh de uso de electricidad en la infraestructura.

***Uptime Institute:** Es una organización profesional de servicios Americana enfocada a mejorar el funcionamiento, eficacia y fiabilidad de importantes infraestructuras de negocios a través de la innovación, colaboración y certificaciones independientes. Es más conocida por su ampliamente adoptado "Estándar de nivel" y la certificación asociada de centro de datos que cumple con el estándar.

❖ Resultados

Koomey expuso los resultados de su estudio desde diferentes dimensiones: De forma global y divididos por áreas geográficas.

Resultados globales:

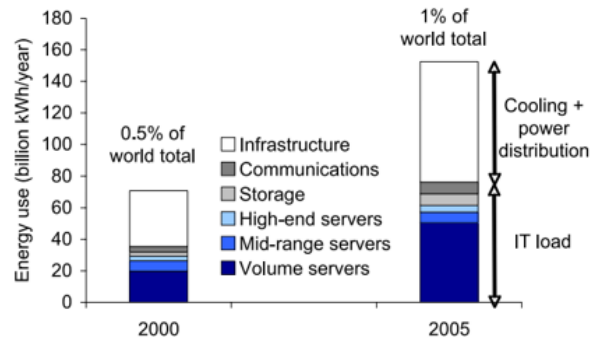


Figura 3. 4: Uso total de electricidad por los Centros de Datos en el mundo en 2000 y 2005, incluidos los equipos de refrigeración y auxiliares. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 4.

El total de la electricidad consumida para el año 2000 en todo el mundo por los centros de datos fue de 13.238 billones* de kWh y de 15.747 billones* de kWh en 2005.

*El estudio utiliza el sistema Americano donde: 1 billon(US) = 1000 millones (UE) [25]

Como se muestra en la figura, la electricidad utilizada en todo el mundo por los centros de datos se duplicó entre 2000 y 2005, lo que representa una tasa de crecimiento anual total del 16,7% para el mundo. Alrededor del 80% de este crecimiento se atribuye al crecimiento de la electricidad utilizada por los servidores (casi todos los servidores de volumen), con un 10% de aumento en el uso de electricidad asociado con las comunicaciones del centro de datos y aproximadamente el mismo porcentaje para los equipos de almacenamiento. El aumento generalizado en el uso de la electricidad por servidor se debe casi por completo al aumento del número de servidores de volumen, con una pequeña parte asociada al aumento de la potencia utilizada por unidad de servidor.

Resultados regionales:

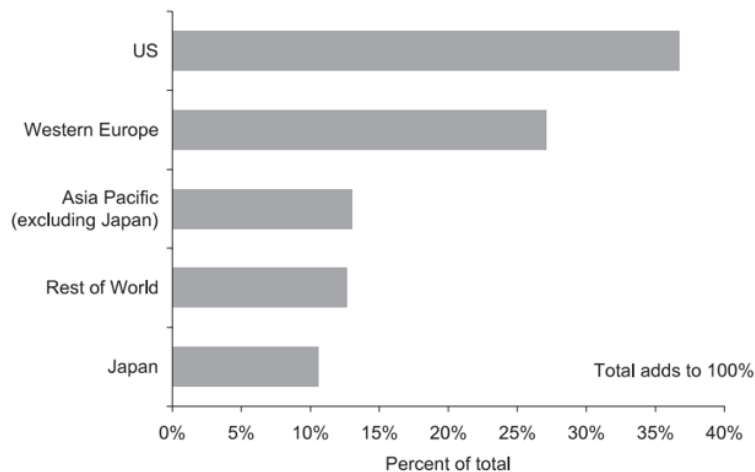


Figura 3. 5: Distribución por regiones del uso de electricidad por los Centros de Datos en 2005. *Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 5.*

Esta imagen muestra la electricidad utilizada por los centros de datos en las principales áreas geográficas del mundo en 2005. Se ve claramente que US y Europa comprenden aproximadamente dos tercios del total, con Japón, Asia Pacífico (excluido Japón) y el resto del mundo cayendo entre el 10 y el 15% del total. Solo Europa representa más de una cuarta parte de la electricidad consumida por los centros de datos en el mundo.

En 2005, Asia-Pacífico (excluido Japón) saltó de alrededor del 10% del total a más del 13%, lo que refleja el importante crecimiento económico durante ese período en China, India y otras economías asiáticas.

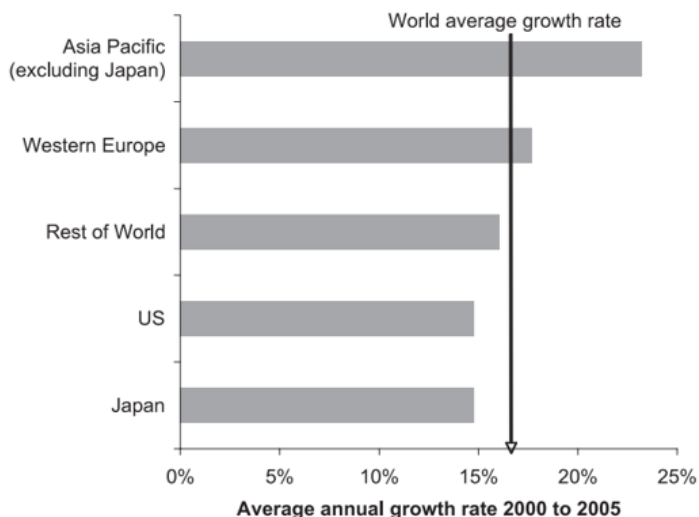


Figura 3. 6: Tasa de crecimiento porcentual anual promedio del uso de electricidad por los Centros de Datos en las principales regiones del mundo, 2000-2005. *Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2008, 5.*

Este otro gráfico resume las tasas de crecimiento porcentual anual en el uso de electricidad de los centros de datos por área geográfica del 2000 al 2005. El uso de electricidad de los centros de datos en el área Asia-Pacífico (excluido Japón), creció a una tasa anual del 23%, en comparación con el promedio mundial que fue del 16.7% por año, lo que convierte a esta región en la única cuyo uso de la electricidad en los centros de datos crece a un ritmo significativamente mayor que el promedio mundial. Europa también creció un poco más rápido que el promedio mundial durante este período.

A la vista de estos resultados y teniendo en cuenta también las tendencias estimadas por las entidades cuyos datos se toman de referencia para este estudio, Koomey elaboró un pronóstico sobre el futuro uso de electricidad debido a los centros de datos:

“El pronóstico mundial de IDC en el año 2007 incorporaba varias tendencias que afectarían a la electricidad utilizada por los servidores, incluida la creciente demanda de servicios de tecnología de la información (TI), el uso de servidores blade (que tenderían a disminuir el uso de energía por servidor) y aumentos en la consolidación y virtualización de servidores (que se estimó reducirían la cantidad de servidores físicos que se necesitan). Suponiendo que el pronóstico de IDC de servidores mundiales, tomado como base de referencia, es correcto, las tendencias en el uso de electricidad por servidor se mantendrían hasta 2010 como lo hicieron desde 2000 hasta 2005, y si las cifras de utilización de electricidad de redes y de almacenamiento continúan registrando el uso de electricidad por servidor como se supone para los datos históricos, el crecimiento total en el uso de electricidad para los centros de datos sería del 76%. Este resultado implica que la tasa de crecimiento mundial promedio anual en el uso de electricidad de los centros de datos para 2005-2010 será de alrededor del 12% en comparación con el crecimiento anual de 16.7% que prevaleció entre 2000 y 2005.” [25]

❖ Conclusiones

Este estudio calcula la electricidad total utilizada por los Centros de Datos en todo mundo para los años 2000-2005, mediante la combinación de datos IDC, utilizados como base de referencia para los servidores y la estimación de la potencia utilizada por los servidores más populares, así como el uso de los datos proporcionados por la US EPA para la estimación de la electricidad utilizada por los equipos de comunicaciones y de almacenamiento en los Centros de Datos.

El resultado de la combinación y análisis de todos ellos es que el consumo de electricidad para los Centros de Datos se duplicó en todo el mundo durante el período 2000-2005. Alrededor del 80% de este crecimiento se atribuye al aumento del número de servidores, con solo una pequeña parte atribuible al crecimiento en el uso de energía por unidad de servidor. Los equipos de

comunicación y almacenamiento en los Centros de Datos contribuyeron con aproximadamente el 10% del consumo cada uno. La potencia total consumida por los equipos de Tecnologías de la Información (TI) en los Centros de Datos representan alrededor del 0,5% del consumo mundial de electricidad en 2005, mientras que si incluimos las infraestructuras de refrigeración y auxiliares, esa cifra es aproximadamente el 1% del consumo eléctrico mundial.

Este análisis también divide la electricidad mundial requerida por los Centros de Datos entre las principales áreas geográficas mundiales. Los resultados revelan el predominio de Estados Unidos y Europa en el uso total de electricidad destinada a los Centros de Datos, así como una tasa de crecimiento anual promedio en el uso total de electricidad del 16.7% por año, siendo Asia-Pacífico (excluido Japón), la única región que obtuvo una tasa de crecimiento anual mucho mayor que el promedio durante el período 2000-2005.

3.3.2. Electricidad utilizada en todo el mundo por los Centros de Datos entre los años 2005-2010.

Este análisis se basa en el estudio: “*Growth In Data Center Electricity Use 2005 To 2010.*”, realizado por Jonathan Koomey, a la vez que toma sus datos del mismo y en consecuencia, de todas las referencias añadidas en él. Dicho estudio se encuentra incluido en la bibliografía de este trabajo con el índice [26].

❖ Introducción:

La electricidad consumida por instalaciones de computación de alto nivel que alimentan Internet (es decir, los centros de datos) han generado un gran interés, en parte debido a la importancia de estas instalaciones para la economía en general, en parte porque la potencia utilizada por los Centros de Datos de forma individual puede rivalizar con el requerido por algunas instalaciones industriales, y en parte porque la electricidad total utilizada por estas instalaciones ha estado creciendo de manera vertiginosa y sin descanso. Entonces, ¿Cómo de rápido ha estado creciendo el uso de energía en los Centros de Datos?

En el anterior estudio analizado, Koomey estudió las tendencias en el uso de energía por los Centros de Datos mundiales y regionales entre 2000 y 2005 [25], mostrando como resultado aproximadamente el doble de la potencia utilizada por estas instalaciones durante este período. Ese estudio también mostró que el crecimiento fue impulsado principalmente por el aumento en número de los llamados "servidores de volumen", y que el crecimiento en el uso de energía por servidor fue un factor secundario para el crecimiento total en el consumo de energía.

Ahora, este informe evalúa lo que sucedió desde entonces. Se enfoca en la electricidad total utilizada por los Centros de Datos de 2005 a 2010, y crea las estimaciones de una manera consistente con el trabajo anterior. Si bien no es tan detallado como el trabajo anterior, utiliza algunas de las mismas fuentes de datos, como IDC y US EPA, para que las estimaciones de 2010 sean comparables con los datos anteriores.

❖ Datos y métodos

Para estimar la electricidad total utilizada por los Centros de Datos en 2010, el enfoque más directo habría sido utilizar las mismas agencias de datos utilizadas en el anterior estudio de Koomey con datos actualizados de IDC sobre la base tomada de referencia para los servidores en 2010. Desde que se hizo ese estudio, IDC cambió algunos de sus datos y las suposiciones de los informes, por lo que Koomey no pudo crear fácilmente una serie temporal consistente para las tendencias del uso de energía por servidor.

Los servidores siguen siendo la principal fuente de consumo de electricidad en los Centros de Datos, así que Koomey empieza por ahí, como lo hizo en el análisis anterior. Primero, calcula la electricidad total utilizada por los servidores como el producto de la base de servidores tomada como referencia por la clase de servidor (a partir de nuevos datos de IDC) y la electricidad utilizada por servidor y año para cada escenario considerado. Al total de lo utilizado en electricidad por el servidor, agrega la electricidad utilizada para el almacenamiento de datos, comunicaciones y por los equipos de infraestructura (refrigeración, ventiladores, bombas y pérdidas en los sistemas de respaldo y distribución de energía), en base a estimaciones utilizadas de US EPA acerca de la cantidad eléctrica requerida para estos usos finales.

Sobre las nuevas tendencias de la base utilizada como referencia (IDC), Koomey explica que, la [Figura 3.7](#) muestra las previsiones de IDC para 2007 y 2010 a cerca de los datos tomados como referencia base para los servidores. Los términos "viejo" y "nuevo" en la [Figura 3.7](#) se refieren a las estimaciones de referencia de IDC para febrero de 2007 y enero de 2010, respectivamente. El término "ajustado" hace referencia a las "nuevas" estimaciones usadas para la base de referencia de servidores en 2010, ajustadas para reflejar las estadísticas históricas actualizadas (las "nuevas" estimaciones originales eran un pronóstico para 2010). No está claro cómo los datos del año 2000 se verán afectados por los cambios realizados por IDC con el nuevo pronóstico base, ya que ese análisis no se remonta al año 2000, pero los números base instalados para 2005 difieren hasta en un 8% entre los antiguos y nuevas figuras base utilizadas (dependiendo de la clase del servidor).

En cuanto los escenarios utilizados para 2010 en este estudio, Koomey creó cuatro escenarios para ayudar a mostrar las tendencias que siguen en el mercado de Centros de Datos:

- 1) **All Trends continue:** Muestra qué hubiera pasado si las tendencias en la base utilizada del servidor y la electricidad consumida por servidor siguieran creciendo al ritmo vigente entre 2000 y 2005.
- 2) **Best Guess 2007:** Realizó una estimación del uso de electricidad por los Centros de Datos en 2010, basándose en el pronóstico de la base de referencia IDC del 2007 y en las tendencias de electricidad de 2000 a 2005 por servidor.

Luego, calculó otros dos escenarios que consolidaron el rango más probable para 2010.

- 3) **Upper Bound Case:** Se define en la base ajustada de 2010 para el último pronóstico base utilizado de IDC y asume que las tendencias de electricidad de 2000 a 2005 por servidor continúan hasta 2010.
- 4) **Lower Bound Case:** Utiliza los mismos números de base tomados para 2010 que en el caso de Upper Bound, pero supone que no hay crecimiento en la electricidad utilizada por servidor entre 2005 y 2010 (lo cual es un intento de reflejar el intenso enfoque de la industria en mejorar la eficiencia de los servidores en 2006).

En el uso de electricidad para el almacenamiento y las comunicaciones, Koomey recuerda el pronóstico que incluyó en su primer estudio para el periodo de actual estudio, y que decía:

“Suponiendo que el pronóstico de IDC de servidores mundiales, tomado como base de referencia, es correcto, las tendencias en el uso de electricidad por servidor se mantendrían hasta 2010 como lo hicieron desde 2000 hasta 2005, y si las cifras de utilización de electricidad de redes y de almacenamiento continúan registrando el uso de electricidad por servidor como se supone para los datos históricos, el crecimiento total en el uso de electricidad para los centro de datos sería del 76%.” [25]

El problema es que este escenario no contempló un cambio en las tendencias del uso de electricidad por los equipos de almacenamiento y comunicaciones que fueron incorporados en el Informe de la EPA al Congreso (US EPA 2007, [25]) para 2010. En este informe, se estimó que el uso eléctrico, tanto del almacenamiento como de las comunicaciones, crecerían más rápidamente que la media histórica.

Para incluir este cambio, Koomey utilizó la relación de consumo de electricidad publicada por la EPA para el consumo total de los servidores en 2010 en el caso "Current Efficiency Trends" y estimó el consumo de electricidad para almacenamiento y/o comunicaciones en los cuatro escenarios de 2010 que

había propuesto. Los detalles de estos cálculos se describen en la [Figura 3.8](#) más adelante.

Por último, Koomey analiza los cambios en la eficiencia del consumo por la infraestructura.

Para los escenarios de All Trends Continue y Best Guess 2007 asumió una Efectividad de Uso de la Energía (PUE) de 2.0, lo que implica que por cada kWh de uso de electricidad de TI hay otro kWh de uso de electricidad de la infraestructura. Para Koomey, esta suposición puede dar lugar a una pequeña sobreestimación de la electricidad utilizada debido a la tendencia creciente de la constitución de Centros de Datos específicos como industria, que realizan computación en la nube y cuyos proveedores han podido reducir drásticamente el uso de electricidad de la infraestructura en comparación con aquellos que mantienen sus Centros de Datos internos, aunque en 2011 las instalaciones internas aún dominan en la industria. Esta suposición habrá que revisarla a medida que la computación en la nube se utilice más ampliamente.

Para el caso de Upper Bound y Lower Bound, en 2010, se asumió un PUE promedio de 1.92 y 1.83 respectivamente, lo que refleja el progreso en este parámetro desde que se realizaron los análisis anteriores. Koomey basó la elección para este parámetro en los datos medidos ya que, el programa Energy Star de la EPA estableció un protocolo de medición para este parámetro y encontró un PUE promedio para 61 Centros de Datos en 2010 de 1.92, y un rango de 1.36 a 3.6. La primera encuesta anual de la industria de los Centros de Datos del Uptime Institute realizada en 2011, arrojó un PUE promedio de alrededor de 1,83.

❖ Resultados

[Figura 3.7](#): Recoge los datos de referencia utilizados y algunas de las tendencias deducidas de este análisis respecto a los mismos.

El factor dominante en la demanda de electricidad entre 2000 y 2005 fue el aumento en la base utilizada del número de servidores de volumen, que se duplicó en ese período de cinco años para todo el mundo. Las estimaciones utilizadas de base del IDC en 2007 mostraban un crecimiento más lento en los servidores de volumen hasta 2010 en comparación con el período de 2000 a 2005, y el pronóstico más reciente redujo aún más este crecimiento.

Teniendo en cuenta estas últimas estimaciones sobre la base de referencia, el crecimiento en los servidores de volumen disminuyó considerablemente en el período de 2005 a 2010, creciendo solo alrededor del 20% en Estados Unidos y alrededor de un tercio en el resto del mundo. Esto significa que la base de referencia utilizada para los servidores de rango medio cayó incluso más rápido de lo esperado según el último pronóstico, pero por el contrario, los

servidores de gama alta crecieron rápidamente en lugar de disminuir como se había proyectado.

Figura 3.8: Muestra la electricidad mundial utilizada por los Centros de Datos en los años 2000-2005 y para los cuatro escenarios planteados en este estudio para 2010.

Para el primero de los escenarios, All Trends Continue, se ve un uso de más del doble del de electricidad en los Centros de Datos de 2005 a 2010, mientras que para el caso Best Guess 2007 muestra un aumento con respecto a los niveles de 2005 del 93% a 98%. Los casos Upper and Lower Bound, que se basan en estadísticas de base históricas (estimadas como se describe en la Tabla 1), muestran unos requisitos de electricidad menor para 2010 que el proyectado en 2007, en parte debido a que la base finalmente utilizada en 2010 fue inferior a lo esperado (en ambos casos) y en parte debido a las reducciones en el aumento de la electricidad utilizada por servidor en el caso de Lower Bound.

La electricidad real utilizada por los Centros de Datos en 2010 cayó entre los casos Upper y Lower Bound porque el crecimiento de la electricidad utilizada por servidor disminuyó desde 2005.

Hasta 2006 la industria de los Centros de Datos no comenzó a centrarse en la búsqueda de la eficiencia. Además, algunos datos también indican que el crecimiento en la electricidad utilizada por servidor se desaceleró desde 2005, pero este estudio no se ha centrado en investigar, cuantificar y verificar estas tendencias.

	Year	US			World			Notes
		Volume	Mid-range	High-end	Volume	Mid-range	High-end	
Installed base old (IDC Feb. 2007)	2000	4,927	663	23.0	12,240	1,808	65.6	1
	2005	9,897	387	22.2	25,959	1,264	59.4	1
	2010	15,434	326	15.2	40,144	1,013	49.6	1
Installed base new (IDC Jan 2010)	2005	9,700	416	23.5	23,765	1,303	63.3	2
	2010	11,325	314	34.8	31,048	982	114.4	2
Shipments								
From IDC January 2010	2010	2,499	35	2.9	6,933	116	10.1	3
From IDC March 2011	2010	2,670	47	4.6	7,504	126	13.0	4
Difference	2010	171	12	1.6	572	10	2.8	
Installed base, adjusted	2010	11,496	326	36.5	31,620	991	117.2	5
<i>Ratio 2005 old to 2000 old</i>		2.01	0.58	0.96	2.12	0.70	0.91	
<i>Ratio 2010 old to 2005 old</i>		1.56	0.84	0.69	1.55	0.80	0.84	
<i>Ratio 2005 new to 2005 old</i>		0.98	1.07	1.06	0.92	1.03	1.07	
<i>Ratio 2010 adjusted to 2010 new</i>		1.02	1.04	1.05	1.02	1.01	1.02	
<i>Ratio 2010 adjusted to 2005 new</i>		1.19	0.78	1.55	1.33	0.76	1.85	

Figura 3. 7: Estimación de la base utilizada y del envío por servidor IDC para el mundo (por mil). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 16.

Scenario name	Units	All trends cont. Best guess 2007 Upper bound Lower bound						Notes
		2000	2005	2010	2010	2010	2010	
Installed server base trend								
W/server trend								
Volume servers	BkWh	19.7	50.5	129.8	94.7	81.5	67.2	1, 2
Mid-range servers	BkWh	6.7	6.7	6.7	7.7	7.3	5.1	1, 2
High-end servers	BkWh	2.8	4.2	6.4	5.9	13.0	7.8	1, 2
Storage	BkWh	2.8	7.5	34.0	25.7	24.2	19.1	1, 3
Communications	BkWh	3.4	7.3	21.9	16.6	15.6	12.3	1, 3
Infrastructure	BkWh	35.4	76.2	198.8	150.6	130.2	92.0	1, 4
Total	BkWh	70.8	152.5	397.6	301.1	271.8	203.4	5
Index relative to 2005		0.46	1.00	2.61	1.98	1.78	1.33	
Average power	Gigawatts	8.1	17.4	45.4	34.4	31.0	23.2	6
World consumption, all uses	BkWh	13238	15747	18118	18118	18118	18118	7
Index relative to 2005		0.84	1.00	1.15	1.15	1.15	1.15	
% of world total	%	0.53%	0.97%	2.19%	1.66%	1.50%	1.12%	8

Figura 3. 8: Electricidad total utilizada por los centros de datos en todo el mundo (2000, 2005 y 2010). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 17.

Koomey, comparó el consumo de electricidad proyectado con el real de 2005 a 2010.

El informe de la EPA de 2007 al Congreso de los Estados Unidos sobre los centros de datos (US EPA 2007), predijo un poco menos del doble en el uso total de electricidad por los Centros de Datos de 2005 a 2010 si las tendencias históricas continuaban como lo habían hecho de 2000 a 2005. La Figura 3.9 muestra el gráfico de ese estudio con el rango abarcado para las estimaciones de límite inferior y superior de este estudio en EE.UU.

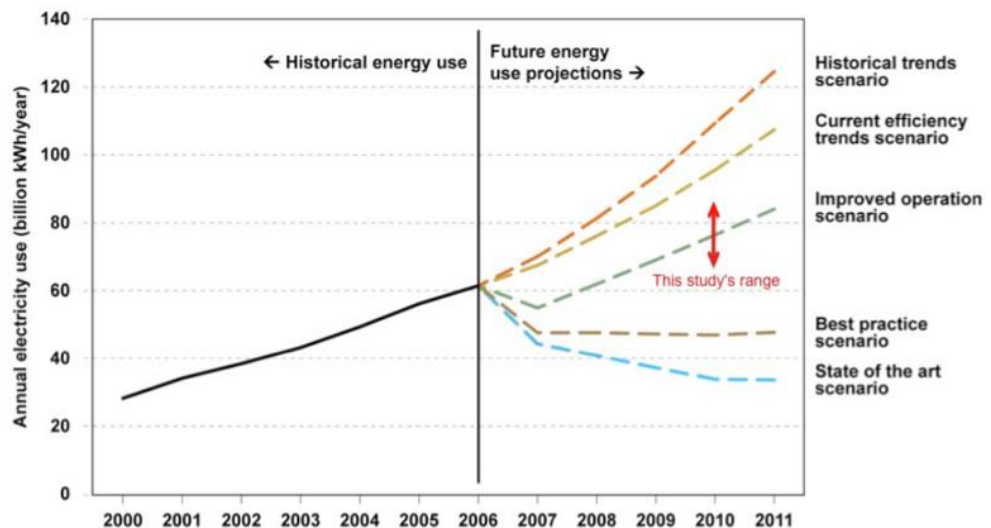


Figura 3. 9: Uso previsto de electricidad en los EE.UU. para los Centros de Datos del informe de EPA al congreso (EPA 2007) y el rango estimado en este estudio. Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 15.

Este rango coincide con el escenario de "Improved operations" del informe de la EPA, pero la razón principal para las estimaciones de más bajo nivel en este estudio son las estimaciones base de IDC mucho menores, y no las mejoras operacionales significativas y las reducciones de base utilizada asumidas por la virtualización en este escenario. Por supuesto, algunas mejoras operativas se advierten en los nuevos datos de este estudio (en forma de PUE inferiores a 2,0) pero no son tan importantes como las estimaciones de la base para los resultados.

Para 2010, el caso etiquetado como "Best Guess 2007" se aproxima a las expectativas incorporadas en el informe de EPA al Congreso, y muestra un crecimiento del 98% para el mundo en comparación con 2005 ([Figura 3.9](#)).

Si solo se corrigen los números de base utilizados en todo el mundo para 2010 utilizando el pronóstico más reciente de IDC ([Figura 3.8](#)) y se mantienen las tendencias en el uso de electricidad por servidor de la misma manera que para 2000-2005, se llega al escenario "Upper Bound", que muestra aproximadamente un aumento del 78% en la electricidad utilizada por los Centros de Datos en todo el mundo entre 2005 y 2010.

El efecto de los datos utilizados de referencia para 2010 es mayor para Estados Unidos, cuyo crecimiento pasa del 93% en el escenario Best Guess 2007, al 53% en el escenario Upper Bound Caso. Al parecer, la crisis financiera mundial de 2008, tuvo un efecto mayor en el mercado de los Centros de Datos Estadounidenses en comparación con el mercado mundial respecto a las expectativas previas.

Koomey concluye que, los resultados de las tendencias en el uso de electricidad por servidor probablemente sean más importantes en 2010 de lo que fueron durante el período 2000-2005. En 2005, la electricidad utilizada por los Centros de Datos representó aproximadamente el 1% del uso de electricidad en el mundo y el 1.5% del uso de electricidad en Estados Unidos. Para el año 2010, el uso de electricidad en los centros de datos mundiales representaba entre el 1,1% y el 1,5% del consumo mundial de electricidad, mientras que en Estados Unidos el consumo de electricidad representaba entre el 1,7% y el 2,2% del total.

Estos rangos representan reducciones significativas de las expectativas para unos años antes y reflejan el efecto de la crisis económica de 2008-9 y los esfuerzos que la industria ha realizado para mejorar la eficiencia de los Centros de Datos desde 2005. Las cifras de los límites inferiores representan un crecimiento del 20% al 33% en los datos consumo de electricidad en un Centro de Datos en comparación con 2005: el aumento en el número y uso de energía por unidad de servidores, almacenamiento y comunicaciones se compensó en cierta medida por la reducción en el PUE de 2.0 en los casos de

Lower Bound y Upper Bound. Las Figuras 3.10 y 3.11 resumen estos resultados clave del análisis.

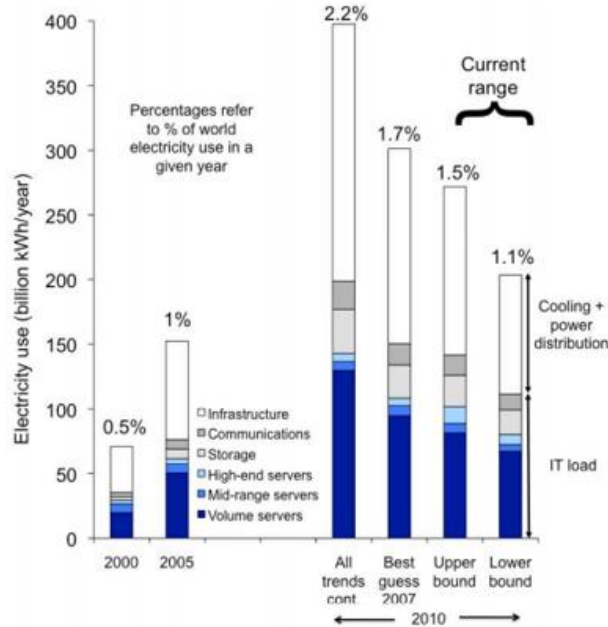


Figura 3. 10: Uso de electricidad en todo el mundo por los Centros de Datos (2000, 2005 y 2010). Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 13.

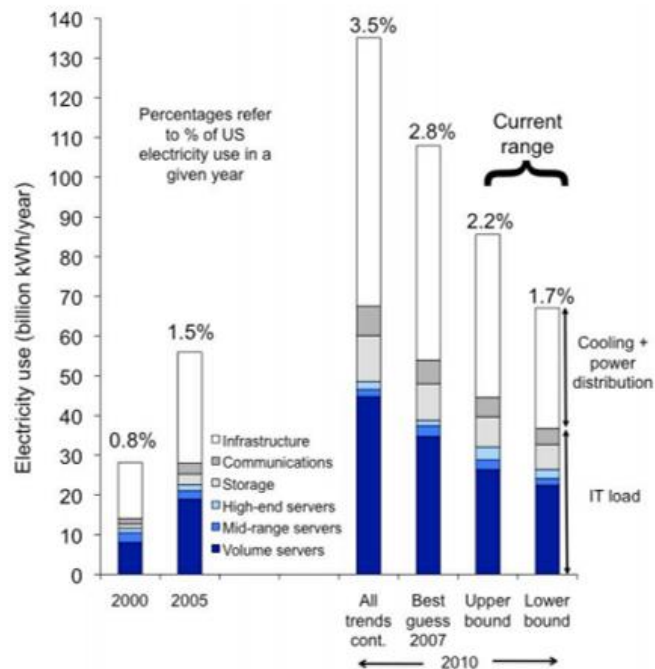


Figura 3. 11: Uso de electricidad en los EE.UU. para centros de datos (2000, 2005 y 2010).Figura tomada de Jonathan G Koomey, 2011, 14.

❖ Conclusiones

El consumo mundial de electricidad en los Centros de Datos se duplicó entre 2000 y 2005, pero esa tasa de crecimiento se redujo significativamente de 2005 a 2010.

Esta desaceleración fue el resultado de la crisis económica de 2008-9, la consolidación de la virtualización en los Centros de Datos y los esfuerzos de la industria por mejorar la eficiencia de estas instalaciones desde 2005.

Si tomamos el punto medio entre los casos de Lower Bound y Upper Bound en este análisis, el uso de electricidad en los Centros de Datos de EE. UU y del mundo, creció aproximadamente un 36% y 56%, respectivamente, de 2005 a 2010, totalizando aproximadamente el 1.3% del uso de electricidad en el mundo y el 2% del consumo de electricidad en EE. UU en 2010. El mercado de los Centros de Datos en EE. UU parece haber sido más afectado que el mercado mundial por la crisis económica, y el crecimiento se desaceleró más en ese mercado que en el mundo en general.

3.3.3. Estimación del consumo eléctrico mundial por las TIC entre 2010-2030: Tendencias.

Este análisis se basa en el estudio: *“On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030”* y en el documento anexo a él: *“Materiales Complementarios”*, realizados por Anders S. G. Andrae y Tomas Edler, a la vez que toma sus datos de los mismos y en consecuencia, de todas las referencias añadidas en ellos. Dicho estudio y documento se encuentran incluidos en la bibliografía de este trabajo con los índices [27] y [28] respectivamente.

❖ Introducción:

Este trabajo presenta una estimación del consumo de electricidad global que se puede atribuir a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) entre los años 2010 y 2030.

El consumo de electricidad por TI se divide aquí en cuatro categorías principales:

- Dispositivos de consumo, que incluyen computadoras personales, teléfonos móviles, televisores y sistemas de entretenimiento doméstico.
- Infraestructura de red.
- Cómputo y almacenamiento por los Centros de Datos.
- Producción de las categorías anteriores.

El alcance en este estudio es de tres escenarios, el mejor, el esperado y el peor, para el uso y la producción de dispositivos de consumo, redes de comunicación y Centros de Datos, particularizado y sintetizado en este caso para estos últimos. Aunque, los datos buscados y conclusiones mostradas correspondan al estudio del Consumo eléctrico global por el cómputo y almacenamiento de los Centros de Datos, me parece interesante, para los datos más significativos, verlo contrapuesto con el uso eléctrico de otras categorías de consumo eléctrico TI.

Con el reciente crecimiento explosivo en los mercados a cerca de nuevos dispositivos de TI (teléfonos y tabletas inteligentes) y la transición de la televisión (TV) de un receptor básico a un centro de medios digitales y centro de entretenimiento, estos dispositivos de consumo "digitales" ahora dominan las ventas mundiales de productos electrónicos de consumo. Además, la revolución del Internet de las Cosas también está ya en marcha, lo que significa que la mayoría de los dispositivos electrónicos estarán o están ya conectados.

Desde 2009, varias tecnologías emergentes han provocado amplios impactos en todo el sector de las TI:

- La computación en la nube promete una eficiencia de escala, tanto en términos de capital como de costes operacionales.
- Las redes de acceso inalámbrico de alta velocidad prometen acceso de red casi ubicuo.
- Soluciones ligeras para el cliente, como teléfonos o tabletas inteligentes.

Al mismo tiempo, se ha logrado una fuerte mejora en la eficiencia de la electricidad tanto desde el procesamiento, como desde el punto de vista del almacenamiento. A pesar de estas mejoras, el uso de la electricidad está aumentando, y como señaló The New Climate Economy (2014, [27]), las inversiones realizadas en los próximos 15 años determinarán el futuro del sistema climático en el planeta.

Las inversiones en electricidad e infraestructura de TI serán especialmente importantes. Por otro lado, los proveedores de servicios de TI esperan que el uso de electricidad global y, por lo tanto, algunos de los impactos "ecoambientales", se reduzca una vez que se implementen nuevas soluciones inteligentes.

La pregunta principal que se intenta responder en este análisis, es si la infraestructura TI de consumo futura puede realmente disminuir su uso de electricidad en general y las emisiones de GEI (Gases Efecto Invernadero) relacionadas hasta 2030. Además, considerando el crecimiento de los datos y los dispositivos producidos, se sugieren qué eficiencias de electricidad serían

necesario aplicar para mantener el consumo de electricidad en niveles razonables hasta 2030. Un objetivo clave de este trabajo es delinear un marco para evaluar los patrones futuros de crecimiento de la electricidad, incluida la electricidad renovable.

❖ Datos y métodos

El enfoque metodológico general de este estudio, incluye los siguientes datos y se desarrollan los pasos mencionados a continuación:

1. Configuración del marco de referencia modelizado para estudiar la electricidad total utilizada por año:
 - Producción y uso de dispositivos de consumo: Se establece un marco que incluye el tipo de dispositivos de consumo que se estudiarán, las unidades de estos dispositivos de consumo producidas cada año entre 2010 y 2030, sus vidas, su producción de electricidad por unidad, su electricidad anual promedio uso, y las mejoras anuales de eficiencia de electricidad que se lograrán año tras año en producción y uso.
 - Uso de redes de acceso fijo (FAN): FAN está compuesto de acceso fijo por cable y de acceso fijo Wi-Fi. Se establece un marco basado en el crecimiento anual esperado del tráfico de datos cableados de acceso fijo y el tráfico de datos de acceso fijo de Wi-Fi entre 2010 y 2030 y las mejoras de la eficiencia eléctrica que se esperan año tras año desde 2010 hasta 2030.
 - Uso de redes inalámbricas de acceso (WAN): Se establece un marco basado en el crecimiento anual del tráfico de voz; el crecimiento del tráfico de datos móviles; electricidad utilizada por unidad de tráfico para cada voz; datos de tecnología de telefonía inalámbrica de segunda, tercera, cuarta y quinta generación (2G, 3G, 4G y 5G); compartir las tecnologías antes mencionadas del tráfico inalámbrico total año por año desde 2010 hasta 2030; y mejoras de las eficiencias de la electricidad que se lograrán año tras año.
 - Uso de Centros de Datos: Se establece un marco basado en el crecimiento anual esperado del tráfico de Protocolo de Internet (IP) del Centro de Datos global entre 2010 y 2030, la electricidad utilizada por unidad de tráfico y las mejoras de eficiencia de electricidad que se obtendrán año tras año.
 - Producción de redes y centros de datos: La estimación se basa en la proporción de electricidad en la etapa de uso de la electricidad del ciclo de vida de las redes y los centros de datos. La electricidad de producción se correlaciona completamente con la electricidad en etapa de uso.
 - Electricidad global: La estimación se basa en un valor de partida conocido para 2010 y una tasa de crecimiento anual para la electricidad sin TI. La electricidad TI crece de acuerdo con la presente investigación.

- Electricidad renovable: La estimación se basa en el valor inicial conocido para 2010 y una tasa de crecimiento anual.
 - Intensidad de los GEI para la mezcla de electricidad global: la estimación se basa en una combinación de intensidades de GEI de las cuotas (renovables anualmente) de electricidad no renovable y renovable.
 - Emisiones globales de GEI: La estimación se basa en un valor de inicio en 2010 de 46 gigatoneladas y una tasa de Crecimiento Anual del 2% hasta 2030, para emisiones de gases de efecto invernadero sin TI. Las emisiones de GEI para consumo eléctrico TI crecen de acuerdo con la presente investigación.
2. Entrada de datos: Los detalles de los datos empíricos utilizados para obtener los resultados de este estudio se encuentran adjuntos en un documento Excel en la sección de Materiales complementarios de la referencia [] del estudio.
 3. Cálculo de datos.
 4. Análisis de datos: Se lleva a cabo un análisis para determinar la razonabilidad de los resultados y proporcionar las conclusiones del estudio.

La base de normalización adoptada aquí, para la cuantificación de la eficiencia / intensidad de la electricidad, es el tráfico de datos, expresado como TWh / ExaByte (EB).

❖ Resultados

➤ Resultados para el consumo eléctrico global por uso de los Centros de Datos.

En los últimos años, los Centros de Datos han estado creciendo, primero como instalaciones informáticas empresariales convirtiéndose en el núcleo central para el crecimiento de Internet y, más recientemente, surgen como una infraestructura de back-end, esencial para una nueva generación de dispositivos electrónicos de consumo ligero por cliente. Naturalmente, el tamaño y la escala de estos Centros de Datos crecen cada día, y actualmente se los considera uno de los elementos clave en la próxima etapa de crecimiento de la industria de las TIC.

El tráfico manejado por los Centros de Datos (tráfico IP de Centros de Datos globales) se define aquí como la suma del "Tráfico del Centro de Datos al usuario" y el "tráfico dentro y entre los Centros de Datos". El tráfico y crecimiento "dentro y entre centros de datos" fue estimado por Cisco [138] hasta 2018, con un crecimiento anual del 23% para 2013-2018, que se usa como base en el cálculo de la estimación hasta 2030. Agregando el acceso total fijo y el tráfico de acceso inalámbrico ("tráfico de centro de datos al usuario"), se espera que el tráfico de IP del centro de datos global crezca de

1,400 EB en 2010 a 80,000, 107,000 o 156,000 EB en 2030, para cada uno de los escenarios, mejor, esperado y peor, respectivamente.

Se toma como referencia del consumo de electricidad mundial por los Centros de Datos en 2010, el 1% del total, calculado por el equipo de estudio, basándose en el valor que estimó Koomey, 1,3% del total, en su análisis: “Electricidad utilizada en todo el mundo por los Centros de Datos entre los años 2005-2010.” ([26], 2011, Koomey), anteriormente mencionado.

En 2010, los consumos eléctricos de los Centros de Datos (EDC, 2010) para el mejor, esperado y peor escenario, se calculan por el tráfico IP del Centro de Datos global de 2010 y tres diferentes valores de electricidad, 0.135, 0.14 y 0.142 TWh / EB, respectivamente. La ecuación (2) describe la relación entre el uso de electricidad para cada año entre 2011 y 2030, el tráfico de IP del centro de datos global y la mejora de la eficiencia de la electricidad:

$$EDC, 2011 + n = \left(\frac{TDC, 2011 + n}{TDC, 2010 + n} \right) \times EDC, 2010 + n \times \left(\frac{(100\% - EE\%)}{100} \right)$$

Ecuación 2: Relación entre el uso de electricidad para cada año entre 2011 y 2030, el tráfico de IP del centro de datos global y la mejora de la eficiencia de la electricidad. [27]

Dónde:

- EDC, 2010 = uso de electricidad en los Centros de Datos en 2010, TWh
- EDC, 2011 = uso de electricidad en los Centros de Datos en 2011, TWh
- TDC, 2010 = tráfico de IP del Centros de Datos global en 2010, EB
- TDC, 2011 = tráfico de IP del Centros de Datos global en 2011, EB
- n = 0,1,2,3 ..., 19.
- EE = mejora anual de la eficiencia eléctrica, 15% (mejor) [42], 10% (esperado) [43], 5% (peor) [43].

A partir de 2022, solo para el valor EE, se toma la suposición, para todos los escenarios, de un valor del 5%.

Se espera una tasa de crecimiento anual del 25% para el tráfico IP de los Centros de Datos mundiales, así como un consumo entre el 3 y 13% de la electricidad global para 2030, en comparación con el 1% en 2010. Sin embargo, la tendencia del uso de energías renovables es fuerte y es probable que muchos Centros de Datos puedan reutilizar de manera eficientemente GEI, o que incluso si no lo hacen, se encuentre maneras de reducir el consumo global de electricidad. Se cree que la optimización impulsada por las TI de los sistemas eléctricos es una tendencia fuerte y un requisito previo para las fuentes de energía renovables. A continuación, en la Figura 3.12, se muestran el consumo de electricidad para Centros de Datos. Los datos y detalles de la Figura 3.12 se muestran en el documento [28] de la bibliografía: *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030-Supplementary Material*, sección “Data Centers”.

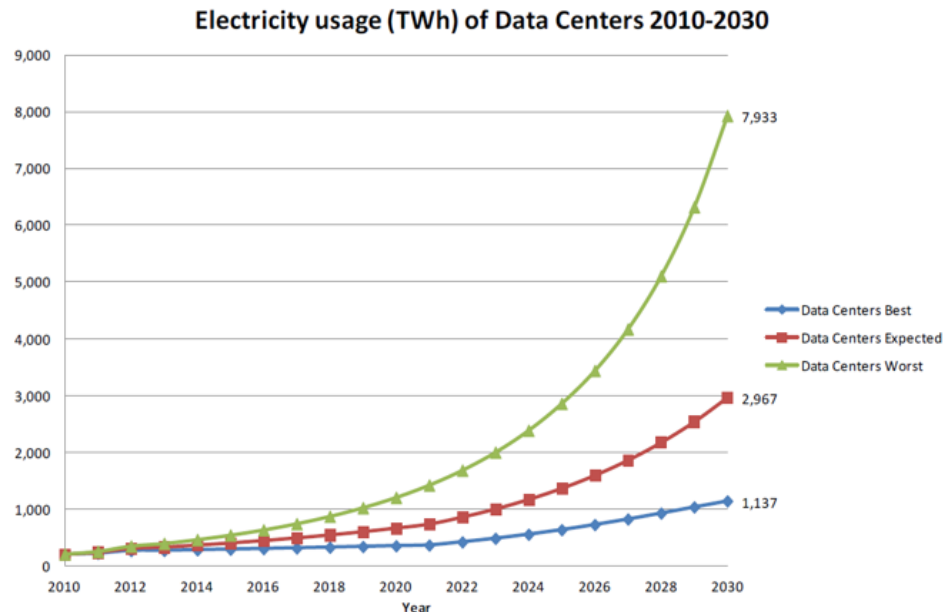


Figura 3. 12: Demanda mundial de electricidad de los centros de datos 2010-2030. *Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 17.*

Para el peor de los casos, el resultado es exorbitante, aunque no totalmente irreal. Sin embargo, se es consciente de que las leyes económicas probablemente evitarán que realmente suceda. A partir de 2013, Alcatel-Lucent (2015, [27]) calculó que los Centros de Datos de servicio, utilizaban en promedio 37.1 GigaWatt \approx 325 TWh, lo cual está cerca del modelo calculado para el escenario esperado.

➤ **Uso global de electricidad.**

Se ha pronosticado que el consumo de electricidad mundial, crecerá entre 2.8 y 3.4% por año. La Agencia Internacional de Energía (AIE), estimó que la demanda de electricidad en el mundo podría aumentar aproximadamente desde 20,000 TWh hasta alrededor de 28,000 TWh, entre 2010 y 2030 (2013, 27)]. Sin embargo, en esta estimación no tuvieron en cuenta el efecto del aumento sin precedentes del consumo de electricidad por parte de las infraestructuras de TI, tema del presente estudio. En la actualidad, las TI podrían representar alrededor del 14% del consumo eléctrico en el mundo, lo cual está cerca del peor escenario presentado antes.

Con base en anteriores referencias, se calcula, para todos los escenarios, que el uso de electricidad global que no está relacionado con el tema del presente análisis, aumentó, en una base anual, alrededor del 3% entre 2010 y 2014, y se estima, continuará con un crecimiento anual del 3% hasta 2030, empezando alrededor de los 20,000 TWh.

La cantidad de electricidad utilizada por las TI (ECT) está dada por la Eq.3:

$$ECT, 2010 + n = ECDU, 2010 + n + EF, 2010 + n + EW, 2010 + n \\ + EC DP, 2010 + n + EP, networks, 2010 + n + EP, DC, 2010 \\ + n$$

Ecuación 3: Cantidad de electricidad utilizada por las TI. [27]

Para el peor de los casos, en 2030, se estima que la producción de electricidad global sea de alrededor de 61,000 TWh, mientras que se espera que el suministro de energías renovables sea $\approx 18\%$ del uso de electricidad global, $\approx 11,000$ TWh, como se muestra en la [Figura 3.14](#). Luego, en 2030, la intensidad de emisión de GEI por parte de la electricidad global promedio estará entre 0.54 y 0.65 Megatonnes / TWh. En 2010, la electricidad promedio mundial arrojó 0,623 Megatonnes de CO2 equivalentes por TWh.

➤ **Energías Renovables: Electricidad.**

Según la AIE, en 2009, la energía renovable era $\approx 20\%$ del uso de electricidad global o aproximadamente ≈ 4000 TWh. Además, la AIE predijo para China en 2010 que, entre 2010 y 2035, la proporción de fuentes de energía bajas en carbono podría pasar del 19% al 78%. Luego se asume que, la electricidad global renovable, crecerá en un 5% anual entre 2010 y 2030.

A continuación, la [Figura 3.13](#), muestra la cantidad aproximada de uso de electricidad total y la cantidad producida a partir de fuentes de energía renovable entre 2010 y 2030. Los datos y detalles de la [Figura 3.13](#), entre los que se encuentran las [Figuras 3.14](#), [3.15](#) y [3.16](#), se muestran en el documento [28] de la bibliografía: *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030- Supplementary Material*, sección "Futuro 2030".

➤ **Resultados totales.**

Cuando los resultados de las anteriores categorías se sintetizan de acuerdo con la Ecuación 3, aparecen los siguientes gráficos, [Figuras 3.17](#) y [3.18](#). Los datos y detalles de dichas figuras se muestran en el documento [28] de la bibliografía: *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030- Supplementary Material*, sección "Futuro 2030".

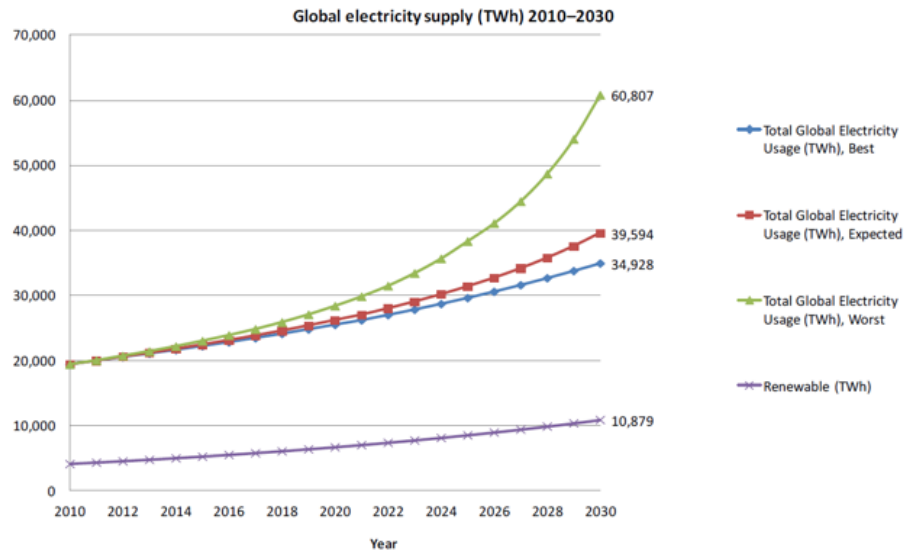


Figura 3. 13: Suministro de electricidad global 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 21.

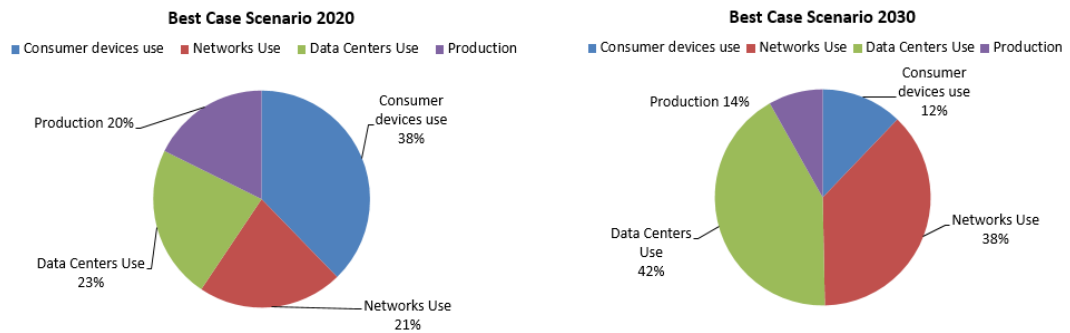


Figura 3. 14: Proporción del consumo energético mundial por Tecnologías TI (2020-2030) para el mejor de los casos respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado. Figura tomada de <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>

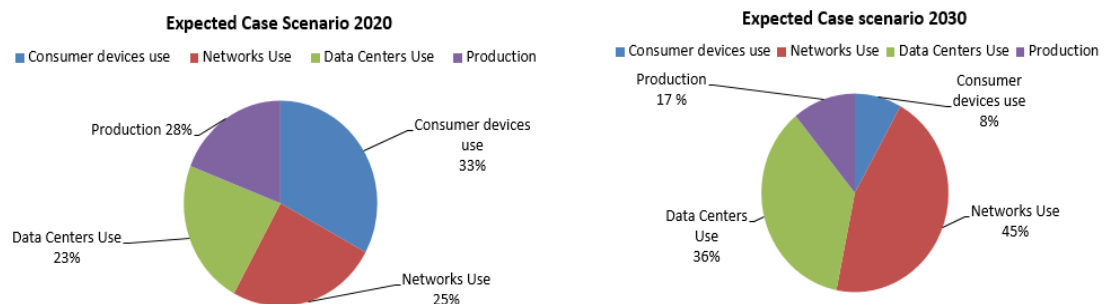


Figura 3. 15: Proporción del consumo energético mundial por Tecnologías IT (2020-2030) para el caso esperado respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado. Figura tomada de <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>

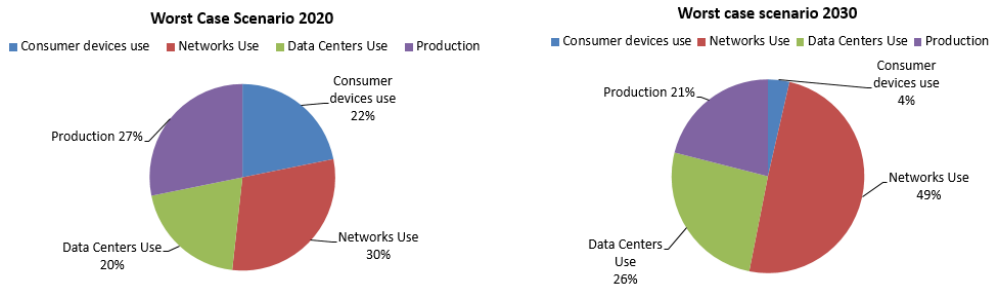


Figura 3. 16: Proporción del consumo energético mundial por Tecnologías IT (2020-2030) para el peor de los casos respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado. Figura tomada de <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>

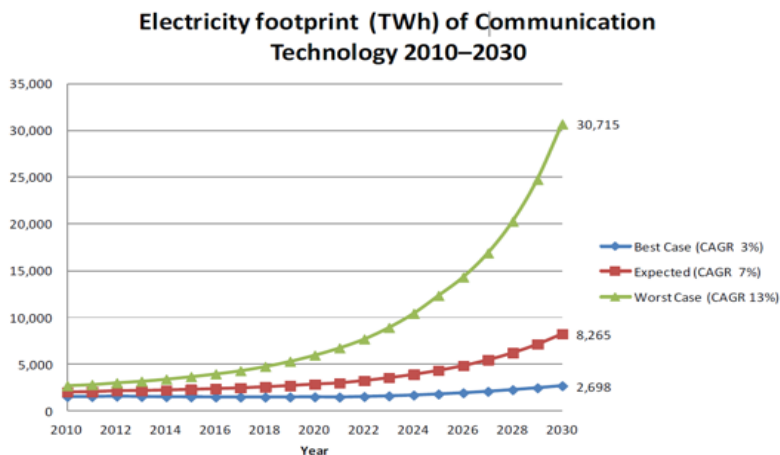


Figura 3. 17: Demanda mundial de electricidad de Tecnología de la Comunicación 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 21.

A continuación, en la Figura 3.18, se muestra la proporción de uso de electricidad global para las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), dependiendo del escenario. En 2010 estaría en torno al 8% -14%, en 2020 a un 6% -21% y en 2030 entre el 8% -51%, respectivamente.

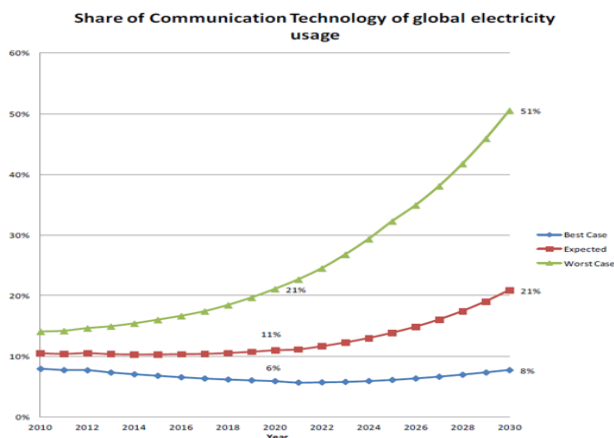


Figura 3. 18: Proporción de uso de electricidad por las Tecnologías de la Comunicación en el mundo entre 2010-2030. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 22.

Las Figuras 3.19 (a-c), muestran las tendencias de crecimiento para el consumo eléctrico global en cada una de las categorías TI mencionadas en este estudio para cada uno de los escenarios: mejor, esperado y peor. Los datos y detalles de para las Figuras 3.19 (a-c), se muestran en el documento [28] de la bibliografía: *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030- Supplementary Material*, sección “Futuro 2030”.

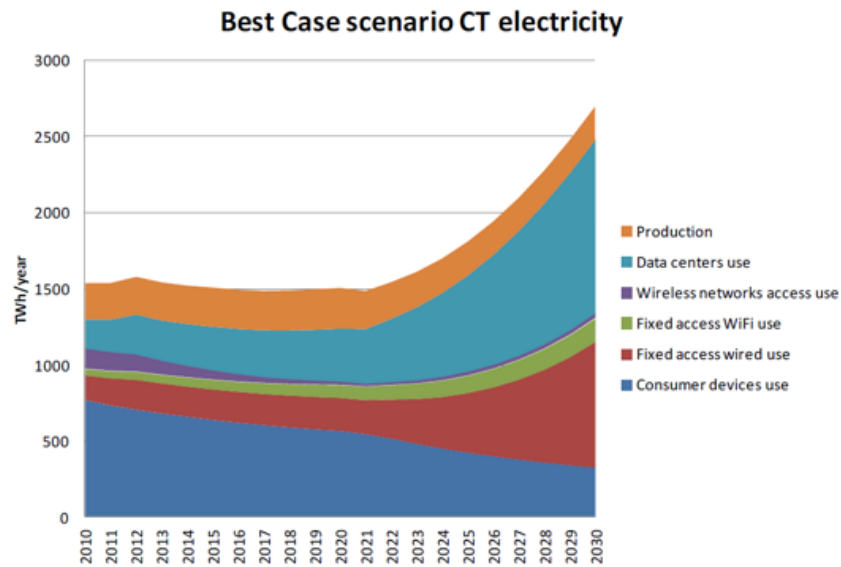


Figura 3. 19: Tendencia de crecimiento del consumo eléctrico global en cada una de las categorías TI para el mejor escenario del estudio. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 23.

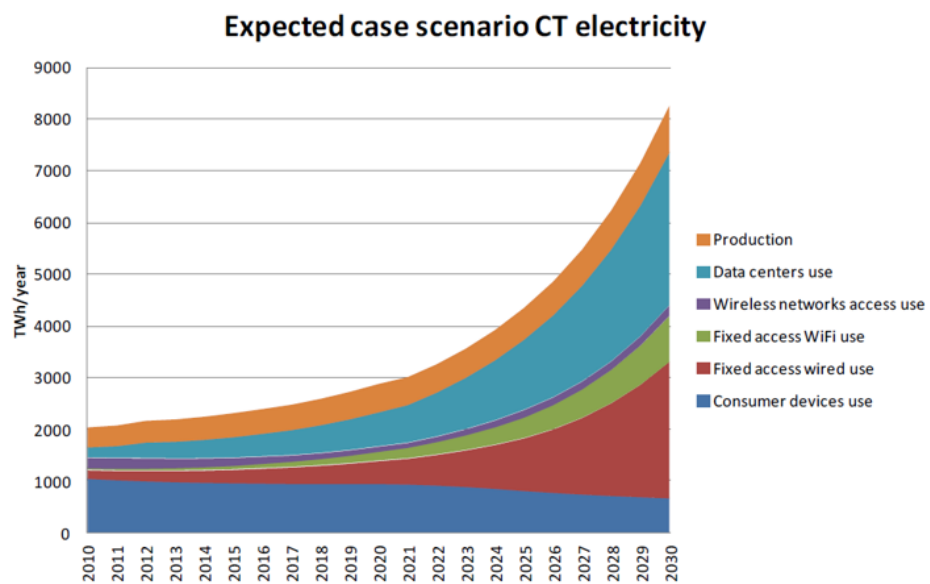


Figura 3. 20: Tendencia de crecimiento del consumo eléctrico global en cada una de las categorías TI para el escenario esperado del estudio. Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 23.

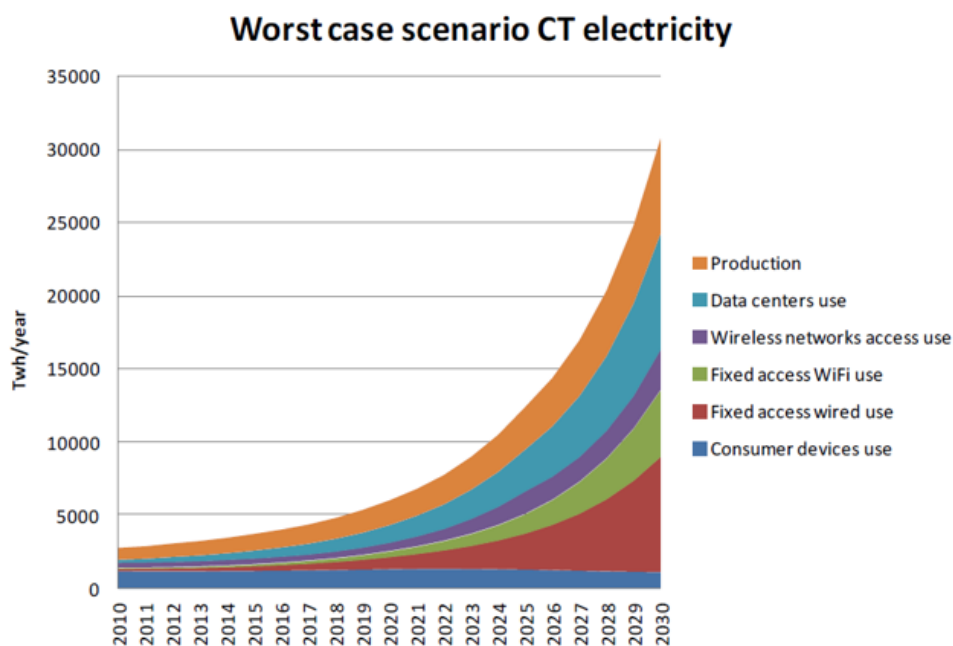


Figura 3. 21: Tendencia de crecimiento del consumo eléctrico global en cada una de las categorías TI para el peor escenario de estudio. *Figura tomada de Anders S. G. Andrae, Tomas Edler, 2015, 24.*

El uso de electricidad renovable es, en teoría, una forma efectiva de reducir las emisiones de GEI. En 2030, teóricamente, la electricidad renovable generada alcanzará el equivalente a unos $\approx 11,000$ TWh, que con cierta probabilidad, excederá la demanda eléctrica de todas las redes y centros de datos (2200 a 23,100 TWh).

Sin embargo, en la actualidad, la falta de flexibilidad y disponibilidad en el sistema eléctrico, impide el pleno potencial del suministro de energías renovables. Sin embargo, un uso mayor de las TI también es parte de la solución a estos problemas. Para mitigar el peor de los escenarios en cuanto a cambio climático relacionado con la TI, es necesario superar los desafíos relacionados con la introducción de electricidad renovable.

➤ **Adicional uso de la Electricidad Global por los vehículos eléctricos con batería.**

Se ha producido un alto crecimiento anticipado en las ventas y en el uso de vehículos eléctricos de batería (BEV), que no se contabiliza en las proyecciones eléctricas de este estudio, por lo que se plantea: ¿Agrega este factor una cantidad significativa en el consumo de electricidad al total global?

En 2010, en todo el mundo, alrededor de mil millones de automóviles estaban en funcionamiento (2011, Wards Auto, [27]). La tasa de crecimiento anual se ha estimado en 1.7-2.7% (2013, Automotive World, 2011, IPS News, 2011, International Transport Forum, [27]), lo que sugiere que alrededor de 1.4 mil

millones de automóviles estarán en operación en 2030. Sin embargo, en 2014, la proporción de BEVs fue aún insignificante alrededor de unos en 400,000 (2014, [27]). El uso de electricidad de los BEV está en torno a los 10-20 kWh por cada 100 km (2009, [27]) y el promedio actual de kilómetros recorridos por automóvil y año ronda los 18,000 [27]. Por lo tanto, si el 25% de todos los automóviles en 2030 son BEV, su consumo de electricidad sería de unos 1.260 TWh, es decir, alrededor del 3% del uso total de electricidad en el mundo. Esto sugiere que la demanda de electricidad de BEV no es una gran fuente de error para este estudio.

❖ Conclusiones

Como ya se ha mencionado durante todo este apartado, este análisis estudia el consumo global de electricidad atribuible a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), como son el uso y la producción de dispositivos de consumo, las redes de comunicación y los Centros de Datos, sobre todo para estos últimos por ser el objeto de estudio en este trabajo, y para ello considera en todos los casos, tres escenarios: mejor, esperado y peor.

La tendencia más significativa, independientemente del escenario, es que la proporción de electricidad requerida por dispositivos de consumo disminuirá y se transferirá a las redes y Centros de Datos. Aun así, parece que las redes de acceso inalámbrico y fijas, no serán el principal impulsor en el consumo de electricidad, lo que concuerda con las estimaciones dadas por otras investigaciones acerca del papel definitivo que juegan y van a jugar los Centros de Datos en relación al aumento del consumo eléctrico global.

Según las estimaciones arrojadas por el estudio, el peor de los escenarios es dramático y desalentador, y podría no ocurrir debido a los elevadísimos costes financieros. Sin embargo, con una alta probabilidad, el consumo eléctrico para las TI, se desarrollará en algún punto a lo largo del promedio estimado para los escenarios mejor y esperado calculados.

Las proyecciones que se muestran en las [Figuras 3.19](#), [3.20](#) y [3.21](#), especialmente para los escenarios mejor y esperado, están en sintonía con otros estudios recientes similares. Por ejemplo, recientemente se calculó que las TIC tomarán una participación global del uso de electricidad cerca del 14% para 2020, en comparación con su participación del 4,7% en 2012. En la [Figura 3.15](#) se muestra que el porcentaje estimado de participación por las TIC será del 6, 11 o 21% en 2020 para cada uno de los escenarios.

Previsiblemente, se producirá un cambio en la utilización de electricidad por los dispositivos de consumo en las redes y centros de datos. Los resultados que se muestran en la [Figura 3.21](#), implican que los Centros de Datos y las redes FAN, podrían liderar un asombroso 66% del uso de electricidad TI global en 2030.

Más concretamente, en las Figuras 3.14, 3.15 y 3.16, se muestran los porcentajes correspondientes al consumo ejercido por tecnología TI para los años 2020 y 2030 respecto al suministro eléctrico global 2010-2030 estimado en la Figura 3.13, que para los Centros de Datos sería del 23%, 23%, 20% en 2020, y del 42%, 36%, 26% en 2030, para el mejor, esperado y peor de los escenarios respectivamente.

Para el peor de los casos, el análisis muestra que las TI consumirían hasta el 51% de la electricidad global en 2030. Esto podría llegar a suceder si no es posible implementar las suficientes mejoras en materia de eficiencia eléctrica para las redes de acceso inalámbrico y los Centros de Datos. Sin embargo, hasta 2030, es probable que la electricidad renovable generada a nivel mundial, exceda a la demanda de electricidad de todas las redes y Centros de Datos. Por otro lado, para este mismo escenario, el estudio también concluye que el uso de electricidad por TI podría contribuir con hasta el 20% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero lanzadas a nivel mundial.

3.4. ¿Cómo se distribuye la energía consumida en un Centro de Datos?

Los Centros de Datos se conocen como el centro neurálgico de las empresas, y por ello es fácilmente deducible que son el área y la disciplina que mayor demanda y consumo energético realizan dentro de una entidad.

El porqué de este gran consumo responde a las aplicaciones que componen y dan vida a un Centro de Datos, como son la infraestructura TI, redes de comunicación, sistemas de conversión eléctrica, almacenamiento, y por supuesto toda la infraestructura que mantiene a las anteriores, como la refrigeración y aire acondicionado indispensables para el correcto funcionamiento, iluminación y distribución de energía entre otros.

A continuación se expresa de manera visual y gráfica como se reparte en porcentaje la cantidad que consumen cada una de estas áreas.

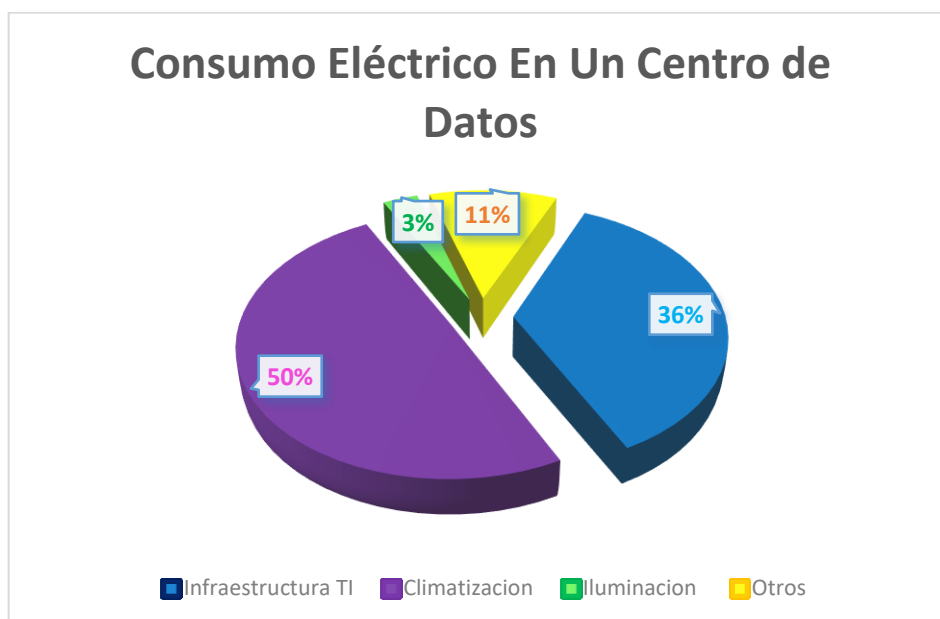


Figura 3. 22: Distribución del consumo eléctrico de un Centro de Datos. Figura de elaboración propia basada en <http://www.aemsistemas.com/eficiencia-energetica-en-centros-de-datos-parte-i/>, 2016, http://www.apc.com/salestools/VAVR-5TDTEF/VAVR-5TDTEF_RO_LS.pdf, 2010.

Como se ve, la mitad del consumo de un centro de Datos corresponde a los sistemas de ventilación y refrigeración de los equipos e instalaciones, seguidos de cerca por la infraestructura de TI. Es por esto la importancia y trascendencia de que los empleados o personal encargado de las operaciones en las respectivas áreas, sean conscientes y estén comprometidos con la finalidad de lograr la máxima eficiencia, rendimiento y sostenibilidad del centro de datos, aplicando para ello las medidas o directrices necesarias para reducir el consumo energético, las emisiones de CO₂ y los costes.

Por otro lado, es fundamental que el suministro eléctrico sea constante, ya que un suministro discontinuo o con un gran número de oscilaciones afectará en una disminución del rendimiento y eficiencia del centro, aumentando de manera considerable el consumo energético, así como puede provocar un mayor o más rápido deterioro de los equipos y sistemas de computación.

De forma generaliza, para evitar estos daños y problemas en el suministro eléctrico, los Centros de Datos están dotados con generadores de emergencia y sistemas no-breaks, que salvaguardan el sistema operativo de los equipos, a la vez que evitan que se pierda información y posibilitan continuar con el trabajo en caso de corte en el suministro. Así mismo, los Centros de Datos han de ser abastecidos por más de una subestación eléctrica.

“Un sistema no-break, consiste principalmente en la combinación de baterías recargables y circuitos electrónicos de inversión, que convierten corriente

directa en alterna, y de control, que detectan el momento en que se presenta un fallo en el suministro de energía. Al detectar el fallo, se proporciona una tensión útil proveniente de la carga eléctrica almacenada en las baterías. Este respaldo es mantenido hasta que la energía de las baterías se agota o hasta que el suministro de energía normal se restablece. Al ocurrir esto último, el sistema recarga las baterías.” [23]

Con estas medidas se garantiza al máximo posible, la eficacia y productividad de la infraestructura.

3.5. Comparativa en tanto por ciento del consumo eléctrico mundial de los Centros de Datos frente a otros elementos de consumo.

Desde Eaton estiman que *“la capacidad total de potencia en el mundo para los Data Center está alrededor de 47.5 GW, equivalente a más de la energía que consume un país como Reino Unido al año.”* (2018, [18])

Es por esto que, para ser verdaderamente conscientes de lo que supone la cantidad de energía que consumen los Centros de Datos respecto al total consumido en el mundo, voy a dar algunas cifras interesantes a cerca del consumo ejercido o esperado por otras tecnologías o elementos de actualidad.

❖ Internet de las Cosas.

Internet of Things (IoT) o el Internet de las Cosas en español, es una tecnología emergente que abarca un amplio espectro de aplicaciones relacionadas con el control industrial, la medición inteligente, la domótica, la agricultura, la Salud, etc. Para que estas aplicaciones se ejecuten de manera autónoma, los dispositivos IoT deben funcionar bajo estrictas restricciones de energía, es por eso que al desarrollar tales aplicaciones, es importante saber cuánta energía consume la propia aplicación de manera individual. (2017, [35])

“Internet consume actualmente el 10% de la electricidad mundial, y cada año crece un 7% con respecto al año anterior. Según las estimaciones de los investigadores, este consumo podría llegar a ser del 20% del total de la producción mundial en el año 2030, a pesar incluso de la muy probable estandarización de los coches eléctricos.” (2016, [36])

Según el investigador Maximiliano Zito, investigador especializado en múltiples áreas como por ejemplo, Especialista en Gestión Ambiental de Producto (ISM-España) o Maestría en Gestión de la Energía en la Universidad de Lanús, entre otras:

“En el seminario “Fábricas Inteligentes: Sistemas Ciberfísicos para la Producción.” Impartido por el Ing. Victorio Bentivo-gli el 30/08/2016, se mencionó que las tendencias indican que para el año 2020 habrá entre 17 y 30 billones de objetos conectados entre sí. Y por supuesto, detrás de ellos, la descomunal cantidad de datos que se compartirán. Los mismos estudios los estiman en 4.3 ZB anuales. ¿Cuánto es esto? Para entender estas magnitudes se deben hacer algunas investigaciones y analogías. Por ejemplo, cuando comenzó la era de Internet entre 1990 y 1995, se calcula que se utilizaban en todo el mundo 204 Terabyte (TB) al mes, esto equivale a 200 ordenadores Imac como la que están en cualquier oficina de diseño gráfico en la actualidad. Continuando en el tiempo, de 2005 a 2010 aumentó dicho consumo a unos 20 mil Petabyte (PB) al mes, es decir, a la capacidad de almacenamiento de más de 20 millones de Imac. Y si se llega a los mencionados 4.3 Zettabyte (ZB), serían unos 4600 millones de estos ordenadores. Para dimensionar mejor este número, se trata de más de la mitad de la población mundial.” (2018, [37])

Hasta hace pocos años, Internet constituía alrededor del 10% del consumo eléctrico directo respecto al valor mundial, según Jonathan Koomey, investigador y profesor en la universidad de Stanford, por lo que cabe suponer que este porcentaje se habrá incrementado en la actualidad. Además, gracias al Internet de las Cosas (IoT), es casi evidente que este dato habrá aumentado debido al incremento de los dispositivos conectados, o a la aparición y boom del BitCoin o criptomonedas en estos últimos años. (2018, [38])

❖ Vehículos Eléctricos

En 2010, en todo el mundo, alrededor de mil millones de automóviles estaban en funcionamiento (2011, Wards Auto, [27]). La tasa de crecimiento anual se estimó en 1.7-2.7% (2013, Automotive World, 2011, IPS News, 2011, International Transport Forum, [27]), lo que sugiere que alrededor de 1.4 mil millones de automóviles estarán en operación en 2030. Sin embargo, en 2014, la proporción de BEVs (Battery Electric Vehicles) fue aún insignificante alrededor de unos en 400,000 (2014, [27]). Por lo tanto, si el 25% de todos los automóviles en 2030 son BEV, su consumo de electricidad sería de unos 1.260 TWh, es decir, alrededor del 3% del uso total de electricidad en el mundo. (2017, [27])

En el estudio “SMART GRIDS Y LA EVOLUCIÓN DE LA RED ELÉCTRICA.” realizado por parte del Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones se estima que: *“Considerando una carga lenta (la que menor potencia exige), la carga demandaría una potencia de unos 4 kW (la potencia contratada media en los hogares españoles) durante aproximadamente 5 horas. Si todos los propietarios de vehículos eléctricos en 2014 dejaran cargándolos al llegar de trabajar (entre las 6 y las 10 de la noche), la demanda de electricidad*

aumentaría en 1 GW (1.000.000 kW) entre las 10 y las 11. Esta potencia es equivalente a la que produce una central nuclear, y el periodo en el que se demandaría estaría muy cerca del momento de mayor demanda de electricidad en invierno (entre las 8 y las 9 de la noche), con lo que sería necesario poner en funcionamiento todas las centrales instaladas (incluidas las más ineficientes y contaminantes) e, incluso, sería necesario construir nuevas plantas. Además, sería necesario reforzar las redes de transporte y distribución a fin de llevar la energía necesaria al usuario final. Por otra parte, si se emplearan sistemas de carga rápida, el tiempo de uso se reduciría, pero aumentaría la potencia necesaria.” (2011, [5])

Por otro lado, un informe de FuturEnergy realizado recientemente, expone que: “Descarbonizar el transporte es fundamental para alcanzar los compromisos políticos de Europa en materia de cambio climático. Se espera que el sector del transporte genere una reducción del 60% en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la UE para 2050. Alcanzar estos compromisos exigirá una descarbonización completa de la flota de turismos.

La energía “del depósito a la rueda” necesaria para el transporte en toda la UE se reducirá en un 78% desde el nivel actual después de una transición a una flota de turismos eléctricos puros. Una transición a una flota 100% de vehículos eléctricos de pila de combustible dará como resultado una reducción del 46% de la energía para la flota de automóviles de la UE. La eficiencia general “del pozo a la rueda” dependerá de la contribución de la producción de electricidad renovable y nuclear al mix energético de la UE. Las pérdidas de energía en la cadena de suministro de combustibles fósiles y el proceso de refinación se mantendrán más o menos constantes.” (2018, [39])

❖ Edificios residenciales y no residenciales.

Del estudio realizado por Luis Pérez-Lombard, José Ortiz y Christine Pout acerca del consumo energético producido por los edificios: “A review on buildings energy consumption information” se concluye que:

“La contribución global de los edificios al consumo de energía, tanto residencial como comercial, ha aumentado constantemente hasta alcanzar cifras entre 20% y 40% en los países desarrollados, y ha superado a los otros sectores principales: industrial y de transporte.

Consumo de energía en edificios domésticos:

El crecimiento de la población, la mejora de los servicios de construcción y los niveles de confort, junto con el aumento del tiempo pasado dentro de los edificios, han elevado el consumo de energía de los edificios a los niveles de transporte e industria. Especialmente significativa es la reducción de la proporción de la industria (nueve puntos) y la expansión de “otros” (seis puntos) debido a los edificios.

El uso de energía en el entorno construido crecerá un 34% en los próximos 20 años, a una tasa promedio de 1.5%. En 2030, el consumo atribuido a las viviendas y los sectores no domésticos será del 67% y 33% respectivamente (aproximadamente).

Se espera que el consumo de energía en el sector de servicios en los países no desarrollados se duplique en los próximos 25 años, con una tasa de crecimiento promedio anual de 2.8%.

Consumo de energía en edificios no domésticos:

- 1) En el Reino Unido, las nuevas tasas de construcción en el sector de servicios suelen rondar el 2%, mientras que en España la tasa media anual de crecimiento desde 2000 es del 6,1%, y las previsiones muestran que esto seguirá aumentando. En 2003, este sector representaba el 11% del consumo total de energía en comparación con EE. UU. (18%) e igual a la UE (11%).
- 2)) La oficina y el comercio minorista son las tipologías más intensivas en energía que normalmente representan más del 50% del consumo total de energía para edificios no domésticos. Hoteles y restaurantes, hospitales y escuelas
- 3) Los sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC), son el uso final principal con un peso cercano al 50%, la iluminación sigue con un 15% y electrodomésticos con un 10%. El tipo de construcción es crítico en la forma en que se distribuyen los usos finales de energía (figura 5) y en su intensidad energética

Consumo de energía en edificios de oficinas:

Dentro del sector comercial, los edificios de oficinas son, junto con los minoristas, los de mayor consumo y emisiones de CO₂. En las oficinas de EE. UU. Representan el 17% del área total no doméstica y aproximadamente el 18% del uso de energía, lo que equivale a un 3,2% del consumo total. En España, representan un tercio del consumo de energía del sector comercial y casi el 2,7% de la energía total consumida, y en el Reino Unido el 17% del consumo de energía y el 2% del consumo total de energía.” (2007, [40])

Por otro lado, FuturEnergy, aporta una información más actualizada donde afirma que: “Los edificios consumen la mayor parte de la energía de Europa, representando el 40% de la energía final. Alrededor del 75% de los edificios son energéticamente ineficientes y, según el Estado miembro, solo el 0,4-1,2% se renuevan cada año.” (2018, [39])

❖ Bitcoin y/o criptomonedas.

El artículo realizado por Nathaniel Popper para el periódico The New York Times: “El consumo de energía que requiere Bitcoin no es nada virtual”, ilustra el concepto del Bitcoin y otras criptomonedas, así como el consumo energético que estas mismas demandan:

“En el mundo de las monedas virtuales, el proceso de creación se llama “minar”. No involucra una excavación física, pues los bitcoins son solo digitales. Sin embargo, la capacidad informática que se necesita para crear cada moneda digital equivale por lo menos a la electricidad que consume en promedio un hogar estadounidense durante dos años, según cifras de Morgan Stanley y de Alex de Vries, un economista que monitorea el uso de energía en la industria.

Toda la red de computadoras conectadas a la red de Bitcoin consume tanta energía al día como algunos países de tamaño mediano (qué país depende de las estimaciones en las que confíes). Y cada día la red que abastece a Ethereum, la segunda moneda virtual mejor valuada, devora el equivalente a la electricidad de otro país.

El consumo de energía de estos sistemas ha aumentado debido a que los precios de las monedas virtuales se dispararon, lo cual ha producido un debate acalorado sobre el derroche de electricidad entre los aficionados a Bitcoin y Ethereum.

El creador de Ethereum, Vitalik Buterin, está llevando a cabo un experimento para encontrar una manera en la que la energía que requiere de la creación de las monedas se utilice de forma más eficiente, en parte porque le preocupa el efecto que podría tener el uso de electricidad de la red en el calentamiento global.

De Vries, por ejemplo, quien mantiene un registro de este uso de energía en el sitio Digiconomist, calculó que hoy, para procesar cada transacción de bitcoins, se requiere de 80.000 veces más electricidad que para cada transacción de tarjetas de crédito Visa.

Pese a esto, la inquietud por el uso de la electricidad aún no ha tocado fibras sensibles en muchos lugares de la industria. Las monedas virtuales conocidas como Ripple y Stellar, las cuales fueron creadas después de Bitcoin, se diseñaron para que el minado no necesitara electricidad.” (2018, [41])

También, la investigación realizada por Harald Vranken y expuesta en el artículo “Sustainability of bitcoin and blockchains”, expone que:
“Bitcoin es una moneda electrónica que se ha vuelto cada vez más popular desde su introducción en 2008. Las transacciones en el sistema bitcoin se almacenan en un libro de transacciones públicas ('the blockchain'), que se almacena en una red descentralizada, punto a punto. La seguridad de la cadena de bloques depende de un algoritmo de cálculo intensivo para la minería de bitcoin, que evita el doble gasto de bitcoins y la manipulación de transacciones confirmadas. Este algoritmo de "prueba de trabajo" exige una inmensa cantidad de energía.

Se concluye que aunque el consumo de energía puede ser tan bajo como 45 MW cuando se utilizan únicamente los últimos ASIC bitcoin mining, en la práctica el consumo de energía probablemente se encuentre en el rango de 100-500 MW (que corresponde a 3-16 PJ (Petajoule) por año). Por lo tanto, el orden de magnitud del consumo de energía actual es de 100 MW.” (2017, [42])

Los datos y conclusiones que acabo de exponer de los múltiples artículos existentes sobre el tema, nos ayudan a ser conscientes de la relevancia de los Centros de Datos como elementos de consumo energético, y nos permite ser conscientes de la necesidad de buscar técnicas para reducirlo y hacer de los Centros de Datos infraestructuras más eficientes.

3.6. Eficiencia energética.

3.6.1. Técnicas para reducir el consumo de energía en un Centro de Datos.

El cambio climático es reconocido como uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la humanidad en el siglo XXI. El Sector de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), donde se incluyen los Centros de Datos, genera hasta el 2% de las emisiones globales de CO₂. [30,31]

Se estima que los centros de datos tienen la huella de carbono de más rápido crecimiento en todo el sector de las TIC, principalmente debido a avances tecnológicos como la computación en la nube y el rápido crecimiento del uso de servicios de Internet. Por otro lado, su elevadísimo consumo de energía es un problema creciente, que afecta a su viabilidad económica y su imagen pública.

Hoy en día, los Centros de Datos masivos son ya una realidad. Grandes empresas como Amazon, Google, Apple, Microsoft o Yahoo!, han implementado grandes Centros de Datos, albergando decenas de miles de servidores y consumiendo una gran cantidad de energía cada año.

Este aumento del consumo de energía por los Centros de Datos se ve claramente reflejado en los estudios y conclusiones discutidos en el punto anterior, cuyo resultado genérico es un avance imparable del % del consumo eléctrico mundial que se asocia a las TIC, y en concreto a los Centros de Datos. Esta tendencia ha llevado a los investigadores de todo el mundo a centrarse en la eficiencia energética para estas grandes infraestructuras.

A continuación voy a analizar varios estudios realizados durante los últimos años, por diferentes entidades e investigadores de todo el mundo, donde se

proponen algunos ejemplos y técnicas para la mejora en eficiencia y ahorro de energía.

En Junio de 2016, enerTIC: Plataforma de Innovación y Tecnología para la mejora de la Eficiencia Energética y la Sostenibilidad, celebró en Barcelona, el desayuno “Smart Data Center” [33], dentro de un conjunto de diversas iniciativas, donde reunió a los principales directivos, responsables de eficiencia energética y tecnología, etc. de los Centros de Datos y empresas líderes del sector, con el objetivo de estudiar, reflexionar, desarrollar y difundir soluciones innovadoras que ayuden a mejorar la eficiencia energética y la sostenibilidad en el sector de los Centros de Datos.

Dentro de este marco, una de las soluciones propuestas por los expertos es la **implementación de un software de gestión** (BMS, DCIM), a fin de maximizar la eficiencia, tanto energética como operacional, de la infraestructura. La idea es que este software se integre con el resto del sistema ya implantado (ERP), para que así, software de gestión IT (Information Technology) e infraestructura OT (Operation Technology), trabajen en paralelo, de forma conjunta y comunicada. Esta necesidad surge debido a que, por ejemplo, de los miles de millones de datos recogidos por una Smart Grid o Smart City, muchos de ellos serán duplicados o simplemente no aportarán valor, por lo que y como es lógico, no se debería gastar energía ni recursos en almacenarlos. Con la integración de un software de gestión en paralelo con la infraestructura del Centro de Datos, se hace posible extraer aquellos datos que realmente sean útiles.

Otras necesidades identificadas para mejorar el rendimiento y la utilización, serían que los Centros de Datos contasen con peticiones de servicio centralizadas y pudiesen aportar patrones de utilización del servicio por parte del usuario. Para lograr esto, se propone una **gestión íntegra del sistema e infraestructura de los Centros de Datos**, teniendo en cuenta por ejemplo, actividades requeridas de mantenimiento predictivo o previsiones de cargas de trabajo y consumo asociadas a la demanda.

Por otro lado, hace ya años que otra idea viene sonando, y es la de una **actitud más pedagógica por parte de los proveedores tecnológicos** con el propósito de, concienciar al sector sobre una visión más a largo plazo de los beneficios y ventajas competitivas que obtendrán invirtiendo e implementando hoy dispositivos que incrementen la eficiencia energética de la instalación, a la vez que los Centros de Datos maximizan su eficiencia comprometándose con la gestión de la gestión de estos dispositivos y equipos.

También desde este entorno, y desde un punto de vista más técnico, existe el convencimiento de que en unos años, los **procesadores con sistema integrado de refrigeración** serán una realidad, lo que eliminara los factores de deterioro, disminución del rendimiento y vida útil de los mismos, haciendo que no sea

necesario la incorporación de complejos sistemas de climatización, a la vez que se reduce el consumo de energía y mejora la eficiencia de la instalación.

En diciembre de 2017, Paolo Bertoldi, Maria Avgerinou y Luca Castellazzi, miembros del Centro Común de Investigación (JRC) para la Comisión Europea, publicaron un estudio [31] acerca de cómo afecta la implantación del “Código de Conducta Europeo para la Eficiencia Energética de los Centros de Datos” en el consumo energético ejercido por estos.

El Código de Conducta Europeo para el Programa de Eficiencia Energética de los Centros de Datos fue creado en 2008 en respuesta al aumento del consumo de energía por los mismos y a la necesidad de reducir los impactos relacionados con la seguridad ambiental, económica y del suministro de energía. Este Código de Conducta es el único programa europeo independiente, que promueve las mejores prácticas de eficiencia energética de los Centros de Datos, a la vez que supervisa el consumo de energía. Tras haber alcanzado solo un mínimo de sus objetivos, el mismo es reconocido como ejemplo exitoso de una política no regulatoria para mejorar la eficiencia energética en los Centros de Datos que ha estimulado dicha mejora. Cada año, aumenta el número de compañías que solicitan el estatus de participante.

El estudio, que se evaluó utilizando los datos presentados voluntariamente por varias compañías bajo el Código de Conducta para la Eficiencia Energética del Centro de Datos, se centra en el factor de Efectividad del Uso de la Energía (PUE), factor que caracteriza la relación entre las cargas totales del centro de datos y las cargas asociadas a las tecnologías de la información (TI), como elemento clave para la mejora de eficiencia energética en los Centros de Datos. En este trabajo ya definimos este factor con la Ecuación 1.

A continuación presento las conclusiones obtenidas por los autores:

“Los resultados del análisis nos dicen que, el PUE promedio de las instalaciones que participan en el programa, está disminuyendo año tras año, alcanzando el valor de 1,64 en 2016. El consumo total de energía hasta ahora, para los 289 participantes aprobados, es de aproximadamente 3,7 TWh y el consumo de electricidad anual promedio ha disminuido desde la última encuesta en 2014. Existen una serie de instalaciones que ya alcanzan un PUE igual o inferior a 1.2.

Además, el PUE se compara con varios parámetros, como el tamaño de la instalación, el año de construcción y la carga eléctrica nominal de TI. Se concluye que los centros de datos de tamaño muy pequeño o muy grande de la muestra obtienen el mejor PUE. En cuanto a los otros parámetros, las instalaciones que se construyeron en el período comprendido entre 2005 y 2010 y tienen una capacidad promedio de 5-10 MW tienen el mejor rendimiento.

Además, como se esperaba, los centros de datos ubicados en Escandinavia y el norte de Europa son más eficientes en términos de energía, principalmente debido a las condiciones ambientales más frías que facilitan el uso del economizador. Se deriva que el tipo de economizador que más contribuye al ahorro de energía es el tipo de Agua Indirecta, seguido del Agua Directa.

El Código de Conducta es una de las políticas más exitosas para mejorar la eficiencia energética en los centros de datos en la UE, y podría replicarse fácilmente en otros países y regiones según la experiencia de la UE.” [31]

De esta forma queda claro qué, una medida importante para mejorar la eficiencia de los Centros de Datos es la **minimización a su máximo exponente del factor PUE**, conclusión que además corrobora los resultados y las posteriores conclusiones hechas por Jonathan Koomey [26] para su estudio: “Electricidad utilizada en todo el mundo por los Centros de Datos entre los años 2005-2010”, analizado anteriormente en este trabajo (Apartado 3.3.2). Por otro lado, esta conclusión también confirma que los **enfoques voluntarios** podrían ser efectivos para abordar el problema del clima y la energía, a la vez que se constata algo bastante evidente a primera vista, como es la gran ventaja que supone, en términos eficiencia y reducción del consumo energético, la **localización geográfica de la instalación**, en un lugar donde la energía o la refrigeración sean más económica, por ejemplo, energía solar durante el día en diferentes zonas horarias o enfriamiento eficiente debido a las condiciones climáticas

Dentro del plano más técnico sobre cómo mejorar la eficiencia en cuanto al consumo energético de los sistemas informáticos integrados en las infraestructuras TI, y en particular en los Centros de Datos, existen infinidad de investigaciones, estudios y publicaciones con propuestas que se superan y avanzan cada día un poco más, dado que una vez definidos y puestos en marcha los grandes Centros de Datos, sus únicas limitaciones y su futuro, pasan por conseguir los sistemas informáticos y las tecnologías más avanzadas. A continuación expongo algunas de las soluciones propuestas más populares a día de hoy.

La **virtualización** desempeña un papel fundamental en el entorno de los centros de datos y de la tecnología cloud computing. Esta técnica permite que una sola máquina física (PM), ejecute varias máquinas virtuales (VM) simultáneamente. Además, a través de la migración y consolidación de VM, la virtualización reduce el consumo total de energía de CDC y mejora la eficiencia del tiempo de procesamiento. [1]

Se sabe que una cantidad significativa de energía, aproximadamente el 70% de la potencia consumida por la PM funcionando a plena utilización de CPU, se consume incluso cuando esta está inactiva [30]. Entonces, aplicando la técnica de virtualización: migrando VM y apagando PM inactivas, podemos

reducir el coste de energía. Además, también puede ayudar a reducir la cantidad total de hosts inactivos y optimizar el tiempo de espera de la tarea, tiempo de ejecución y costes operativos. Sin embargo, hay que tener cuidado, ya que una consolidación agresiva de máquinas virtuales (VM), puede causar un retraso en el tiempo de ejecución de un conjunto de tareas y una sobrecarga de rendimiento. Por estas razones se requiere un análisis cuidadoso y técnicas inteligentes para eliminar las migraciones no productivas que se pueden producir debido a la variación de la carga de trabajo.

Por otro lado, la administración eficiente de los recursos es extremadamente importante para los servidores y centros de datos que comprenden múltiples nodos informáticos. En los centros de datos a gran escala, el coste de la energía consumida por los múltiples nodos informáticos y la infraestructura de apoyo (por ejemplo, sistemas de refrigeración, fuentes de alimentación, CPU) pueden exceder el costo de la infraestructura en cuestión de unos pocos años. Uno de los avances más importantes que ha facilitado un mayor desarrollo en el área es la **implementación de la capacidad DVFS** por parte de los proveedores de hardware y la posterior **introducción de ACPI**. Estas tecnologías para el ahorro de energía, han permitido controlar el software sobre el consumo de energía de la CPU, habilitando modos activos de baja potencia. [30]

3.6.2. Negocio de las grandes comercializadoras. ETRM

❖ ¿Qué es ETRM?

Energy Trading and Risk Management: No son más que las siglas en inglés para nombrar al negocio del Comercio de Energía y Gestión de los Riesgos asociados.

- **Energy Trading:** En este punto nos referimos al Trading entendiéndolo como comercio de energía, y todos aquellos sistemas que dan soporte a todo el ciclo de vida del comercio de la Energía.
- **Risk Management:** En el mercado de energía, el volumen de información y monetario (Trading financiero) es muy grande, y por ello es imprescindible realizar paralelamente una estimación de riesgos. Existen varios riesgos en el Trading financiero:
 - ✓ Riesgo de tipo de cambio, para comprar productos
 - ✓ Riesgo de tipo de interés, para comprar en países con diferente divisa.

❖ ¿En qué consiste el ciclo del comercio de energía?

Dentro del comercio de energía, existen dos negocios o mercados diferenciados:

- *Negocio Mayorista*: Se refiere a la compra de la energía global y la venta a la comercializadora que se encargará de vender al negocio minorista.
- *Negocio minorista*: es la parte del Trading que se refiere al consumo final de hogares o pequeños consumidores.

Haciendo una analogía con el tema del trabajo, diríamos que en el negocio Mayorista se incluiría a la empresa comercializadora, encargada de abastecer la Smart Grid, y en el mercado Minorista estaría el Data Center o Centro de Almacenamiento Cloud como “pequeño” consumidor, ya que es un elemento de la Smart Grid, a quien la empresa comercializadora se encarga de suministrarle energía a través de la Smart Grid.

En este apartado del trabajo, voy centrarme en el análisis del Mercado Mayorista, es decir, cómo las empresas comercializadoras encargadas de abastecer a las Smart Grids, obtienen y gestionan sus recursos.

❖ **¿Cómo funcionan los mercados Mayoristas? Flujo del Mercado Mayorista.**

- 1) Se ha de identificar la demanda, ¿Quiénes?: Aquellos que tienen la necesidad, como por ejemplo, dentro del mercado español, Repsol, GALP, Gas Natural Fenosa, etc. que son grandes empresas comercializadoras con gran consumo, de las cuales se abastece el mercado minorista como clientes, y esto les genera la necesidad de identificar su demanda para poder cubrirla.
- 2) Controlar la posición: Lo más importante es, que ni sobre ni falte energía. O dicho de otra manera, ¿Cuánto tengo que comprar para poder cubrir mi demanda?
- 3) Planificación logística: Se ha de tener la planificación y la capacidad de movilizar la energía a través de las infraestructuras existentes o contratadas. En el caso del mercado de energía y dependiendo del tipo de energía que quieras transportar los medios existentes son:
 - a. Tuberías
 - b. Tren
 - c. Camiones
 - d. Barcos.

Antes de que dé comienzo el transporte, se ha de notificar siempre qué se va a mover y cuándo se va a mover.

Las etapas de Control de la posición y Planificación logística, son etapas denominadas ‘D-1’ porque suceden antes del día de entrega. En el negocio del comercio de energía, se conoce como día ‘D’, al día en que se produce la entrega efectiva del producto.

En el caso de España, la logística de Electricidad corre a cargo de REE y la de Gas es ENAGAS:

- **REE:** Es un grupo empresarial español que actúa como operador del sistema eléctrico en el mercado eléctrico español.



Figura 3. 23: Logo oficial de la Red Eléctrica española. Imagen tomada de <http://www.ree.es/es/conocenos/logos-identidad-corporativa>.

- **Enagas:** Es la compañía líder en transporte, regasificación y almacenamiento de gas natural en España a la vez que Gestor Técnico del Sistema Gasista Español



Figura 3. 24: Logo oficial de la principal compañía de transporte de gas natural en España y Gestor Técnico del Sistema Gasista español. Imagen tomada de <http://www.enagas.es/portal/site/enagas>.

- 4) **Transporte:** Primero se debe comprobar que la red es capaz de mantener los movimientos. Esta labor es del transportista y se conoce como *Nominación*. Cuando el transportista se nombra, esto indica si tiene la capacidad de llevar a cabo o no el transporte, y a esta capacidad se le denomina *Confirmación* o, en inglés, *Allocation*.
- 5) **Control de Calidad:** Existe un “Contador o Báscula” para saber cuánto y con qué calidad se ha entregado la mercancía. La calidad se mide de manera diferente para cada tipo de energía y obviamente de modo diferente:
 - ✓ **El gas** se mide, entre otras, con las variables de vapor de agua o composición mineral. Los índices están publicados de manera horaria por Enagas en:
http://www.enagas.es/enagas/es/Transporte_de_gas/Medicion_y_calidad_de_gas/Publicacion_de_Calidad_de_Gas_Horaria
 - ✓ **El carbón**, principal componente de la ceniza, azufres y altos poder calorífico.

REFERENCIA	% bases	%Ácidos	Relación Base Ácidos	Relación Dolomita	Relación sílica-alumina	Factor de Deposición	Factor de Encostramiento
------------	---------	---------	----------------------	-------------------	-------------------------	----------------------	--------------------------

Figura 3. 25: Tabla de parámetros y clasificación de las cenizas de los carbones. Imagen tomada de documentación proporcionada por la empresa Everis Spain S.L.

- ✓ En el **crudo** las variables de calidad son, la *fracción de cadena corta*, lo que produce naftas, gasolinas y las *variables de cadenas largas* que genera betún, asfaltos, etc.
- ✓ En la **electricidad** no hay merma de calidad, pero hay servicios de ajuste, por ello la tensión es 220-240 V.
- 6) Tipo de entrega: Las entregas son *diarias* en el caso del gas, carbón y crudo y la entrega es *horaria* en el caso de la electricidad, aunque hay que indicar que el gas a veces también lo puede ser. En el día 'D+1' se comprueba que esto ha ocurrido.
- 7) Entrega: Se comprueban los informes del proceso de entrega (actuals), con las medidas de lo entregado en el momento y se chequea si ha habido demoras, etc. Una vez realizada la entrega, se extiende el albarán.

En este momento, el ciclo físico ha terminado, queda pagar.

- 8) Liquidación: Se trata de un proceso importante donde se calculan de costes, directos e indirectos. Los costes por operación que se han de incluir son, el principal: la energía, y entre otros: las tasas de bróker o los costes fijos de mercado.
- 9) Cuenta de Resultados: Se obtiene con estas variables y de esta forma se calcula la *Rentabilidad*.
- 10) Emitir factura: ¿Cuánto le debo a cada compañía? Este valor se obtiene a final de mes normalmente, y en algunos mercados semanalmente. Se agrupan los costes individuales en función de a quién se tiene que pagar y la contraparte se pondrá de acuerdo. Una vez el acuerdo está cerrado, el vendedor emite la factura, se acepta y se paga. [43]

Y así es como termina el ciclo o flujo del Mercado Mayorista, pero ¿cómo se trasladan y se gestionan todas estas variables para tener un resultado lo más claro, ordenado y satisfactorio posible del negocio? Es aquí donde entran en juego los softwares o herramientas informáticas, que se siguen desarrollando y actualizando cada día para dar al mercado la máxima cobertura posible.

4. CONCLUSIONES:

En este último capítulo expongo las conclusiones que he podido extraer de trabajo de investigación y de todos los estudios analizados en él.

Aunque el principal objetivo de este documento es conocer la cifras de consumo energético mundial asociadas a los Centros de Computación, personalmente he llegado más lejos, indagando y presentando quizá más de lo que requería ese objetivo, ya que desde mi punto de vista, se puede obtener el valor de estas cifras con menos investigación y trabajo, pero no se puede comprender la magnitud ni el alcance de las mismas sin conocer previamente su origen y su contexto. Es por esto que, además de exponer las conclusiones referidas al consumo de los Centros de Computación desde sus orígenes hasta las previsiones hechas para años futuros, pasando por la fecha actual, expongo también una breve percepción tanto de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs), como de las Smart Grids y Smart Cities, sin ser ninguna de ellas objeto principal de estudio en este trabajo.

El ritmo de crecimiento en cuanto al consumo energético derivado de los Centros de Datos hoy por hoy es insostenible. Desde su puesta en marcha y durante el período 2000-2005, el consumo de electricidad ejercido por los Centros de Datos se duplicó en todo el mundo, alcanzando en 2005 el 1% de la energía total consumida en el mundo y destacando como regiones potenciales de ese consumo, Europa y Estados Unidos. También se concluye de este periodo, una tasa de crecimiento anual promedio en el uso total de electricidad del 16.7% por año. Durante el periodo 2005-2010, y en contra de todo pronóstico, se produce una efímera ralentización de este crecimiento debido sobre todo a la crisis económica mundial sufrida desde 2008 y al inicio de la búsqueda de la eficiencia en las instalaciones y componentes de los Centros de Datos, destacando sobre todo la virtualización de los servidores. Aun así, el uso de electricidad por los Centros de Datos del mundo, creció aproximadamente un 56% de 2005 a 2010 respecto al anterior periodo, alcanzando aproximadamente el 1.3% del uso de electricidad mundial. Desde entonces y hasta la fecha actual, ese porcentaje ha ido creciendo progresivamente, hasta encontrarnos hoy con un consumo eléctrico entorno al 3% del total en el mundo. Desde este punto lo que hay son estimaciones hasta el año 2030 según varios escenarios planteados: En el mejor de los casos se calcula un gasto energético para los Centros de Datos del 23% en 2020 y del 42% en 2030, siendo estas cifras en el caso esperado del 23% y 36% respectivamente, así como del 20% y 26% en los respectivos años para el peor de los casos.

Es verdad que se esperan grandes avances en cuanto a la eficiencia de los equipos y sistemas informáticos con los que se componen los Centros de

Datos, con técnicas como la ya mencionada virtualización, una gestión íntegra del sistema y de la infraestructura de los Centros de Datos, o la implantación de procesadores con sistema integrado de refrigeración, entre otras. Una de las iniciativas más efectivas hasta fecha ha sido la implantación voluntaria del *Código de Conducta Europeo para la Eficiencia Energética de los Centros de Datos*, cuyo objetivo principal es la minimización a su máximo exponente del factor PUE, obteniéndose unos resultados para el análisis realizado que indican que, el PUE promedio de las instalaciones que participan en el programa está disminuyendo año tras año, llegando a alcanzar el valor de 1,64 en 2016. También, de este análisis se concluyen otros posibles factores que ayudarían a incrementar la eficiencia y a reducir el gasto de los Centros de Datos, como es la elección de la localización geográfica donde construir estas infraestructuras o la importancia de las acciones voluntarias y la concienciación por parte de empresarios y proveedores. Además, este programa podría ser replicado fácilmente en otros países y regiones.

El grado de avance que se alcance en materia de eficiencia energética de estos equipos determinará el futuro de los Centros de Datos y con ellos, el de las Smart Grids y Smart Cities.

En cuanto a las Smart Grids y Smart Cities, de este trabajo se deduce su importancia y trascendencia para la humanidad en un futuro no muy lejano, dando una alternativa “sostenible” al actual modelo energético sobre el cual se sostiene la sociedad, integrando y promoviendo el uso de energías renovables y del vehículo eléctrico, cuya evolución ha de producirse de forma paralela al de estas infraestructuras.

Las Smart Grids aportarán ventajas directas para empresas y consumidores tales como una disminución de las pérdidas de energía en la red, una gestión más óptima y eficaz de la misma, o la posibilidad de mejorar y flexibilizar las tarifas a consumidores, como por ejemplo el sistema de pago por uso.

Las líneas de actuación futuras a seguir para el alcance de los objetivos de consumo y desarrollo marcados, pasan por fomentar el área de I+D en cuanto a la búsqueda y desarrollo de nuevas técnicas de la Información y Comunicación (TICS) que mejoren la eficiencia de los sistemas de computación y reduzcan el consumo de energía por parte de estas infraestructuras, a la vez que se optimizan las actuales. También se han de estandarizar los procesos que posibilitan la interoperabilidad entre los distintos sistemas e infraestructuras que compondrán tanto las Smart Grids como las Smart Cities, como pueden ser los sistemas domóticos o las conexiones inalámbricas y/o redes, además de ser imprescindible una actitud pedagógica por parte de proveedores e instituciones sobre la necesidad de un cambio de modelo energético y los requisitos que exige el nuevo modelo.



Universidad de Valladolid



En resumen, el trabajo para lograr un futuro donde las Smart Cities y Smart Grids sean una realidad funcional, pasa por los Centros de Datos, y por tanto, todos los esfuerzos han de ser focalizados en conseguir el mayor ahorro energético por parte de estos, mientras cumplen con la actuación que se espera de ellos.



5. BIBLIOGRAFIA:

- [1] Paltto, O. (2015). *Integrating A Smart City Data Warehouse Efficiently With A Cloud Infrastructure*. [PDF] Jyväskylä: University Of Jyväskylä. [Último acceso 22 Mayo 2018]. Disponible en: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/45664/URN:NBN:fi:jyu-201504181620.pdf?sequence=1>
- [2] GICI, G. (2015). *Smart Cities. Documento De Visión A 2030*. [PDF]. [Último acceso 22 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.futured.es/wp-content/uploads/2016/11/GICI-esp.pdf>
- [3] Cepeda Santos, J. (2018). *Smart Cities y el Internet de las Cosas, un nuevo paradigma tecnológico Demostración de los beneficios mostrados en el estudio. Definición y estudio de sustentabilidad y factibilidad*. [PDF] Universidad de Guayaquil – Ecuador. [Último acceso 22 Mayo 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27049/1/B-CINT-PTG-N.263%20Cepeda%20Santos%20Juan%20Carlos.pdf>
- [4] Novelec Blog. (2017) *¿Qué es y cómo funciona una Smart Grid? - Novelec*. [website] [Último acceso 22 Mayo 2018]. Disponible en: <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/como-funciona-smart-grid/>
- [5] *Smart Grids Y La Evolución De La Red Eléctrica*. (2011). [PDF]. Observatorio Industrial del Sector de la Electrónica, Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: http://www.minetad.gob.es/industria/observatorios/SectorElectronica/Actividades/2010/Federaci%C3%B3n%20de%20Entidades%20de%20Innovaci%C3%B3n%20y%20Tecnolog%C3%ADa/SMART_GRIDS_Y_EVOLUCION_DE_LA_RED_ELECTRICA.pdf
- [6] Smartgrid.gov. (2018). *What is the Smart Grid?* [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html
- [7] *Desarrollo De Las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids) En España*. (2012). [PDF] FutuRed. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.futured.es/wp-content/uploads/2016/02/Desarrollo-de-las-Smart-Grids-en-Espana.pdf>

- [8] Ree.es. (n.d.). *Red Eléctrica de España | ¿Qué son las Smartgrid?*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.ree.es/es/red21/redes-inteligentes/que-son-las-smartgrid>
- [9] Ree.es. (n.d.). *Almacenamiento energético | Red Eléctrica de España*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.ree.es/es/red21/almacenamiento-energetico>
- [10] Ree.es. (n.d.). *Red Eléctrica de España | Vehículo eléctrico*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.ree.es/es/red21/vehiculo-electrico>
- [11] Ree.es. (n.d.). *Red Eléctrica de España | Modelo energético sostenible*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.ree.es/es/red21/un-modelo-energetico-sostenible>
- [12] Endesa.com. (n.d.). *Telegestión - Contadores Inteligentes - Endesa*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.endesa.com/es/sostenibilidad/a201610-telegestion-contadores-inteligentes.html>
- [13] Endesa Educa. (n.d.). *Smart Grids*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: https://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/smart-city/smart-grid
- [14] *Smartgrids: Redes Eléctricas Inteligentes*. (2010). [PDF] *Energía y Sociedad*. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.energiaysociedad.es/wp-content/uploads/pdf/smartgrids.pdf>
- [15] Datacentermarket.es. (2017). *Los centros de datos serán una pieza clave de la smartcity del futuro - DCM*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.datacentermarket.es/eficiencia-energetica/noticias/1102184032909/centros-de-datos-seran-pieza-clave-de-smartcity-del-futuro.1.html>
- [16] Kearney, M. (2012). *Smart Grid & Data Warehouse Technology | Data Warehouse Appliance | IBM Big Data & Analytics Hub*. [website] ibmbigdatahub.com. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.ibmbigdatahub.com/blog/informing-demand-side-opening-data-warehouses-collaborative-applications>



- [17] Ramírez, O. (2017). *Smart Data Center el núcleo de la gestión de las Smart Cities*. *Facility Management Services*. [website] [Último acceso 24 May 2018]. Disponible en:
<http://www.facilitymanagementservices.es/fm-services/tic-en-fm/smart-data-center-el-nucleo-de-la-gestion-de-las-smart-cities>
- [18] Martínez, J. (2018). *Los centros de datos, esenciales para hacer de las 'smart cities' una realidad*. [website] *Expansion. Economía digital*. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
<http://www.expansion.com/economia-digital/protagonistas/2018/01/27/5a562021e5fdeae26e8b4585.html>
- [19] Solarnews.es. (2018). *Los centros de datos serán una pieza clave de la smartcity del futuro* – *solarnews.es*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
<http://www.solarnews.es/2017/11/20/los-centros-de-datos-seran-una-pieza-clave-de-la-smartcity-del-futuro/>
- [20] *Acción por el Clima - European Commission*. (n.d.). *Paquete de medidas sobre clima y energía hasta 2020 - Acción por el Clima - European Commission*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_es
- [21] Cantero, E. (2018). *¿Qué es un Data Center?* [website] *eugeniocantero*. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
<https://eugeniocantero.wordpress.com/2014/12/19/que-es-un-data-center/>
- [22] Cantero, E. (2015). *¿Cómo funciona un Centro de Datos?*. [website] *eugeniocantero*. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
<https://eugeniocantero.wordpress.com/2015/01/13/como-funciona-un-centro-de-datos/>
- [23] Es.slideshare.net. (2012). *Que es un no-break*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
<https://es.slideshare.net/floxi/que-es-un-nobreak-12987890>
- [24] Sogiteck (2017). *¿Qué funciones tiene un CPD?* [website] *Blog.sogiteck.net*. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:
<https://blog.sogiteck.net/que-funciones-tiene-un-cpdCastellazzi>,
- [25] Koomey, J. (2008). *Worldwide electricity use in data centers*. [PDF] Disponible en:

- https://www.researchgate.net/publication/228735976_Worldwide_electricity_use_in_data_centers [Último acceso 23 Mayo 2018].
- [26] Koomey, J. (2011). *Growth In Data Center Electricity Use 2005 To 2010*. [PDF]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: http://www.co.twosides.info/download/Koomey_Johnathon_G-_Growth_In_Data_Center_Electricity_Use_2005_to_2010_2011.pdf
- [27] Andrae, A. and Edler, T. (2017). *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030*. [PDF]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117/html>
- [28] Andrae, A. and Edler, T. (2017). *On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030- Supplementary material*. [PDF]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/117#supplementary>
- [29] Arjona Aroca, J., Chatzipapas, A., Fernández Anta, A. and Mancuso, V. (2014). *A measurement-based analysis of the energy consumption of data center servers*. [PDF]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2602061>
- [30] Beloglazov, A., Buyya, R., Lee, Y. and Zomaya, A. (2010). *A Taxonomy and Survey of Energy-Efficient Data Centers and Cloud Computing Systems*. [PDF] The University of Sydney, Australia. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1007/1007.0066.pdf>
- [31] L., Bertoldi, P. and Avgerinou, M. (2017). *Trends in data centre energy consumption under the European Code of Conduct for data centre energy efficiency*. [PDF] Luxembourg. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/322223249_Trends_in_data_centre_energy_consumption_under_the_European_Code_of_Conduct_for_data_centre_energy_efficiency
- [32] Martínez, A. (2016). *Eficiencia energética, Data Centers. Parte I - AEM Sistemas*. [website] AEM Sistemas. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.aemsistemas.com/eficiencia-energetica-en-centros-de-datos-parte-i/>
- [33] enerTIC (2016). *Informe Sectorial: Smart Data Center*. [PDF] [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en:



http://enertic.org/imgfiles/enerTIC/2016/PPS/InformeSectorial_SmartDataCenter.pdf

- [34] Ouammou, A., Hanini, M., Abdelghani, B. and El Kafhali, S. (2018). *Modeling and Analysis of Quality of Service and Energy Consumption in Cloud Environment*. [PDF] Université Hassan 1er. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Said_El_Kafhali/publication/324895554_Modeling_and_Analysis_of_Quality_of_Service_and_Energy_Consumption_in_Cloud_Environment/links/5ae9b2ba0f7e9b837d3c0546/Modeling-and-Analysis-of-Quality-of-Service-and-Energy-Consumption-in-Cloud-Environment.pdf
- [35] Hussain, A. (2017). *Energy Consumption of Wireless IoT Nodes*. [PDF] Norwegian University of Science and Technology: Department of Information Security and Communication Technology. [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2458157/17677_FULLTEXT.pdf?sequence=1
- [36] García, A. (2018). *Internet está disparando el consumo de electricidad en todo el mundo*. [website] ADSLZone. [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.adslzone.net/2016/08/12/internet-esta-disparando-consumo-electricidad-mundo/>
- [37] Zito, M. (2018). *La sustentabilidad de Internet de las Cosas*. [PDF] [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ccedce/n70/n70a04.pdf>
- [38] Martínez, M. (2018). *Centros de datos, pieza clave de las Smart Cities*. [website] Fibratel.com. [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: <http://www.fibratel.com/blog/centros-de-datos-pieza-clave-de-las-smart-cities/>
- [39] Schaeffler (2018). *ANÁLISIS 2017 , MOVILIDAD ELÉCTRICA, ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA, EFICIENCIA ENERGÉTICA. CENTROS DE DATOS*. FuturENERGY. [website]. [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: http://www.futureenergyweb.es/digital-versions/2017-12/files/assets/common/downloads/FuturEnergy_Dic17.pdf

- [40] Pérez-Lombard, L., Ortiz, J. and Pout, C. (2007). *A review on buildings energy consumption information*. [PDF]. [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778807001016>
- [41] Popper, N. (2018). El consumo de energía que requiere Bitcoin no es nada virtual. *The New York Times*. [website]. [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.nytimes.com/es/2018/01/24/consumo-energia-bitcoin-tecnologia/>
- [42] Vranken, H. (2017). Sustainability of bitcoin and blockchains. [PDF] [Último acceso 30 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343517300015>
- [43] *ETRM_Introducción Funcional*. Everis Spain S.L. España, Valladolid. 2018.
- [44] Allegro. (2018). *Allegro Commodity Management | CTRM Software | Commodity Trading*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.allegrodev.com/>
- [45] Allegro. (2018). *Power Utilities | ETRM Software | Allegro Commodity Management*. [website]. [Último acceso 23 Mayo 2018]. Disponible en: <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/>
- [46] *Manual Allegro*. Everis Spain S.L. España, Valladolid. 2016.
- [47] *Allegro Training Session 4: Trade Capture*. Everis Spain S.L. España, Valladolid. 2018.
- [48] *Allegro Training Session 6: Valuation Mode*. Everis Spain S.L. España, Valladolid. 2018.

6. ANEXO: ALLEGRO COMMODITY MANAGEMENT

En este anexo del trabajo presento, de forma breve, un software o herramienta informática que permite llevarlo a cabo con éxito el negocio del Comercio y Gestión de la energía (ETRM) explicado ya antes, Allegro Commodity Management,

6.1. ¿Qué es y en qué consiste Allegro Commodity Management?

Allegro Commodity Management es una herramienta líder a nivel global en el comercio de productos básicos y un software de gestión de riesgos para servicios de energía y gas, refinerías de petróleo crudo, fabricantes de productos químicos, productores de petróleo y gas, empresas agrícolas, comerciantes y consumidores de productos básicos.

La plataforma y software CTRM de Allegro, está diseñado para proporcionar a los usuarios visibilidad de las posiciones, mejora los márgenes comerciales, mientras reduce los costos de la comercialización de productos básicos, administración de riesgos, controles integrales y cumplimiento regulatorio, a la vez que permite la realización rápida de los objetivos comerciales de los clientes y proporciona una gran flexibilidad con un riesgo y una interrupción mínimos. Esta plataforma empresarial, también impulsa la rentabilidad y la eficiencia en los equipos de Back, Middle y Front Office, a la vez que administra la logística compleja asociada con los productos físicos y tiene la cobertura de plataforma más amplia para respaldar las decisiones sobre productos/operaciones individuales o múltiples.

En Allegro no existe la necesidad de ejecutar numerosos sistemas de software CTRM para gestionar diferentes productos de la cartera de negocio porque Allegro es un producto de software integrado que elimina los informes desconectados, la necesidad de hojas de cálculo adicionales y el riesgo incremental.

La última versión de la solución de Allegro, conocida como Horizon, es la oferta de software más avanzada hasta ahora. Con Horizon, Allegro puede implementar rápidamente soluciones ágiles para adaptarse perfectamente a las prioridades del cliente, ya sea a través de implementaciones en local o basadas en la nube, y ofrecer un alto retorno de la inversión. [44]

6.2. ¿Para qué sirve?

El software CTRM de Allegro está diseñado para empresas que operan en todos los puntos del espectro de productos básicos, desde la producción hasta el consumo. Este software proporciona una visión integral de la logística, inventarios, posiciones, contratos y rentabilidad, y este servicio que se ofrece, puede ser implementado de forma local o en la nube.

Fue creado para la comercialización y programación de energía, así como para proporcionar integración directa con operadores de sistemas de transmisión, entidades reguladoras y datos de mercado.

Los principales **objetivos** del software son:

- ✓ Gestión activa de la demanda.
- ✓ Impulsar las ganancias.
- ✓ Disminuir el riesgo.

Además, Allegro ofrece flexibilidad para adaptar y ampliar su software con una arquitectura abierta altamente configurable, lo que significa que se puede implementar una nueva funcionalidad sin un ciclo completo de actualización por parte de la compañía.

Por expresarlo de una forma más tangible y clara, Allegro es la plataforma electrónica de la operativa de mercados, mientras que es la cámara de compensación la que realiza los movimientos económicos. [44]

6.3. Allegro para la gestión de Servicios Públicos.

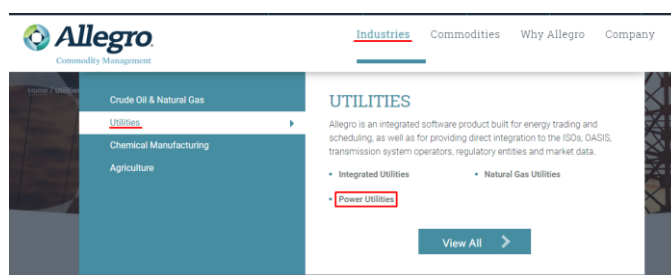


Figura 6. 1: Website Allegro Commodity Management: Gestión de Servicios públicos. <https://www.allegrodev.com/industry/>

La desafortunada verdad para los Servicios Públicos es que las herramientas tradicionales en el comercio de energía y la gestión de riesgos, a menudo quedan muy por debajo de lo que se necesita. Esto puede ser la oportunidad de integrar una gran utilidad para los pequeños operadores municipales tanto como sea posible. De cualquier manera, este estado problemático abre la puerta a mayores riesgos y costes.

ALLEGRO FOR UTILITIES

Allegro is made to mitigate risk. Designed to provide complete and timely insights, Allegro's energy trading and commodity risk management software works with utilities by connecting their teams of traders, schedulers, accountants, compliance personnel and other strategic employees.

For utilities, the ability to manage assets at the lowest cost, and to handle logistics and operations with lower risk and improved profitability, is more important than ever, considering the increasing demand to satisfy customers, regulators and, if they're publicly traded, shareholders. Whether you're a power or natural gas utility, the way to address these challenges is with Allegro's energy trading software.

Figura 6. 2: Website Allegro Commodity Management: Gestión de Servicios públicos.
<https://www.allegrodev.com/industry/utilities/>

Diseñado para brindar información completa y oportuna, el software CTRM, Allegro, funciona con los servicios públicos al conectar a sus equipos de comerciantes, planificadores, contadores, personal de cumplimiento y otros empleados estratégicos. Allegro está hecho para mitigar el riesgo.

Para los servicios públicos, la capacidad de administrar activos al menor coste y manejar la logística y las operaciones con menor riesgo y rentabilidad mejorada es más importante que nunca, ya que hay que tener en cuenta la creciente demanda para satisfacer a los clientes, reguladores y, si se comercializan públicamente, a los accionistas. Ya sea una empresa eléctrica o de gas natural, ambos desafíos se pueden afrontar desde este software, ya que Allegro optimiza las operaciones de energía.

6.3.1. Electricidad.

Claramente, la electricidad es una parte integral de la vida en todo el mundo. Es indispensable para fábricas, oficinas, pequeñas empresas y hogares. La falta de electricidad no solo causa inconvenientes, sino también pérdidas económicas potencialmente significativas. Simplemente, es esencial que la electricidad esté garantizada para estar en funcionamiento.

Las compañías eléctricas necesitan soluciones integrales de software para obtener visibilidad e informar con precisión sobre el uso histórico, el posible uso futuro y los volúmenes reales de electricidad comercial e industrial. Al mismo tiempo, las empresas eléctricas deben poder lidiar con los cambios en las regulaciones y dentro del propio mercado de la energía.

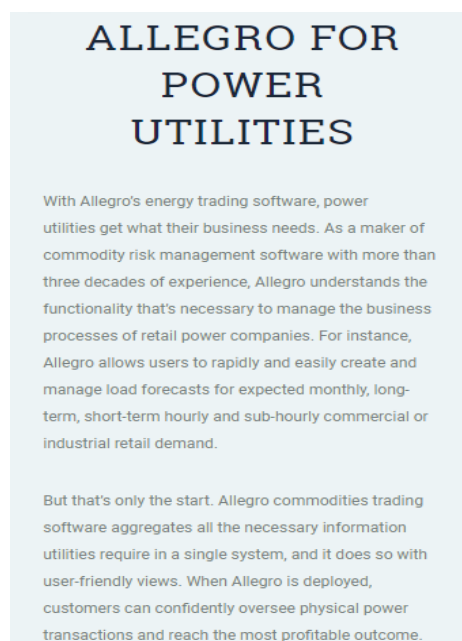


Figura 6. 3: Website Allegro Commodity Management: Gestión de Servicios públicos. Electricidad
<https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/>

Como fabricante de software de administración de riesgos de productos básicos con experiencia, Allegro entiende la funcionalidad necesaria para administrar los procesos comerciales de las compañías eléctricas minoristas. Por ejemplo, Allegro permite a los usuarios crear y administrar rápida y fácilmente pronósticos de carga para la demanda minorista comercial o industrial mensual, a corto plazo, por hora y subtemporal esperada, pero esto es solo una parte. Allegro agrega todas las utilidades de información necesarias en un solo sistema, y lo hace con vistas fáciles de usar. Cuando se implementa Allegro, los clientes pueden supervisar con confianza las transacciones de energía físicas y financieras, y alcanzar el resultado más rentable. Es por esto que el software de comercio de energía, Allegro, está preparado para dar soporte a los servicios públicos como la gestión de la electricidad. [45]

❖ **Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Trading:**

- Capacidad para capturar intercambios con campos únicos, como área de control, bloques e información de las plataformas conectadas.
- Gestión de posiciones a lo largo de todo el ciclo de vida (trade, forecast, plan, tag, loss, schedule y actuals).
- Flexibilidad en la captura de precios complejos, fórmulas y curvas de precios.

THE BENEFITS OF ALLEGRO



Figura 6. 4: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Trading.
<https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/>

❖ Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Operaciones y Logística:

- Soporte para los procesos de programación de energía en Europa, incluido el equilibrio entre redes.
- Formas de carga, pago de contrapartida, actualización, balance de grupo, reservas directas e indirectas.
- Capacidad para crear productos de potencia definidos por el usuario, como energía, capacidad y accesorios.

THE BENEFITS OF ALLEGRO

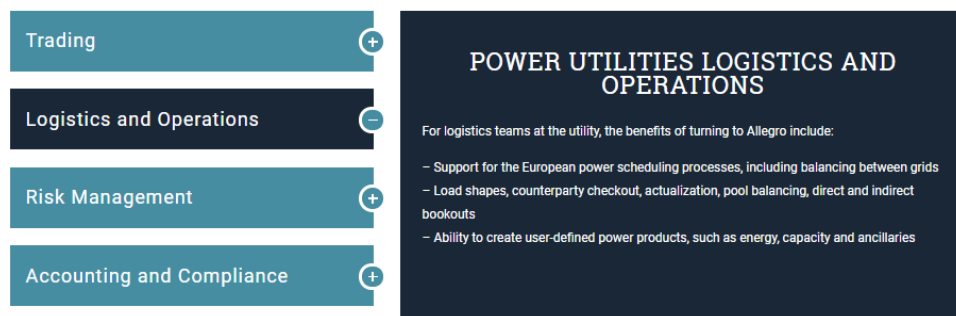


Figura 6. 5: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Operaciones y Logística.
<https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/>

❖ Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Gestión del Riesgo:

- Datos de gestión y valoración del riesgo, incluido riesgo integrado de crédito, mercado y operaciones.
- Seguimiento preciso, eficiente e integral de las posiciones físicas y financieras.

- Cálculos de Mark-to-Market que proporcionan el valor total de una cartera.

THE BENEFITS OF ALLEGRO

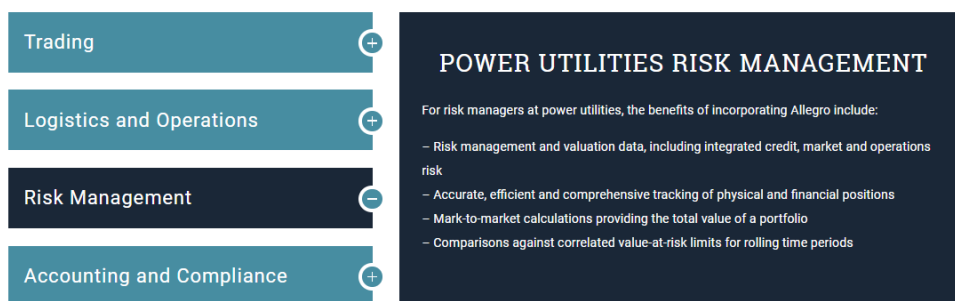


Figura 6. 6: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Gestión del Riesgo. <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/>

❖ Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Contabilidad:

- Informes reguladores optimizados y automatizados.
- Seguimiento del proceso comercial de cumplimiento completo, incluido el estado de los informes con un seguimiento de auditoría integral.
- Los datos de liquidación completos y precisos están asegurados
- Capacidad de acceder a datos para informes de cumplimiento normativo.

THE BENEFITS OF ALLEGRO

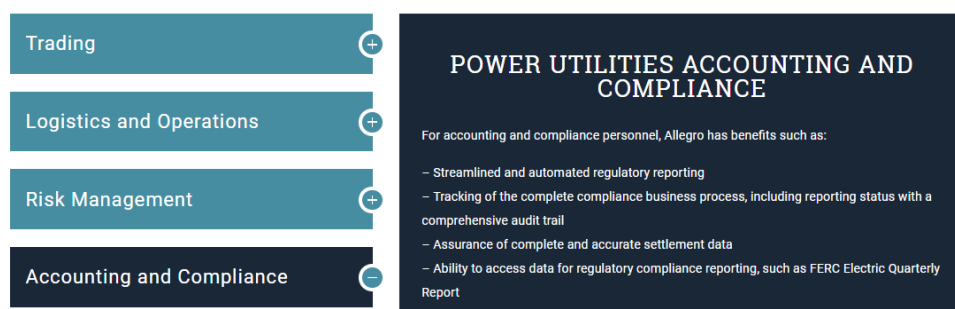


Figura 6. 7: Beneficios aportados por Allegro al negocio eléctrico en Contabilidad. <https://www.allegrodev.com/industry/power-utilities/>

6.3.2. Flujo de proceso para una operación comercial en el software Allegro Commodity Management:

El proceso comercial en Allegro puede ser muy complicado, técnico y engorroso de explicar, por ello he seleccionado tres grandes bloques con los que creo será capaz de explicar de forma breve y superficial, el flujo de una commodity en Allegro, desde que se ejecuta su compra/venta en el mercado correspondiente hasta que se efectúa la valoración de la misma para su posterior liquidación y pago.

Antes de comenzar a explicar el flujo de una commodity en Allegro, es necesario conocer algunos conceptos que voy a utilizar a continuación y que son importantes en Allegro:

- Posición: Una posición es una compra o venta de un volumen a un precio. Desde que una operación se abre (comprando o vendiendo) hasta que se cierra (realizando la operación contraria con la misma o con otra contraparte) existen 2 valores (importes) a calcular por posición: el valor al que se abrió la posición y el valor al que se podría cerrar la posición. Todo contrato puede tener una o más posiciones.
- Mark-to-Market (MtM): Se conoce con este nombre al proceso de revalorización de todas las posiciones abiertas con los precios actuales del mercado.

❖ Trade Capture

Las empresas dedicadas a la compra de energía para su posterior distribución y venta necesitan realizar contratos de compra/venta físicos para su abastecimiento:

- Trades: Son acuerdos específicos a corto plazo. De este modo se puede corregir o nivelar dentro del acuerdo rápidamente.

La amplia variedad en arreglos financieros complejos y diversos ha evolucionado con el fin de ofrecerles a los compradores y vendedores de commodities, la flexibilidad para aislarse y protegerse de movimientos adversos del precio en el mercado, lo cual se conoce como *cobertura*. La cobertura y otras formas de protección de la inversión constituyen un componente importante del trading con commodities, debido a que estos mercados se caracterizan por experimentar fuertes cambios en la dirección del precio con periodos de alta volatilidad.

Los trades se dividen según su tipo en:

- Trade Físico: Aquellos trades en los que existe un intercambio real del producto o commodity.
- Trade Financiero: Se trata de operaciones o productos fruto de derivados financieros sin intercambio real de commodities. Swaps, Futuros y Opciones son contratos financieros que suelen utilizarse para cubrir riesgos de contratos físicos (cobertura).

Para agrupar a uno o varios contratos físicos con todos los contratos financieros utilizados para cubrir los riesgos de los físicos se utiliza en Allegro, la entidad *Estrategia*.

Entonces, ¿qué es Trade Capture?: Se define como el proceso donde se realiza la parametrización y los ajustes necesarios para dar de alta o insertar un trade en Allegro.

Poco a poco, Allegro se ha ido configurando y conectando con las diferentes plataformas y mercados de energía, como Trayport en Europa o ICE en Estados Unidos, donde los Traders realizan sus operaciones de compra/ venta, para que el proceso de carga de los trades u operaciones realizadas fluyan hasta Allegro de forma automática. Esto no implica que no se puedan introducir trades de forma manual en el sistema Allegro a través de su interfaz cuando sea requerido.

Aunque a primera vista este sistema no parece algo muy complicado, para que el proceso se complete con éxito en el software de Allegro, se requiere de la configuración de muchas características asociadas a los trades u operaciones y a su tipo, como por ejemplo:

Precio de un trade:

El tipo de precio de un trade se especifica en el campo 'Price Type' de un trade, y puede ser:

- FIJO: Cuando el precio es fijo.
- VARIABLE: Cuando el precio es la media de precios en un rango de fechas (llamado periodo depreciación).
- TIER: Cuando el precio depende del volumen del trade. Por ejemplo, un trade de precio TIER sería aquel donde, el precio de los 100 primeros barriles se paga a 5 dólares, los 200 barriles siguientes a 6 dólares y el resto a 7 dólares.
- EVENT-BASED: Cuando el precio se basa en algún evento del trade, como puede ser una fecha.

Contratos:

Un trade de por sí, sin un contrato asociado no tiene ninguna funcionalidad en Allegro. El contrato se debe crear antes que el trade para tener la posibilidad de elegirlo en el trade. Los contratos se mostrarán en el combo Contract del trade dependiendo de la configuración del contrato, según la compañía, contraparte, producto, trade date, tipo de trade y tipo de posición.

Calidades:

La calidad de un contrato físico es la calidad que se espera recibir del producto que se compra o vende. Estas calidades se acuerdan con la contraparte y se pueden registrar en Allegro. En algunos casos el precio puede variar

dependiendo de la calidad recibida, por ejemplo, se pueden aplicar penalizaciones (fees) en caso de no cumplirse la calidad pactada.

Si la mayoría de las veces que se utiliza un producto se acuerdan las mismas calidades, estas calidades se pueden configurar a nivel de producto para que cada vez que se elija el producto en un trade, se asocien estas calidades automáticamente. Las calidades que son cargadas automáticamente en un trade, se pueden borrar o modificar manualmente.

Confirmaciones:

Se llama confirmación al documento que contiene las cláusulas legales y términos de un “deal” o contrato, que una compañía ha hecho con una contraparte. Este documento se utiliza para la comunicación entre compañía y contraparte de forma que puedan confirmar por escrito que cada parte ha entendido los mismos términos y cláusulas.

Fees:

Las fees son costes secundarios asociados a un trade. Un fee puede tener cualquier tipo de precio como si fuera un trade: fijo, variable, tiered, etc.

Existen multitud de campos como estos, asociados a los trades, y que es necesario configurar para que un trade se guarde correctamente en Allegro. [46,47]

❖ Forward Curves

¿Qué son las Curvas Forward?: Se trata de la concatenación de los precios de referencia estimados para el futuro de una commodity, es decir, los precios de mercado para una operación respecto a lo que se está vendiendo/comprando actualmente. Las curvas a futuro ofrecen información horaria a 2-3 días y las diarias a 3 semanas vista.

Por ejemplo, de manera muy simplificada, una curva FWD “X”, para un determinado producto “Y”, prorrateará los valores de los diferentes meses o periodo estipulado y el valor que falta será calculado mediante interpolación.

Más específicamente, para la creación de una Forward Curve, habrá que tener en cuenta la asignación de la Forward Mark, el producto al que será referido y el área de comercio, así como los Índices de Precios. Una misma curva se utilizará para los mismos productos con las mismas áreas.

Para la asignación y configuración de los Índices de Precios (Price Indexes) en las Forward Curves, estos deberán haberse creado antes. Un Índice de Precios pondrá ser horario, mensual, etc. Este índice tendrá que ser para el mismo producto y área de comercio que aquellos establecidos en la Forward Curve.

Este tipo de curvas se usa en la valoración de mercado Mark-to-Market (MtM) que explicaremos a continuación. [46]

❖ PnL: Profit and Losses.

➤ ¿Qué es el PnL?:

No es más que el cálculo o la valoración de las pérdidas y ganancias (Transporte, Comisiones, Fees, etc.) que hemos conseguido con nuestras operaciones en un determinado periodo de tiempo. Se realiza de aquellas operaciones o transacciones que hayamos reconocido ya, es decir, que estén oficialmente cerradas y con riesgo cero. Por ejemplo, en el caso de las operaciones financieras no existen riesgos de logística, pero en las operaciones físicas sí, por eso la valoración de las operaciones físicas solo se debe hacer una vez las commodities hayan sido entregadas y la operación cerrada.

Los conceptos de Posición y Proceso Mark-to-Market explicados antes, son conceptos que debemos tener muy claros antes de realizar una valoración.

➤ ¿En qué consiste el cálculo del PnL?

Para realizar una valoración, si yo quiero comparar mi trade con el precio que debería tener en el mercado, lo que tengo que hacer es asociar este precio, para lo cual, antes de llevar a cabo el proceso Mark-to-Market en Allegro, tengo que:

- ✓ Tener creados los trades.
- ✓ Tener disponibles los precios de mercados.

Los precios requeridos en una valoración provienen de:

- Curvas Forward (Todo lo mencionado en el punto anterior)
- Forward Functions.

En la ventana Forward Functions del software, se definen las funciones que se van a utilizar para las valoraciones. Son funciones que sirven para estimar los precios de mercado que aún no existan, así como para gestionar los riesgos de precios. En este último caso, se gestionan los riesgos de los precios que presentan mucha volatilidad (VaR, valor en riesgo).

Para el cálculo del VaR, existen diferentes métodos como Historic Simulations, para identificar el valor en base a los precios pasados; Covar, modelo de covariancias, etc. Para dar soporte al cálculo de este, es necesario saber el número de iteraciones y el VaR method. Por otro lado, es necesario establecer el valor actual neto, NPV, y Allegro exige como requisito, definir uno para cada tipo de producto, aunque luego no se vaya a usar. [46,48]

Proceso MtM en Allegro



Durante la valoración de un trade no sólo se calcula el valor del trade, también su valor en el mercado mientras que el trade se encuentre abierto.

Los trades se consideran abiertos en Allegro dependiendo del tipo de trade:

- Un futuro se cierra cuando se casa en el proceso de matcheo.
- Un Swap se cierra cuando su precio variable llega al fin de su apreciación.
- Un Físico se cierra cuando se casa mediante envíos (Shipments).

Allegro utiliza las Curvas Forward configuradas para calcular el valor en el mercado de un trade, que a su vez, será utilizado en el proceso de Mark to Market. A un usuario le puede interesar comparar el valor real de sus trades con el valor del mercado para diferentes motivos como para calcular el P&L estimado para trades que no están casados. [46]

Posterior a este proceso de valoración se realizaría la correspondiente liquidación y pago de las operaciones valoradas correctamente.