

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS



USO DEL BIG DATA EN EMPRESAS ELÉCTRICAS



Máster en Empresa y tecnologías de la información, Curso 2013

Autor: Sheila Lorenzo Fernández

[*sheilorenzo@gmail.com*](mailto:sheilorenzo@gmail.com)

Tutor: Celestino Güemes Seoane

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS



THE USE OF BIG DATA IN ELECTRICAL COMPANIES



Official Master in Enterprise & Information Technologies, Course 2013

Author: Sheila Lorenzo Fernández

sheilorenzo@gmail.com

Tutor: Celestino Güemes Seoane

USO DEL BIG DATA EN EMPRESAS ELÉCTRICAS

Autor: Sheila Lorenzo Fernández

Tutor: *Celestino Güemes Seoane*

Resumen

En la actualidad, la red eléctrica tradicional parece que cumple con las expectativas marcadas (desde la generación tradicional y renovable hasta el transporte y parte de la distribución), pero tiene que mejorar notablemente desde el punto de vista del usuario final y las funcionalidades que se espera de ella. Por esta razón, aparece el concepto de Big Data cuyo significado abarcaría a todas las redes eléctricas que pueden integrar de manera inteligente el comportamiento y las acciones de todos los actores conectados a ellas (quienes generan electricidad, quienes la consumen y quienes realizan ambas acciones) para proporcionar un suministro de electricidad seguro, económico y sostenible. Por lo tanto, Las redes inteligentes integran las tecnologías de la información con las infraestructuras eléctricas actuales convirtiéndose en un “Internet de la energía” (comunicaciones bidireccionales, flujo multidireccional de la energía y completamente automatizada y controlada) haciéndole la vida más fácil a las compañías eléctricas. A lo largo del presente documento se tratará de analizar el fenómeno Big Data en este sector, sus implicaciones en las empresas de energía renovable, se tratará de analizar las ventajas y desventajas de su aplicación. Y por último, se procederá a realizar un análisis de resultado y futuras líneas de desarrollo del mismo.

Palabras clave: Red Eléctrica, Red Inteligente, Energía Renovable, Datos, Big Data.

THE USE OF BIG DATA IN ELECTRICAL COMPANIES

Author: Sheila Lorenzo Fernández

Tutor: *Celestino Güemes Seoane*

Abstract

Nowadays, the traditional electrical grid seems to meet the set expectations (from the traditional and renewable generation of electricity to the electrical transport and power distribution), but it has to improve substantially from the end user point of view and the functionalities expected of it. For this reason, it is introduced the concept of Big Data which includes all the electrical networks that can integrate the performance and the actions of all the systems connected to them (those who generate electricity, who use electricity and who take both actions) intelligently, to provide a reliable, economic and sustainable electrical supply. Therefore, the smart grids incorporate the latest information technology with the current electrical infrastructure, becoming the “Web/Internet of the Energy”(two-way communications, multi-directional flow of energy and fully automated and controlled) and making life easier to power companies. Throughout this document, the Big Data concept will be analyzed as well as its consequences on the renewable energy companies, and the advantages and disadvantages of its implementation. Finally, we will proceed to analyse the results and define future actions for its development.

Key-words: The Electricity Network, Smart Grid, The Renewable Energy, Data, Big Data.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer de forma especial y en primer lugar a mis padres, por el apoyo incondicional durante todos estos años, por su paciencia, por apoyarme en mis decisiones y por prestarme la ayuda cuando más lo he necesitado. Sin ellos, no hubiese llegado hasta aquí.

También, agradecer el apoyo proporcionado por mi pareja y por su paciencia en muchos momentos.

A mis compañeros del máster, por haberme llenado de buenos momentos este año, llevándome conmigo buenas amistades, que espero que perduren con el tiempo.

Gracias a los profesores del máster por su predisposición y por su ayuda a lo largo de este curso, compartiendo sus conocimientos y experiencias.

Por último y especialmente a mi tutor Celestino Güemes por dirigirme, asesorarme y prestarme su ayuda, dándome la oportunidad de poder realizar mi proyecto. A Carlos Recio, por haberme brindado la oportunidad de poder realizar las prácticas en la Empresa Atos WorldGrid, siendo para mí una experiencia enriquecedora en todos los sentidos, pudiendo de esta forma adquirir conocimientos que bajo mi punto de vista me serán beneficiosos en un futuro laboral. Gracias.

Índice de contenidos

1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	1
1.1.1 Objetivo general.....	1
1.1.2 Objetivo específico.....	1
1.2 Justificación.....	1
2. Marco teórico.....	2
2.1 Introducción del Big Data.....	2
2.2 Ventajas e inconvenientes del Big Data.....	7
2.3 Casos de uso y agentes involucrados.....	9
2.4 Evolución del Big Data en Empresas Eléctricas.....	13
2.5 Características del Big Data en el Sector Eléctrico.....	15
3. Estado del arte.....	17
3.1 Sector Eléctrico actual.....	17
3.2 Barreras para la implantación del Big Data en el sector.....	20
3.3 Uso y aplicaciones del Big Data en el Sector Eléctrico.....	22
3.3.1 Compañías Eléctricas.....	22
3.3.1.1 Smart Metering.....	22
3.3.2 Empresas de Energías Renovables.....	27
3.3.2.1 Energía eólica.....	27
3.4 Tecnologías que ayudan a la gestión del Big Data en las empresas.....	29
3.4.1 Hadoop.....	31
3.4.2 R-Project.....	33
3.4.2.1 Ventajas de utilizar R y Rattle.....	34

4. Metodología.....	35
5. Desarrollo de la investigación.....	35
5.1 IBM:.....	35
5.1.1 IBM DeepThunder.....	36
5.1.2 IBM WebSphere ILOG software.....	37
5.1.3 IBM Vestas Wind Systems.....	37
5.2 C3 Energy.....	40
5.3 Análisis de resultados.....	44
6. Conclusiones, limitaciones y futuras líneas de desarrollo.....	45
7. Bibliografía.....	46

Índice de figuras, tablas y gráficos

Figuras:

Figura 1: El modelo de las tres V de Gartner.....	6
Figura 2: Agentes involucrados en el suministro eléctrico.....	10
Figura 3: Esquema general de un sistema de energía eléctrica.....	12
Figura 4: Elementos de los diferentes modelos energéticos.....	15
Figura 5: Circuito eléctrico correspondiente a los sensores.....	19
Figura 6: Sistema de lectura AMR.....	23
Figura 7: Smart Meters.....	24
Figura 8: Dispositivos y aplicaciones en la Red.....	25
Figura 9: Manipulación del contador analógico: aflojándolo de la pared y agujereando el contador.....	26
Figura 10: Contador electrónico digital.....	26
Figura 11: Esquema del SCADA en un parque eólico.....	27
Figura 12: Stack Hadoop.....	33
Figura 13: Pantalla principal de VestasWindSystems.....	38
Figura 14: Esquema de funcionamiento de un parque eólico.....	39
Figura 15: Esquema de la plataforma C3 Energy	41

.Figura 16: Funcionamiento del Big Data Analytics de C3 Energy.....	42
Figura 17: Factores clave de la evolución de la red eléctrica inteligente.....	44

Tablas:

Tabla 1: Medidas informáticas.....	4
Tabla 2: Características a alcanzar con el uso de Big Data.....	15
Tabla 3: Diferencias entre Red Tradicional y Smart Grid.....	16
Tabla 4: Ingresos obtenidos por el uso del Smart Grid.....	36

Gráfico:

Gráfico 1: Evolución de la energía eólica y sus MW/h consumidos	20
---	----

Capítulo 1

Introducción

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Este trabajo tiene como objetivo principal realizar un análisis exhaustivo del Big Data y el impacto empresarial que este tipo de tecnología puede llegar a producir.

1.1.2 Objetivo específico

Analizar los resultados de la implementación del Big Data en el Sector Eléctrico, examinando de este modo su eficiencia en esta disciplina, así como la obtención de resultados debido al uso de esta herramienta.

1.2 Justificación

En estos últimos años, se ha visto incrementado de forma cotidiana el uso de las nuevas tecnologías, tanto en nuestras actividades laborales como las de ocio. Un ejemplo de esto último, sería en el mundo de la música, hasta hace poco, las discográficas controlaban toda la cadena de producción, desde el autor hasta el consumidor. Pero internet, ha puesto punto y final a este negocio, por el simple hecho de hacer prescindible el soporte físico del CD, lo que ha dejado sin sentido el rol que jugaban todos los intermediarios. No es simplemente que se haya cambiado la manera de vender canciones sino que internet ha convertido la música en un servicio más, en un negocio potencial. Ahora, lo más importante ya no es poseer la música sino el hecho de tener acceso a las piezas que uno quiere escuchar. El simple hecho de “subir” un video, utilizar los móviles, visitar páginas de internet, interactuar en las redes sociales, son acciones que generan grandes cantidades de masas de datos.

La problemática, a la cual se enfrentaban antiguamente las empresas es que no existía ninguna forma conocida de ordenar ese caos y de analizar toda esa cantidad de datos, por lo tanto a raíz de esta dificultad nace la idea de Big Data.

Las redes inteligentes integran las tecnologías de la información con las infraestructuras eléctricas actuales haciendo una “Internet de la energía” (comunicaciones bidireccionales, flujo multidireccional de la energía y completamente automatizada y controlada)

Como consecuencia, las empresas están considerando la idea de la implantación de esta tecnología, no solo como vía para obtener cierta ventaja competitiva, es decir tener la capacidad para procesar su principal activo, que es la información que la propia empresa genera. Sino también como clave principal de la productividad y rendimiento del mismo, cuyo objetivo será transformar el uso del Big Data en inteligencia de negocios.

Los grandes volúmenes de datos no es solo cuestión de tamaño, es una oportunidad de extraer conocimiento que hasta ahora no había sido aprovechado de una forma eficiente y una oportunidad en el mundo empresarial actualmente.

Capítulo 2

Marco teórico.

En este apartado, se analizarán los conceptos relacionados con el Big Data, evolución, características y funciones. Por último, se analizará el sector eléctrico en la actualidad, teniendo en cuenta la evolución TIC en este sector.

2.1 Introducción del Big Data.

El gran objetivo que persiguen las empresas es el de descubrir una perspectiva interesante en cuanto a la proyección que persigue la propia empresa, los objetivos que esta quiere alcanzar y conocimientos a partir de la obtención de datos. Descubrimientos que frecuentemente se expresan como modelos, y que a menudo describimos a la minería de datos como el proceso de construcción de modelos. Un modelo, el cual, puede ser utilizado para ayudar a nuestra comprensión del mundo o creado para solucionar un problema en concreto, aunque también se puede utilizar para realizar predicciones a corto o a largo plazo.

Para una empresa en expansión le es interesante el descubrimiento de nuevos conocimientos y la construcción de modelos que predicen el futuro, les puede ser muy gratificante a la hora de embarcarse en nuevos negocios y abrir nuevas fronteras. Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, las nuevas ideas emergen del conocimiento de los datos, de su análisis, que ayudarán a las empresas a crecer de forma exponencial y de manera segura.

El uso de Big Data es aplicado en la mayoría de los ámbitos de actividad, como por ejemplo en los negocios, gobierno, servicios financieros, la biología, la medicina, la ciencia y por último la ingeniería, que es nuestro caso en particular y del cual procederé a desarrollar de forma exhaustiva posteriormente.

Siguiendo con esta temática, se debe señalar que en cualquier lugar recogemos datos, aplicándose la minería de los mismos y la alimentación de un nuevo conocimiento en la actividad humana. Estamos viviendo en una época donde se recopilan y almacenan todo tipo de datos, concretamente de grandes dimensiones. Agencias gubernamentales grandes y pequeñas, comerciales, las medianas y grandes empresas y las organizaciones no comerciales, recogen datos sobre empresas, clientes, recursos humanos, productos, fabricación de procesos, proveedores, socios comerciales, los mercados locales e internacionales, y competidores, que posteriormente serán utilizados para propias estrategias

empresariales. Como conclusión de todo lo mencionado anteriormente, se puede deducir que los datos son el combustible que se inyecta en el motor de la minería de datos, convirtiendo los mismos en información, para luego convertir la misma en conocimiento que sea clave para conseguir el éxito.

Datos que presentan la base para la comprensión de los procesos de ciertos clientes y de la misma forma observar y extraer patrones de comportamiento. Pero todo no consiste en recopilar únicamente información, también se dan casos que entre los datos recogidos, puede haber pistas ocultas de la actividad fraudulenta de ciertos clientes como en el que se producen en las Compañías Eléctricas. Esta nueva forma de proceder convierte a los datos en información, siendo la base para la identificación de nuevas oportunidades que conducen al descubrimiento de nuevos conocimientos, que es la pieza clave y fundamental de la sociedad.

Por lo tanto, Big Data ayuda a comprender un poco más a la sociedad. Construimos modelos para obtener conocimientos sobre el mundo y cómo funciona el mismo, para poder adelantarse a los acontecimientos y aplicar las soluciones oportunas. Nuestras decisiones dependen de los problemas que la empresa pueda resolver. Se caracteriza por el volumen de datos disponibles, comúnmente en las gigabytes y terabytes y petabytes. También se caracteriza por la complejidad de los datos, tanto de los datos no disponibles en la actualidad, es decir, datos que están a la espera de ser descubiertos y los tipos de datos disponibles en la actualidad, incluyendo texto, imágenes, audio y video.

Tabla1: Medidas informáticas.

The diagram illustrates the hierarchy of computer storage units. It consists of six horizontal bars, each representing a unit and its equivalent in the next smaller unit. The bars are colored in a gradient from purple at the top to light blue at the bottom. Each bar is connected to a larger, light-colored rectangular box on the right, suggesting a flow or expansion of data.

1 byte = 8 bits
1 KiloByte (KB) = 1,024 Bytes
1 MegaByte (MB) = 1,024 KB
1 GigaByte (GB) = 1,024 MB
1 TeraByte (TB) = 1,024 GB
1 PetaByte (PB) = 1,024 TB

Fuente: Elaboración propia

El problema es que los entornos empresariales cambian rápidamente, y los análisis deberán realizarse con regularidad y los modelos deben de ser actualizados regularmente para mantenerse al día con el mundo dinámico de hoy. Big Data, en realidad, es mucho más que un simple modelo, trata de entender el contexto empresarial del que hacemos uso, recogiendo y recopilando datos de toda la empresa y de fuentes externas. Se trata entonces de la construcción de modelos y de su posterior evaluación. Y lo más importante, es acerca de cómo implementar esos modelos para obtener beneficios.

Una tarea importante que se debe realizar por parte de la empresa es el proceso de documentación y de análisis en un proyecto, la cual se tendrá que repetir en un plazo menor a un año. Todos los documentos deben de estar perfectamente clasificados, y la mayoría deben tener una combinación de código y comentarios para su mejor comprensión, generando resúmenes para entender los datos. Posteriormente, es importante registrar la manera en que se construyen los modelos y qué modelos fueron elegidos y considerados. Finalmente, registrar la evaluación y recopilar los datos que mejor se adapta al modelo escogido.

Por lo tanto y para concretar un poco más en el concepto de Big Data, habrá que entender la definición de Cloud Computing, siendo la herramienta que hace posible que la tecnología digital penetre en cada rincón de nuestra economía y nuestra sociedad, no solo permitiendo que los usuarios estén conectados a este nuevo mundo digital a través de sus dispositivos móviles, sino posibilitando que también lo esté en breve cualquier objeto o dispositivo. Todo este proceso provocará una marea de información digital que necesitará una gran capacidad de almacenamiento y procesado de magnitudes, a este proceso se le denomina Big Data.

Si concretamos más en este concepto, una definición más técnica del mismo, estaría definida como el procedimiento mediante el cual se recopilan y analizan grandes cantidades de datos de forma estructurada y no estructurada, procedente de varias fuentes, con el objetivo de extraer información relevante de gran valor estratégico y táctico para los objetivos del negocio o de la empresa.

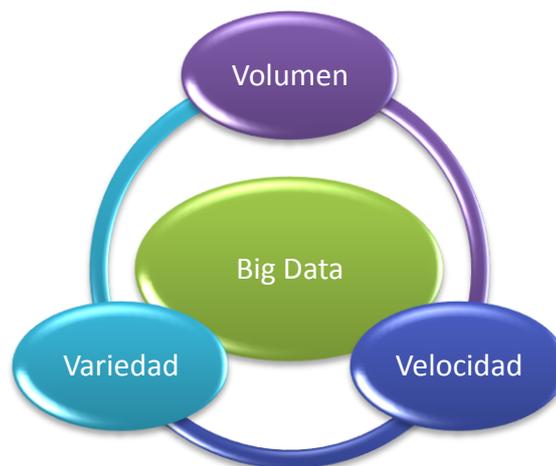
El uso de la misma, viene promovido por las empresas que año tras año, recopilan cantidades ingentes de datos sobre sus clientes, productos, marketing que sigue la empresa y todo lo que se dice acerca de sus productos en los medios de comunicación social, etc. Con esta recopilación de información, como resultado las empresas pueden tomar mejores tomas

de decisión empresarial, decisiones de negocio inteligente como ofertas específicas, llegando al cliente en el momento justo.

Por lo tanto, Big data abarca un modelo de tres dimensiones muy importantes en el sector empresarial (*El modelo de las tres V de Gartner*), que son las siguientes: volumen, velocidad y variedad:

- **Volumen:** las empresas están cubiertas de una cantidad cada vez mayor de datos de todo tipo, acumulando de esta forma fácilmente terabytes, incluso petabytes de información.
- **Velocidad:** A veces 2 minutos es demasiado tarde. En los procesos en los que el tiempo cuenta como por ejemplo (descubrir tendencias, pérdidas económicas, etc.). Los grandes volúmenes de datos deben utilizarse como un valor añadido en la empresa para maximizar el valor.
- **Variedad:** los grandes volúmenes de datos incluyen cualquier tipo de datos, estructurados y no estructurados, como texto, datos de sensores, audio, vídeo, secuencias de clic o archivos de registro, entre otros... Al analizar estos datos de forma conjunta se encuentra información nueva beneficiosa para la empresa y con estos datos obtenidos preparar de forma eficaz la estrategia empresarial.

Figura 1: El modelo de las tres V de Gartner



Fuente: Elaboración propia

Debido a estas características muchas empresas se decantan por este tipo de proceso y abarca tres tipos de mercado: técnico, financiero y de negocio.

Técnico

- Los datos recogidos y almacenados continúan creciendo exponencialmente.
- Los datos están repartidos y en muchos formatos.
- Las soluciones tradicionales están fallando a las nuevas exigencias del mercado.

Financiero

- El coste de los sistemas de datos, como porcentaje del gasto de TI, sigue creciendo.

Negocios

- La oportunidad de crear nuevos modelos de negocio innovadores.
- Potenciar nuevos conocimientos que impulsarán a la ventaja competitiva de la empresa.

2.2 Ventajas e inconvenientes del Big Data.

El uso de grandes volúmenes de datos se convertirá en una base clave de la competencia y el crecimiento de las empresas. Desde el punto de vista de la competitividad y la captura potencial de valor, todas las empresas deben tomar los datos con especial seriedad.

El uso del Big Data proporciona a la empresa una gran ventaja competitiva:

- **Valor añadido a la empresa:** Al crear internamente una información más transparente y útil, pudiéndose utilizar los datos en el menor tiempo posible.
- **Optimización de la producción y la distribución:** Las herramientas de análisis de datos también pueden funcionar de manera óptima al integrarse con sistemas de logística.
- **Pronósticos y previsiones:** La creación y almacenamiento de más datos transaccionales en formato digital, recogiendo de esta forma más información precisa y detallada de toda la información que disponga la empresa.
- **Una mejora en la toma de decisiones en gestión empresarial,** de esta forma ajustan tiempos de entregas de productos de forma eficaz y satisfactoria.
- **Fidelización y retención de clientes:** Relación más estrecha con el cliente mejorando su servicio post-venta.

- Nuevos productos y servicios: Mejorar el desarrollo de la próxima generación de productos y servicios.
- Modificar hábitos de consumo por parte de los clientes, lo que se traducirá en una mayor eficiencia a través de la red eléctrica, la disminución de costes y el impacto ambiental.

Pero no todo son ventajas, el uso del Big Data no afecta a todas las empresas en general, puesto que solo las grandes compañías son proclives a la hora de invertir en el desarrollo de soluciones relacionadas con la necesidad de gestionar grandes volúmenes de datos. También es cierto que el número de organizaciones que han elaborado un plan para Big Data es todavía bastante bajo, aunque si es un tema que cuenta con gran consideración, pues el 81% de las mismas ya han estado explorando Big Data, o se están planteando hacerlo.

Otro dato importante a destacar, es que las compañías donde la estrategia TI está alineada con el plan de negocio, valoran de forma positiva el instaurar Big Data, pero en aquellas organizaciones donde la estrategia TIC no está alineada con el plan de negocio, tanto porque no se planifica a tan largo plazo o porque está diseñada para cumplir otros objetivos. En este caso en concreto, en las cuales se encontrarían las medianas y pequeñas empresas, no son ni medianamente conscientes de esta problemática debido a que están en estados de maduración tecnológica muy distinta a las grandes empresas, su capacidad de inversión es menor, por lo tanto las herramientas utilizadas serán más básicas.

Un dato a destacar y que realmente preocupa a los consumidores es el siguiente: La información de los usuarios puede acabar de forma deslocalizada en el otro extremo del mundo, provocando problemas de disponibilidad. Pero no solo es este uno de los temas que genera controversia, también hay otros problemas que preocupan y que han frenado hasta ahora el desarrollo de la nube, entre ellos, las dudas sobre la seguridad, privacidad e integridad de los datos en la misma constituyen una de las preocupaciones más frecuentes. En la nube todos los ficheros e información pasan de estar en el PC a almacenarse en esa nube. Esto implica dejar de tener el control sobre ellos. Los usuarios no están seguros de quien accede a esa información o si está o no protegida. Por lo tanto, esto se traduce en un riesgo ya no solo para el usuario, sino también para la empresa, puesto que deben confiar información interna y confidencial a un tercero, que puede o no ser fiable.

2.3 Casos de uso y agentes involucrados.

Los Casos de uso son los siguientes:

- Análisis de datos para predecir en que zonas se comete más pérdidas eléctricas.
- En el sector de las telecomunicaciones y financiero. Utilización de la información que generan los clientes para diseñar nuevos productos, personalizarlos y fidelizarlos.
- Mejorar la salud pública, sobre todo lo relacionado con la información biomédica, normalmente los hospitales tratan con datos sobre registros electrónicos de pacientes, como por ejemplo su historia médica.
- Utilización del sistema de recogida de datos con programas de CRM para generar información muy valiosa que los departamentos de marketing pueden explotar.
- En el sector servicios. Monitorización en tiempo real de los clientes para obtener patrones de consumo.
- PayPal utiliza herramientas Big Data para combatir el fraude en tiempo real: Aplicando diversos filtros de "Fraud Management" la compañía desarrolló un proceso de detección de fraude basados en datasets masivos que son analizados a través de herramientas de Big Data.
- Mejorar la vía pública, se están encontrando nuevas maneras de aprovechar el poder de predicción de los datos, incluyendo maneras de acabar con los atascos o los desperfectos en la vía pública.

Debido a la evolución de esta tecnología, cada vez son más los agentes involucrados implicados en el suministro eléctrico.

Figura 2 : Agentes involucrados en el suministro eléctrico



Fuente: Elaboración propia

- **Usuarios:** Demanda de nuevos y mejorados servicios, además de habilitar la posibilidad de poder conectar la generación energética individual a la red, con el fin de poder vender el excedente energético generado. Otra mejora será la tarificación en tiempo real y la liberación para elegir los suministradores energéticos.
- **Compañías de redes eléctricas:** Los propietarios y operadores de las redes serán los responsables de responder a las peticiones de los usuarios de una forma eficiente y con un coste ajustado. Por otro lado, las empresas de servicios energéticos se encargarán de hacer tangible el ahorro obtenido gracias a las mejoras implementadas en la red, resaltando también el ahorro obtenido gracias a los cambios en los hábitos de consumo energético de las personas.

A pesar que el desarrollo e implantación de los Smart Grids será algo progresivo, tendrá una fuerte repercusión y dependencia con los avances tecnológicos y políticos que se están llevando a cabo hoy en día, a continuación se describirán los más destacados:

Centros de Transformación: Generalmente los transformadores son dispositivos muy fiables y con una vida útil entre 20 y 35 años. Un asunto de vital importancia para las empresas de transmisión es la prevención de incidentes en el funcionamiento del mismo, para este caso, se están desarrollando técnicas para prevenir la ruptura de los tanques de

aceite. Además desde el punto de vista de diseño de nuevos transformadores, se están siguiendo nuevas líneas para optimizar la seguridad en el funcionamiento.

Otro tema que se aborda en relación a estos elementos, es el del diagnóstico y optimización de su vida útil. En este campo, se está realizando modelos de predicción y simulaciones de forma que se pueda conocer el comportamiento de los transformadores, pudiendo anticipar metodologías de mantenimiento adecuadas y eficaces. Por otro lado se tiende a instalar sistemas de monitorización para la detección de anomalías de funcionamiento, o para la captura de datos que facilite a posteriori la elaboración del modelo de funcionamiento.

Equipos de alta tensión: La creciente demanda eléctrica está obligando a la red eléctrica a implementar nuevos métodos en la parte de generación y transporte de alta tensión. A raíz de esto, surgen temas como la generación de Ultra Alta Tensión (UHV), conmutación de líneas, y optimización de la infraestructura existente para adaptarla a las nuevas necesidades de la sociedad.

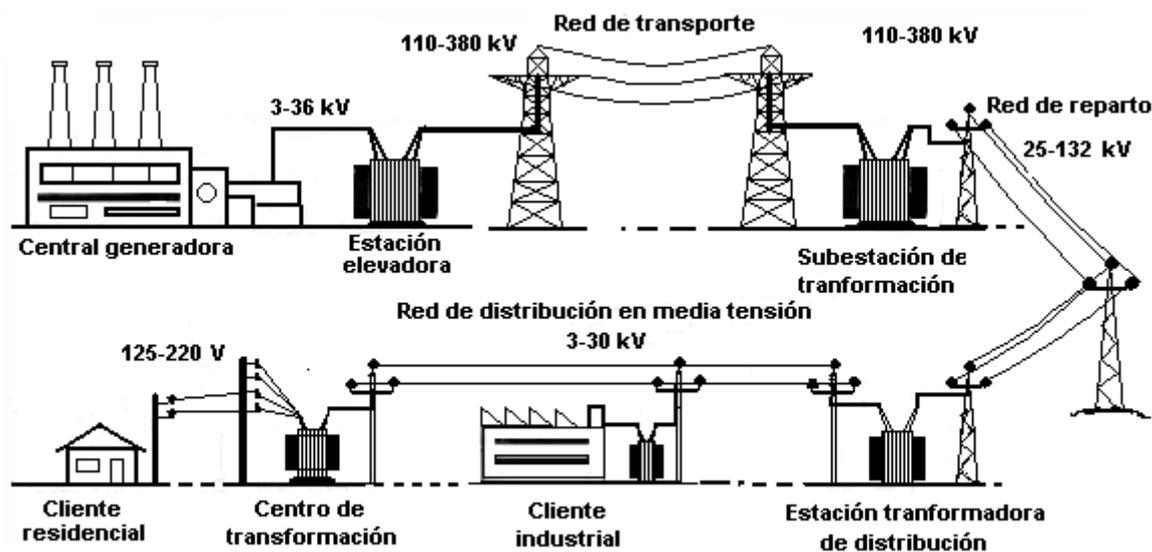
El único inconveniente del UHV pasa por la prevención ante cambios climatológicos, por ejemplo las tormentas, tomando los pararrayos un papel de vital importancia en las instalaciones correspondientes. Además la alta temperatura de funcionamiento, así como la cantidad de energía necesaria para gestionar el proceso de forma óptima, dificultan la generación de UHV. Para solventar estos problemas, se encuentran abiertas varias líneas de investigación, entre ellas se encuentran:

La llegada de los nuevos seccionadores de líneas, con unas características de conmutación optimizadas, pudiéndose combinar con modernos controladores electrónicos, para conseguir operaciones óptimas de conmutación, de forma que las conmutaciones de sobretensiones o anomalías en la red que afectan la calidad eléctrica, podrían eliminarse. Para la optimización y ampliación de la infraestructura existente requiere métodos de monitorización y visualización de los parámetros críticos. Los sensores de tensión y de corriente ópticos proporcionan un excelente aislante en entornos de alta tensión, permitiendo medir altos voltajes y corrientes de una forma no intrusiva. Estas características, junto a su tamaño compacto y su amplio ancho de banda, hacen que estos dispositivos resulten perfectos para realizar estas medidas.

Las subestaciones: es una pieza clave en la entrega y recogida energética. Se está intentando integrar cierta capacidad de computación y automatización en las subestaciones como primer paso hacia la Smart Grid. De esta forma según la normativa IEC 61850 se comienza a aplicar “inteligencia” a estos elementos de la red que serán capaces de comunicar directamente con otros elementos.

Protección y automatización de la red en los sistemas de automatización en subestaciones son los encargados de interconectar una serie de dispositivos, usando protocolos propietarios, esos sistemas se han encargado principalmente de la supervisión de elementos. Actualmente, este tipo de sistemas han evolucionado y siguen haciéndolo siguiendo como base los protocolos y actuaciones declarados en IEC 61850, utilizando comunicaciones peer-to-peer y habilitando el intercambio de datos entre sistemas a diferentes niveles y con herramientas diferentes, permitiendo además de la supervisión, controlar una serie de dispositivos o variables. Por otro lado, el aumento de la generación energética renovable y la cogeneración, requieren la aplicación de tecnologías de forma que se posibilite su gestión y protección.

Figura 3: Esquema general de un sistema de energía eléctrica



Fuente: Apuntes de la asignatura de Centrales I. Universidad de Cantabria

- **Investigadores y Desarrolladores:** Será necesario realizar una fuerte inversión en investigación aplicada a la demanda y la generación, así como en las tecnologías

necesarias para realizar la implementación de la red de telecomunicaciones que sustente la transferencia de datos necesaria para la monitorización y control de la red.

- **Operadores:** Los clientes podrán beneficiarse de la oportunidad de poder elegir el proveedor de energía que mejor se adapte a sus necesidades.
- **Generadores:** Las redes eléctricas son complejos sistemas integrados, habiendo una importante interacción entre generadores, las redes, y la demanda. Por lo tanto, será importante fomentar la participación de agentes que puedan aportar energía a la red, facilitándoles el acceso tanto a nivel tecnológico, como normativo.
- **Reguladores:** El mercado energético europeo y los servicios relacionados, deben ser apoyados por un marco regulador claro y estable.
- **Agentes gubernamentales:** Los gobiernos tendrán que preparar una nueva legislación que se encargue de regir todos los aspectos y trámites. Se espera que el aumento de la competencia, repercuta en una reducción de las tarifas por parte de los usuarios, aunque por otro lado la integración de las energías renovables en la red, requerirán una fuerte inversión inicial.

2.4 Evolución del Big Data en Empresas Eléctricas.

Big Data nace de los intentos por usar controles de consumo mediante contadores inteligentes y sistemas de monitorización. En 1980, los contadores son utilizados para monitorizar las cargas eléctricas de millones de clientes, lo que derivó en una Infraestructura avanzada en 1990 que era capaz de determinar la cantidad de energía que se utilizaba en diferentes momentos del día. Este cambio se debe a la necesidad de un mayor aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro energético.

En el año 2000, Italia creó el primer proyecto Smart Grid que abarcó cerca de 27 millones de hogares usando contadores inteligentes conectados a través de una línea de comunicación.

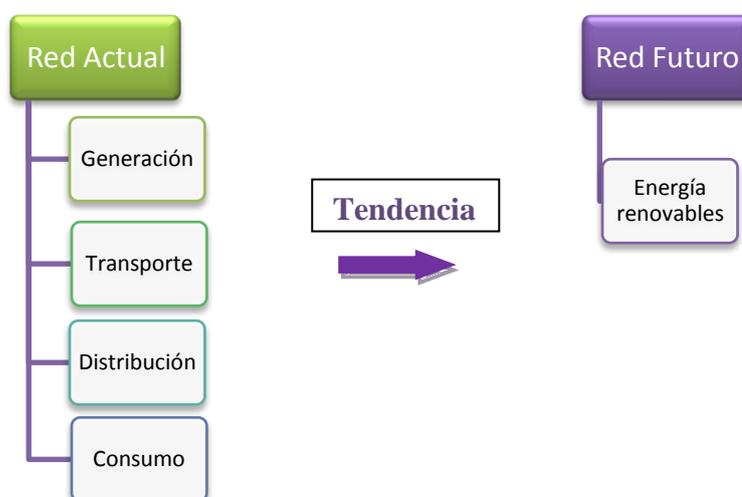
En abril de 2006, el Consejo Asesor de la Plataforma Tecnológica de redes tecnológicas del futuro de Europa presentó su visión de Smart Grids. Esta es impulsada por

los efectos combinados de la liberación del mercado, el cambio de las tecnologías actuales por las de última generación para cumplir los objetivos ambientales y los usos futuros de la electricidad. Aunque el funcionamiento de las redes era el correcto, se tuvo que trabajar para proporcionar un suministro eléctrico seguro y sostenible. Las nuevas especificaciones que implementará el sector eléctrico serán las siguientes:

- **Participación activa del usuario:** En la red tradicional el usuario es una parte completamente pasiva, el desarrollo de las redes pretenderá desarrollar una actuación del usuario más participativa. Proporcionando la oportunidad de poder visualizar sus consumos y cambiar el tipo de tarifa.
- **Automatización de la red eléctrica:** Permitirá realizar un mantenimiento mucho más eficiente y exhaustivo de todos los componentes de la red, incluso realizar los mantenimientos de la red por gestión remota.
- **Seguridad en la generación centralizada:** Mejorar la fiabilidad en el suministro eléctrico ante cualquier anomalía.
- **Generación distribuida y fuentes de energía renovable:** Monitorización de la gestión energética, de esta forma se reducirá las pérdidas por emisiones.
- **Interoperabilidad con las redes eléctricas europeas:** Será necesario mejorar el transporte de la línea a largas distancias y la integración de fuentes de energía renovable.
- **Gestión de la demanda:** Desarrollo de estrategias para la regulación local de la demanda y control de cargas mediante medición electrónica y sistemas automáticos de gestión de medidas.
- **Aspectos sociales y demográficos:** Cambio en los hábitos de consumo por parte del usuario.
- **Mejora de la calidad eléctrica:** El usuario podrá escoger la tarifa que considere y modificarla en el momento que el crea necesario. De esta forma será posible cubrir las necesidades con el fin de evitar los micro-cortes, anomalía, huecos, etc.
- **Monitorización de la red.**

Gracias a este tipo de red es posible disminuir drásticamente las pérdidas por el transporte energético, facilitando la conexión a la red de todo tipo de energías renovables y soportar las capacidades de almacenamiento energético.

Figura 4: Elementos de los diferentes modelos energéticos



Fuente: Elaboración propia

2.5 Características del Big Data en el Sector Eléctrico.

Big Data emplea productos y servicios innovadores, entre ellos cabe destacar la monitorización inteligente, técnicas de control, comunicaciones (entre la compañía suministradora hasta el usuario final) y tecnologías de ajuste, con el fin de conseguir los diferentes puntos que se detallan a continuación:

Tabla 2: Características a alcanzar con el uso de Big Data

Mejora de la energía eléctrica generada.
Proporcionar al usuario la posibilidad de modificar su tarifa en el suministro eléctrico.
Fomentar la participación de los usuarios de forma activa
Reducir el impacto ambiental por medio de mejoras en la eficiencia del transporte energético.
Mejorar y ampliar los servicios energéticos.

Fuente: Elaboración propia

A continuación presentaré una tabla de las principales características utilizadas con el uso del Smart Grids, comparándola con las características de la red tradicional:

Tabla 3: Diferencias entre Red Tradicional y Smart Grid

CARACTERÍSTICAS	RED TRADICIONAL	SMART GRID
<ul style="list-style-type: none"> • Automatización • Control • Autoajuste • Participación del consumidor • Resistencia ante ataques • Gestión de la demanda • Calidad eléctrica • Optimización del transporte eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa monitorización • Control manual de la red de distribución • Protección de los dispositivos ante fallos de red • Los consumidores no participan activamente • Infraestructuras totalmente vulnerables • No existe ningún tipo de gestión • Solo se resuelven los cortes de suministro, ignorando los problemas de calidad eléctrica • Poca eficiencia del transporte eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> • Integración masiva de sensores, tecnologías de medición, esquemas de automatización y monitorización • Creación de sistemas de información distribuidos en el sistema • Se basa en la prevención. Detectando automáticamente fallos en las transmisiones • Los consumidores participan activamente • Fomento de la gestión • Resistentes ante ataques, con una rápida capacidad de restauración • Identificación y resolución de problemas en la calidad eléctrica • Sistemas de control inteligentes que permitan extender los servicios

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3:

Estado del arte.

3.1 Sector Eléctrico actual.

El Sector estimula el crecimiento de los Smart Grids, en líneas generales habría que tener en cuenta los siguientes factores, que abarca tanto a las energías renovables como a las no renovables:

- **Incertidumbre regulatoria:** Se cambia de tarifa basándose en el rendimiento y los servicios públicos deben de solventar su eficiencia energética.
- **Cambio de utilidad en modelos de negocio:** El rendimiento y los ingresos dependen de algo más que las ventas volumétricas de megavatios-hora y la calidad del servicio depende de la segmentación de los clientes que permiten nuevas estructuras de tarifa.
- **Nuevos sensores:** Han dado lugar a archivos de varios terabytes que se pueden aprovechar para ofrecer nuevas prestaciones.

Un caso concreto de energía no renovable, es la utilización del contador inteligente (Smart Metering), también conocido como la infraestructura de medición avanzada (AMI), que envía las lecturas de consumo de energía de forma inalámbrica cada 15 minutos desde un contador hasta el centro de procesamiento de datos. En lugar de las 12 lecturas de un año de los sistemas manuales, generando 12 lecturas cada 15 minutos, o 35.040 lecturas del contador al año. Multiplicado por millones de clientes, convierte a este tipo de tecnología en un negocio fructífero para las grandes empresas. Esto se traduce en un plan de negocio que abarca tres áreas clave de la estrategia para hacer frente a grandes volúmenes de datos: el análisis predictivo, una plataforma en la nube para el análisis, y la seguridad.

Por otro lado, en cuanto a las energías renovables, la energía eólica es la más desarrollada y madura. Genera electricidad a través de la fuerza del viento, es decir mediante la utilización de energía cinética producida por los efectos de corrientes de aire. Se trata, de una fuente de energía limpia e inagotable, que reduce la emisión de gases invernadero y preserva del medioambiente. La reducción del consumo de energía, la búsqueda de nuevas fuentes de energía renovable, y el aumento de la eficiencia energética son importantes metas para garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y de esta forma fomentar el crecimiento económico.

Los grandes volúmenes de datos en movimiento cada vez más están siendo monitoreados y analizados en tiempo real para ayudar a lograr los objetivos de las propias empresas. Muchas de las cuales, están utilizando una serie de medidas para asegurarse de que tienen los recursos energéticos que necesitan ahora y en el futuro. Las fuentes no tradicionales de energía, como turbinas eólicas, granjas solares y energía de las olas, se están convirtiendo en opciones más realistas debido a la escasez de los combustibles fósiles.

Estas entidades están generando y almacenando su propia energía y necesitan una buena información en tiempo real para que coincida con la oferta a la demanda. En el caso de la energía eólica, utiliza el flujo de datos para crear predicciones acerca de la producción de energía. La empresa recoge datos de turbinas, temperatura, presión barométrica, humedad, precipitación, dirección del viento y velocidad. Posteriormente con ayuda de los datos que provienen de las estaciones meteorológicas de todo el mundo, se crea un modelo de flujo de viento para mejorar la comprensión de los patrones del viento y la turbulencia. Los análisis se utilizan para seleccionar los lugares para las turbinas de viento y reducir los costes.

Este tipo de energía es muy rentable debido a los siguientes criterios:

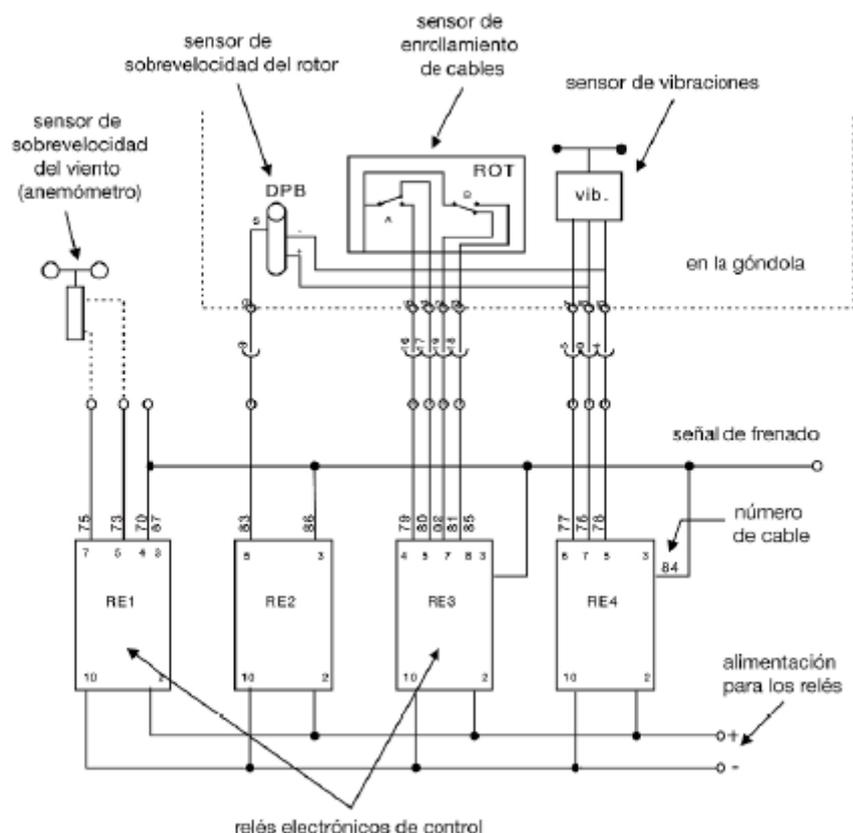
- Reducción de la contaminación y efecto sobre la salud.
- Reducción de la dependencia y seguridad de suministro.
- Fuente de energía inagotable.

En cuanto a la conexión de los aerogeneradores a la red hay que tener en cuenta multitud de variables para entregar la corriente eléctrica según los parámetros requeridos por la red de distribución eléctrica. Por esto se implementa un sistema muy detallado de control de los aerogeneradores conectados a red, de tal forma que cualquier anomalía que presenten pueda ser detectada y subsanada de la forma más rápida y menos crítica posible. La mayoría de los métodos o sistemas de control se basan en sensores y programas autómatas (SCADA) que registran en todo momento el estado del aerogenerador.

Así pues, la conexión a red se tiene que producir de manera suave para que el sistema de distribución no se vea alterado de forma peligrosa. De ahí el control exhaustivo de ciertas variables de los aerogeneradores, como la velocidad, ya que el momento de conexión se

debe realizar a una determinada velocidad para que no se embale el generador o no llegue a funcionar como motor.

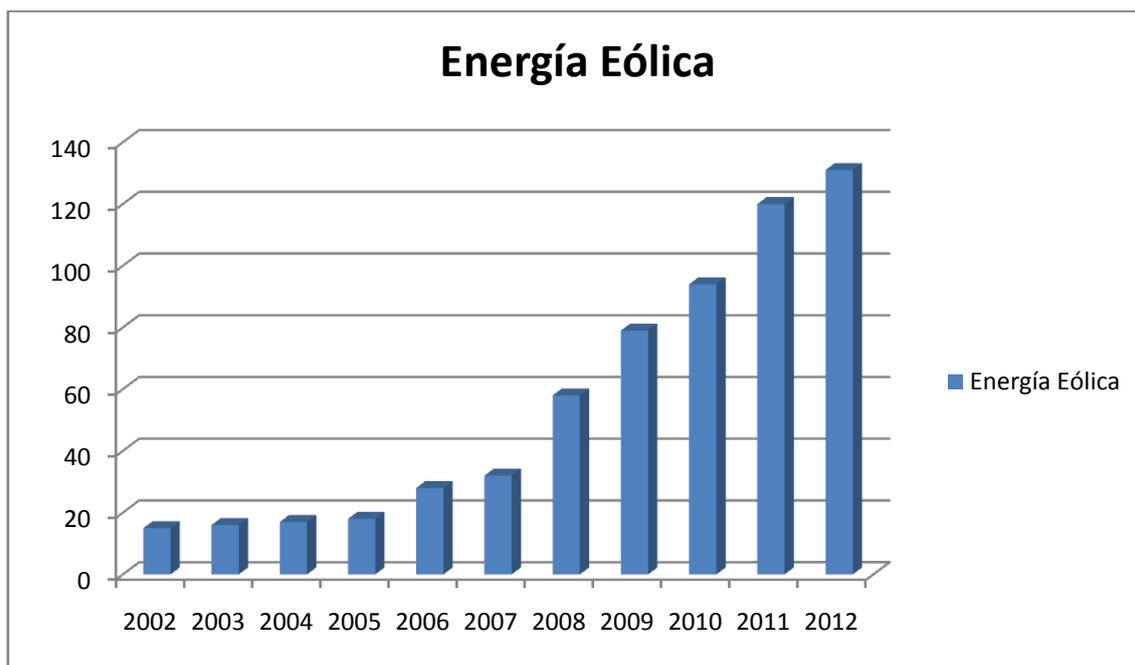
Figura 5: Circuito eléctrico correspondiente a los sensores



Fuente: Talayero Navales y Telmo Martínez, E. Energía eólica.

Otra novedad en este sector y la cual ha tenido un mayor impacto es el aumento del tamaño de las turbinas eólicas y hacer la torre más alta, permitiendo, de esta forma, capturar más viento, especialmente a bajas velocidades. Pero fabricar turbinas eólicas de mayor tamaño es cada vez más difícil, en parte porque sus dimensiones han aumentado tanto que las condiciones del viento en el punto más alto de barrido de las aspas pueden ser muy distintas a las del punto más bajo. Para compensar la diferencia, se ha tenido que desarrollar algoritmos de control que respondan a la información recogida por varios sensores durante el giro de las aspas. Esto ha ayudado a la compañía a pasar de un rotor eólico de 100 metros de diámetro a uno de 120 metros.

Gráfico 1: Evolución de la energía eólica y sus MW/h consumidos



Fuente: Elaboración propia

3.2 Barreras para la implantación del Big Data en el sector.

El sector eléctrico necesita mejorar en muchos aspectos, uno de ellos sería un problema interno de la propia compañía y es la recogida de los datos y el procesamiento de los mismos. En muchos casos, carecen de todos los datos registrados por los contadores, dificultando de esta forma la tarea de procesamiento de los datos y de análisis de los mismos. Esto se traduce a errores administrativos por parte de la compañía.

También sería necesaria una reforma normativa y legal en el Sector Eléctrico, sobre todo el uso de contadores permitirían mejorar la integración de las energías renovables para los usuarios finales que dispongan de paneles solares, permitiendo además de generara su propia electricidad, un control de la misma mediante el registro de los datos, así como la visualización de la energía generada durante los picos de consumo.

El negocio de las compañías eléctricas es vender energía y hay una relación directa entre la energía que venden y sus beneficios. Por lo tanto, es difícil que una compañía decida fomentar la reducción de los consumos de los clientes e integrar de esta forma, los contadores inteligentes. Este inconveniente debe de ir acompañado de nuevas políticas que incentiven la eficiencia y regeneración de las infraestructuras existentes de manera que tanto la compañía como el usuario final o consumidor salgan beneficiados.

Otra barrera sería el coste de la energía, además del propio coste de las materias primas, la amenaza que supone la dependencia de los suministradores, subida de precios o restricciones en los suministros pueden hacer no viables estrategias y proyectos relacionados con el uso del Big data.

Otro inconveniente añadido a los anteriormente mencionados, es que la implementación de sistemas automáticos inteligentes puede hacer que las eléctricas tengan un conocimiento en tiempo real de toda la red permitiendo una rápida reacción, la detección previa de problemas potenciales y la minimización del impacto de un fallo. Pero el problema adicional es que si no se ataja rápidamente el fallo producido por la cantidad de datos a tratar, puede provocar un fallo en cascada debido a la congestión y sobrecargas que se producen. Impidiendo el buen uso del Big Data.

Por último, es preciso una gran inversión inicial en nuevas infraestructuras (sensores, sistemas más inteligentes, procesadores más potentes y rápidos) harán que muchas compañías se replanteen su implantación.

Muy distinto es el caso que se les plantea hoy en día a las energías renovables, concretamente en el sector eólico:

La naturaleza de la energía eólica es intermitente, es decir, que el suministro eléctrico en esta clase de sectores es variable, por este motivo es muy recomendable a la hora de la instalación de un parque eólico escoger un sitio adecuado, con unas condiciones excelentes para un mayor rendimiento y una mayor productividad.

Otra barrera que se les plantea a este tipo de sector es la mejora de la calidad de potencia en este de energía, es decir, que no produzca perturbaciones peligrosas, de tal modo que se vea afectada toda la red, llegando a producirse grandes caídas de tensión, que muchas máquinas no soportan, y produciéndose cortes de suministro eléctrico. Para ello, cada país ha estandarizado su propia red de distribución, exigiendo así determinados requisitos a la hora de la producción eléctrica. Por lo tanto, los aerogeneradores no pueden volcar a la red cualquier forma de corriente eléctrica, sus parámetros deben cumplir ciertos requisitos específicos.

Como he indicado anteriormente, la existencia de sistemas de control hacen posible conexiones a red seguras, así como las propias técnicas de control de los aerogeneradores.

Algunos de los factores que afectan a los aerogeneradores a la hora de conexión a red son por ejemplo: variaciones de tensión y amplitud que vienen dadas con el consumo de potencia activa y reactiva de los propios aerogeneradores, la existencia de corrientes de cortocircuito, la introducción de armónicos por los sistemas electrónicos y demás aspectos eléctricos.

Por lo tanto, en el punto de conexión hay que tener en cuenta, especialmente:

- Potencia de cortocircuito.
- Reactancia de cortocircuito.
- Resistencia de cortocircuito.

Uno de los puntos importantes en el suministro de corriente eléctrica es la continuidad de la misma, por eso se está haciendo tanto hincapié en la problemática de los llamados huecos de tensión, esto se traduce en una reducción brusca de la tensión en una fase y posterior la recuperación de la misma en milisegundos.

Por ejemplo, en España, si un parque eólico se ve afectado en un momento dado por un hueco de tensión o falta de tensión en su punto de conexión, ya no se desconectan seguidamente los aerogeneradores si no posee dicha falta una profundidad del 15%, ya que actualmente si se desconectaran para cada detección de falta de tensión se perdería mucha energía eólica con la cantidad de producción existente.

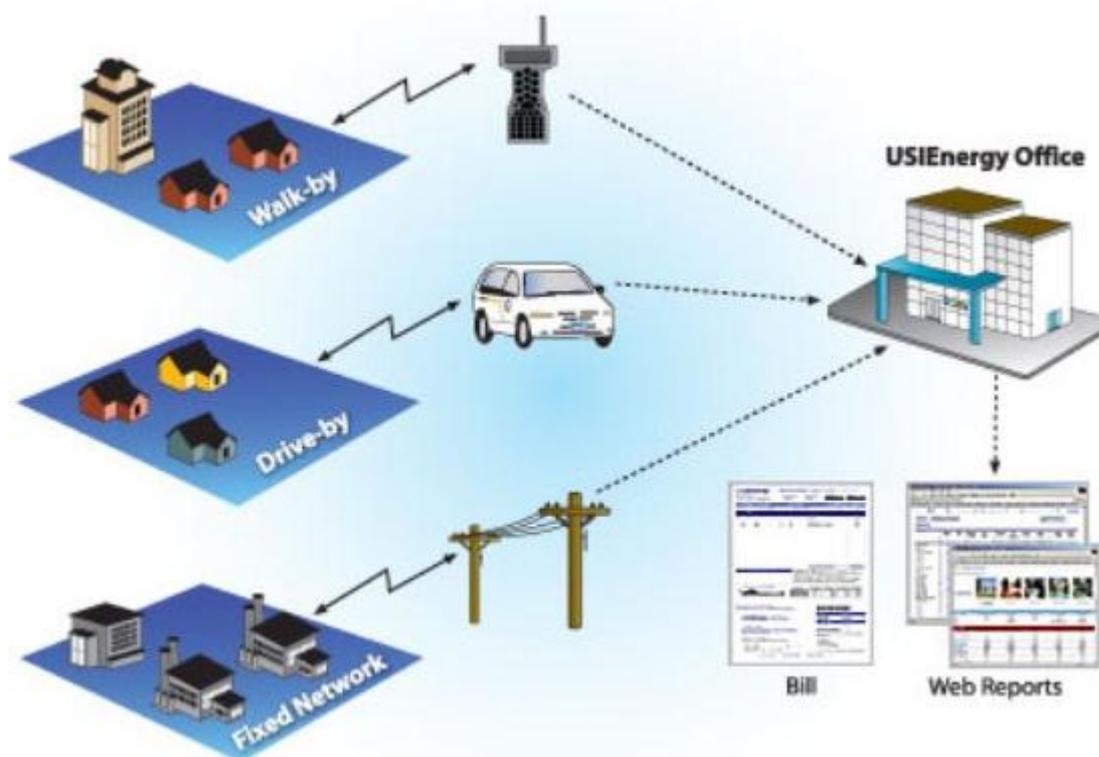
3.3 Uso y aplicaciones del Big Data en el Sector Eléctrico.

3.3.1 Smart Metering.

En el campo de la electricidad como cualquier otro campo está sujeto a los cambios tecnológicos y a las innovaciones que en las mismas suceden. El sector de distribución de energía se está moviendo rápidamente hacia la adopción de la tecnología de redes inteligentes y de esta forma, se producen cambios importantes, el más reciente en este sector es la introducción del Smart Metering, que a diferencia del contador analógico, este proporciona un mayor control de la cantidad de la energía consumida tanto por parte del cliente como de la compañía suministradora, con esto se pretende conseguir un consumo inteligente por parte del consumidor y un mayor ahorro energético.

El AMR (Automatic Meter Reading), permite medir la energía acumulada, registrando la medida de energía total mensual o por intervalos de tiempo predefinidos. Permite al usuario acceder de forma remota a los datos a través de la capa de comunicación. Como consecuencia, las compañías eléctricas han desarrollado diferentes arquitecturas para acceder a la lectura de los contadores.

Figura 6: Sistema de lectura AMR



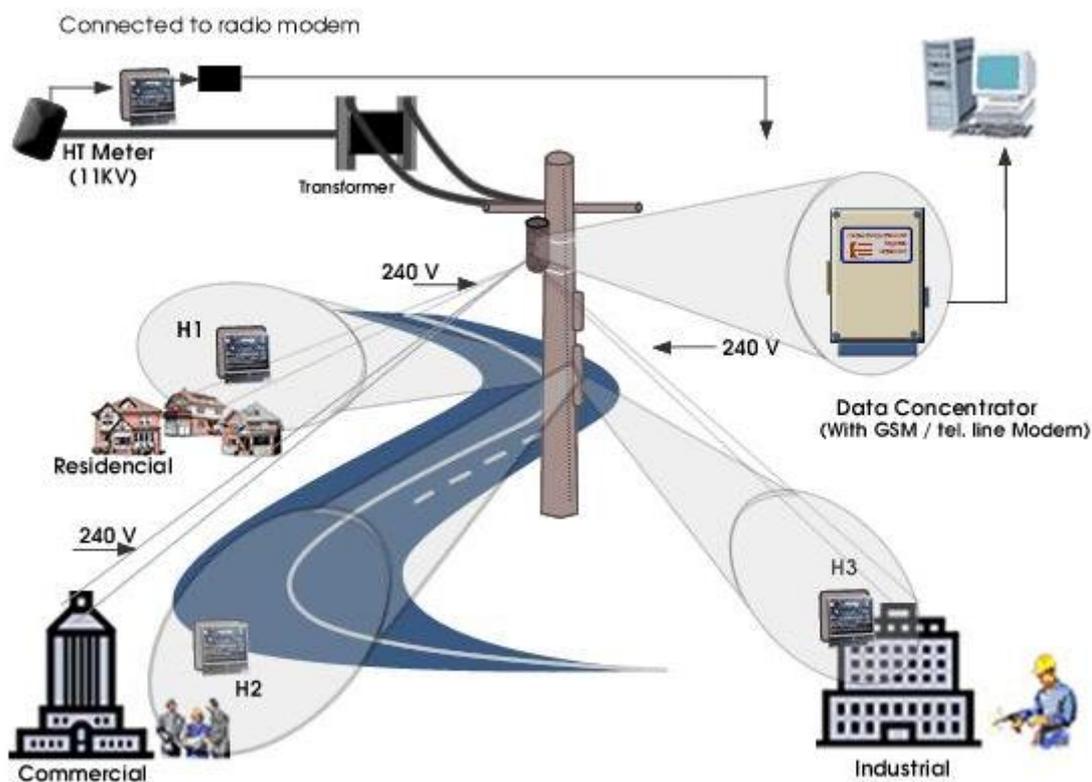
Fuente: Kamstrup- metering solutions

Otra arquitectura muy utilizada y que actualmente se usa con más frecuencia, consiste en concentrar varias medidas de diferentes viviendas en un dispositivo, llamado concentrador, y capacitar a este de comunicación inalámbrica para que transmita todos los datos a la compañía correspondiente.

Los equipos programables de medida son de tipo electrónico: Advanced Meter Infrastructure (AMI), pueden considerarse una ampliación de los AMR, permiten la lectura del consumo de la energía acumulada o de la potencia instantánea, admitiendo opciones de precios diferenciados por tipo de medida y registros de la demanda.

El último avance es el Smart Meters, proporcionado mediante el centro de gestión la información y el control de los parámetros de calidad y de programación del servicio junto con la actualización del software de medición de forma telemática.

Figura 7: Smart Meters



Fuente: Página web: Afinidad eléctrica

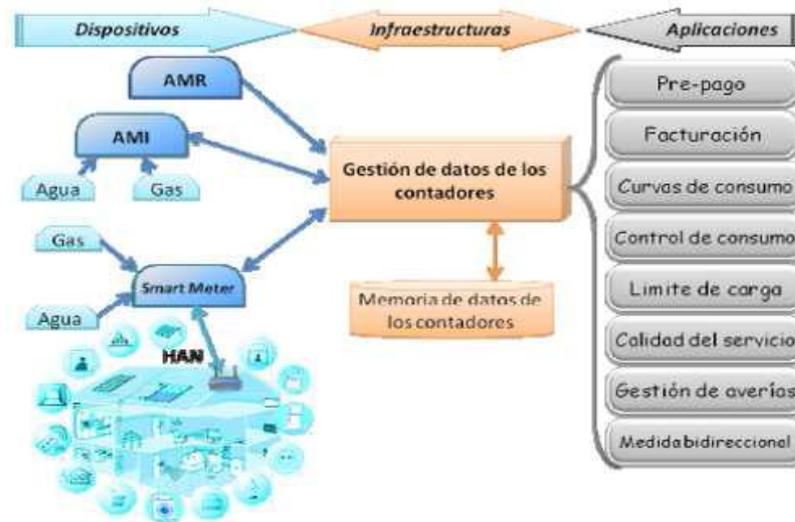
En ocasiones, los sistemas AMR se sustituyen por AMI (Advanced Metering Infrastructure). Los sistemas de medida AMI se implementan mediante el uso de tecnologías como satélites y equipos de radio. En la actualidad, la radiofrecuencia y PLC (Power Line Carrier) son los sistemas de comunicación que destacan sobre el resto. La mayor ventaja de los sistemas PLC es que las compañías eléctricas ya no tienen que depender de un proveedor de telecomunicaciones externo.

El Smart Meter es un AMI que incluye como mínimo los siguientes suplementos, control de energía mediante ICP programable que establece el límite de consumo, un puerto HAN (Home Area Network) y servicios de tarificación bajo demanda. La estructura general mantiene los tres elementos principales como son el sistema de medida, la memoria y el dispositivo de información principal, que hasta ahora solo era el sistema de comunicaciones. Para ampliar sus capacidades operativas se le añaden los elementos complementarios siguientes:

- Sistemas de alimentación.

- Procesador de cálculo.
- Procesador de comunicaciones.
- Dispositivo de accionamiento o control.

Figura 8: Dispositivos y aplicaciones en la Red



Fuente: El concepto de Smart Metering en el nuevo escenario de distribución eléctrica. Francisco Casellas.

Sin embargo, al ser una tecnología reciente aparecen algunos problemas, los cuales se enfrentan las compañías eléctricas, uno de ellos es el monitoreo sin ninguna clase de interpretación y sin una obtención de información concluyente. Otro problema, sería las pérdidas técnicas y no técnicas, tanto producidas por errores administrativos a la hora de facturar por parte de la compañía, como las pérdidas producidas por parte del consumidor debido a la manipulación del contador. Esta última, era una técnica frecuente en los contadores analógicos, este dispositivo era fácilmente manipulable, existiendo varios tipos de trapeo, los más conocidos eran: puentear la fase de corriente (puentea con un cable la entrada de corriente al fusible a la salida del contador y se retira el fusible), usando imanes (el imán interfiere en el flujo de corriente alterando la velocidad de rotación del disco), aflojar el contador de la pared, eliminación del fusible a la entrada del contador, agujerear el contador, etc.

Figura 9: Manipulación del contador analógico: aflojándolo de la pared y agujereando el contador.



Fuente: Utility theft and efforts at prevention: the united Energy Distribution company's experience

Esta práctica era muy habitual hasta que aparecieron los contadores inteligentes o Smart Metering, estos cuentan con un microprocesador que calcula la cantidad de energía consumida y lo muestra en una pantalla LCD, como el que se muestra en la siguiente figura:

Figura 10: Contador electrónico digital



Fuente: Endesa.

Estos dispositivos están dotados de varias protecciones contra las pérdidas no técnicas, como por ejemplo el microcontrolador, sensores que detectan los campos magnéticos (la tensión recibida por el microcontrolador no variará, si no saltará el dispositivo de seguridad led), cortocircuito en la bobina de fase, corrientes inversas de corriente eléctrica, desconexión del neutro de la línea, protección contra campos magnéticos, etc. Pero si existen métodos de posible manipulación que si podrían provocar pérdidas a este medidor, un ejemplo de esto sería la manipulación manual como puentear la fase de corriente y la otra manera es atacar al contador vía software con un programa llamado Termineter, que es un Software de código libre, codificado en el lenguaje Python, que permite conectarse a los medidores de electricidad digitales a través de su puerto infrarrojo,

donde los usuarios visualizan los consumos, de momento, no han llegado a manipular las cifras de consumo, solo permite visualizarlo, pero es un primer paso y no el último.

3.3.2 Empresas de energía renovable.

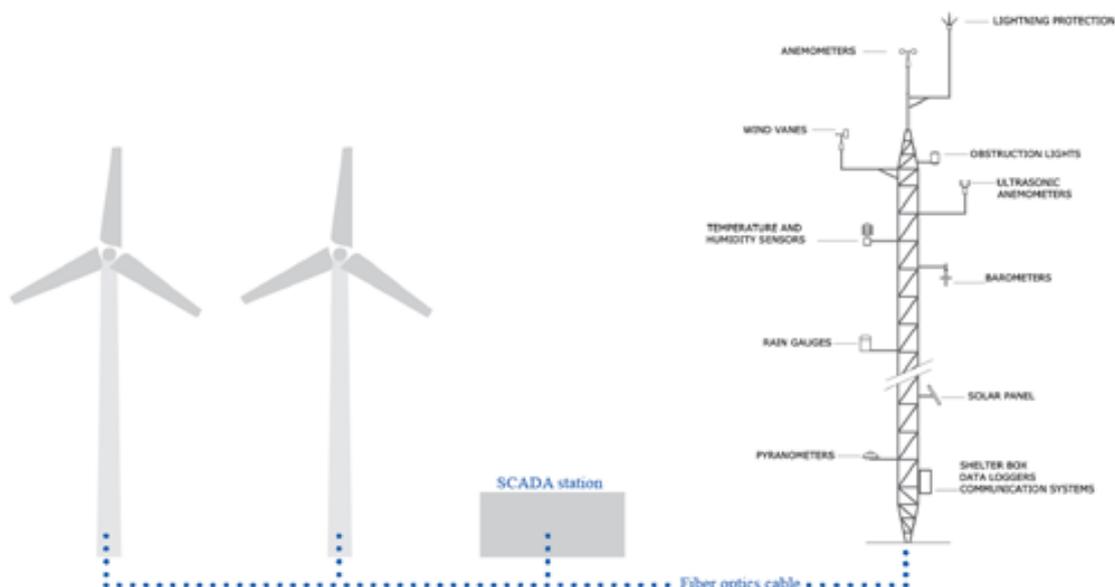
3.2.2.1 Energía eólica.

Debido a la notable evolución de las tecnologías. Empresas de energía renovables como IBM se han adentrado en el mundo de la innovación en este sector. La idea a desarrollar es la siguiente: se procederá a la colocación de un software de Big Data para mejorar la colocación de las turbinas de viento para que la producción de la energía sea lo más óptima posible.

Este software almacenará datos en el SCADA, el cual monitoriza, controla el rendimiento de las turbinas y está compuesto por los siguientes componentes:

- Viento del servidor central - aplicación de servidor para el funcionamiento y la gestión de plantas de energía eólica, incluyendo la interfaz de comunicación a distancia.
- Cliente de negocios - aplicación cliente con interfaz de operador.
- Red de comunicación - cables de fibra óptica y los interruptores de conexión al servidor para las turbinas.

Figura 11: Esquema del SCADA en un parque eólico



Fuente: Talayero Navales y Telmo Martínez, E. Energía eólica.

Los informes recogidos sobre el tiempo meteorológico son: las fases de la mar, imágenes de satélites, datos de sensores, mapas de deforestación y usarán lo llamado modelo numérico de predicción meteorológica, el cual hace referencia a sistemas que usan datos meteorológicos actuales para alimentar complejos modelos físico-matemáticos (ecuaciones matemáticas de la física y dinámica de la atmósfera) para predecir la evolución meteorológica. Las soluciones obtenidas son aproximadas, debido exclusivamente al caso en concreto de estudio, algunos modelos globales emplean métodos espectrales para dimensiones horizontales y métodos de diferencias finitas para el plano vertical, mientras que los modelos regionales y otros globales suelen utilizar métodos de diferencias finitas para las tres dimensiones.

Los modelos parten de datos obtenidos en radio sondeos, satélites meteorológicos y observaciones meteorológicas en tierra. Estas últimas están distribuidas de forma irregular procesándose por asimilación de datos y métodos de análisis objetivos que realizan un control de calidad y obtienen valores utilizables por los algoritmos matemáticos de los modelos numéricos. A continuación estos datos se usan en el modelo como punto de partida para la previsión. El conjunto de estas ecuaciones se conocen como ecuaciones primitivas.

Los cálculos realizados con estas ecuaciones comienzan utilizando los datos meteorológicos disponibles y determinan los ritmos de cambio de las distintas variables atmosféricas. Los ritmos de cambio permiten predecir el estado de la atmósfera dentro de un breve lapso de tiempo en el futuro. A continuación se aplican las ecuaciones a este nuevo estado de la atmósfera para calcular nuevos ritmos de cambio, y estos nuevos ritmos de cambio predicen el estado de la atmósfera a un tiempo más distante aún en el futuro. Este procedimiento de avance mediante pequeños incrementos en el tiempo se repite en forma continua hasta que la solución alcance el momento para el cual se desea obtener la predicción.

El análisis de los datos solían durar semanas, ahora se realizan en menos de una hora. Las empresas de energía renovables están interesadas en ofrecer a sus clientes la posibilidad de que ellos mismos puedan visualizar esos datos y poner en conocimiento la rentabilidad de su instalación antes de su montaje y al mismo tiempo recibir informes como vista de producción en línea, vista de diseño de la planta, vista de sucesos, informes de producción, informes estadísticos y notificaciones de eventos.

Los objetivos que persiguen las empresas son los siguientes:

- Identificar nuevos mercados para la energía eólica analizando los datos recogidos.
- Ayudar a la toma de decisiones.
- Ayudar a los clientes en el proceso de selección del emplazamiento.
- Una vez instalados los aerogeneradores predecir su rendimiento, analizan las palas del aerogenerador para visualizar como estas reaccionan a los cambios climáticos y determinar el mejor momento para programar el mantenimiento.

Los principales factores a la hora de la colocación de la turbina adecuada incluye la turbulencia del viento y dirección, el espacio y por último las consideraciones estéticas.

Por último mencionar los informes sobre estudios meteorológicos que la Asociación Americana ha realizado, los cuales muestran un aumento del 20% en 2030 de la capacidad de la energía eólica, se reducirá las emisiones de gases del efecto invernadero en 7.600 millones de toneladas de CO₂, reducción del consumo de agua en el sector eléctrico.

3.4 Tecnologías que ayudan a la gestión del Big Data en las empresas.

Existen diversas opciones sobre la arquitectura utilizada para la creación de patrones en el uso del Big Data. En este caso, me centraré en dos únicos casos, Hadoop y R-Project, que debido a una serie de características, que posteriormente iré analizando, son los más apropiados en el Sector Eléctrico.

La arquitectura es esencial a la hora de analizar y crear patrones y son los impulsores de los negocios para el procesamiento y análisis de grandes datos estando presentes en todos los sectores y que pronto será esencial en la prestación de nuevos servicios y en el análisis del proceso.

Una vez escogida la arquitectura a seguir, exploraremos tres casos de uso o pasos previos para su buen uso:

1. Análisis de fuentes y exploración de datos inicial:

Algunas de las áreas potenciales de investigación incluyen los registros web y foros, donde los usuarios aportan sus opiniones respecto a posibles manipulaciones del contador y formas de fomentar las pérdidas eléctricas sin ser descubiertos. Además de toda esta información recogida, es recomendable por parte de la empresa realizar un análisis exhaustivo de los nuevos tipos de hurto, y hacer un estudio de los consumos registrados por parte de sus contadores. Todo este proceso, es beneficioso para entender estos tipos de patrones seguidos por parte del consumidor. La empresa tiene que determinar el valor de estos datos, analizándolos y haciendo un seguimiento de los mismos, antes de hacer una inversión importante en un determinado proyecto.

2. Detección de los datos y procesamiento de los mismos:

En este punto las empresas desempeñan un papel fundamental, puesto que se procede al procesamiento de los datos, que será el paso previo a la creación de patrones. Pero en este punto las empresas se encuentran con varios desafíos, por ejemplo, poseer una buena base de datos para el análisis del mismo y procesamiento de la información procedente de los foros, anteriormente nombrados o recopilando información de distintas páginas web sobre artículos o documentación sobre pérdidas eléctricas y los avances en el sector eléctrico en este campo (uso de Redes Inteligentes). Otro inconveniente, al cual se enfrentan las empresas es el tipo de formato de los datos, puesto que se recogen de multitud de fuentes, se ve dificultado el proceso automático de los mismos.

Una vez solventado estos problemas, las Empresas Eléctricas pueden obtener mucha información sobre los consumidores, aunque para ellos se requiere de un alto nivel de experiencia para procesar toda esta información recogida (artículos, registros de datos, etc) y gran esfuerzo para ordenarla y procesarla de forma adecuada. Además, actualmente, cuentan con una ayuda adicional, el llamado contador inteligente, los cuales identifican directamente anomalías en los mismos.

3. Creación de patrones:

Con los datos ya procesados, determinar las tendencias e identificar patrones, para este proceso se utilizarán herramientas de modelado de patrones y el análisis masivo de

datos recogidos de los contadores electrónicos para detectar de esta forma, conexiones fraudulentas en la red. De esta forma, las Compañías eléctricas reducirán las pérdidas económicas.

3.4.1 Hadoop.

Es una infraestructura digital de desarrollo creada en código abierto bajo licencia Apache y fue pionero en una forma fundamentalmente nueva de almacenamiento y procesamiento de datos. Más concretamente, es un framework multiplataforma de software que soporta aplicaciones distribuidas bajo una licencia libre. Se trata de una multiplataforma implementada en Java que permite trabajar con miles de nodos y volúmenes de datos del orden de petabytes. Está inspirado en el paradigma MapReduce de Google, implementado por Yahoo y Cloudera proporciona la distribución más extendida y fiable de Hadoop.

Una característica de este Framework es que permite distribuir el procesamiento en paralelo de grandes cantidades de datos a través de servidores de bajo coste, tanto para almacenar como proceso de los datos, llegando al punto de poder ampliarlo sin límites. Permitted desarrollar tareas muy intensivas de computación masiva, dividiéndolas en pequeñas piezas y distribuyéndolas en un conjunto total: análisis de peta bytes de datos

Hadoop puede manejar todos los tipos de datos de sistemas dispares: estructurada, no estructurada, archivos de registro, imágenes, archivos de audio, los registros de las comunicaciones, el correo electrónico casi cualquier cosa que se pueda imaginar, con independencia de su formato nativo.

Al hacer que todos los datos utilizables, no sólo lo que está en sus bases de datos, Hadoop permite ver las relaciones que antes estaban ocultas y revelar respuestas que siempre han estado fuera de su alcance.

La mejor práctica a seguir en el caso de las compañías eléctricas, sería la de Big Data Analytics, es el proceso de examinar grandes cantidades de datos de una variedad de tipos (Big Data) para descubrir patrones de consumo por parte de los clientes de la compañía eléctrica, correlaciones y otra información útil para evitar pérdidas económicas por parte de la empresa. Dicha información puede proporcionar ventajas competitivas a través de organizaciones rivales y dar lugar a beneficios para el negocio, tales como la comercialización más eficaz y mayores ingresos.

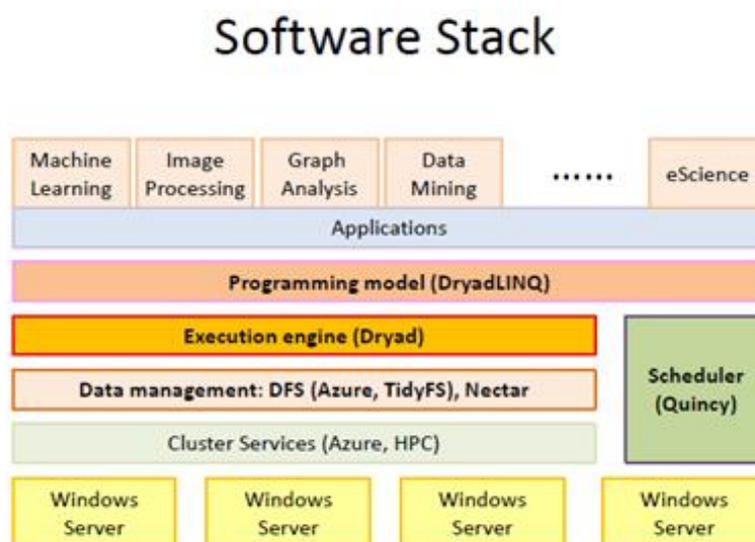
El objetivo principal del análisis de grandes volúmenes de datos es ayudar a las empresas a tomar mejores decisiones de negocio analizando grandes volúmenes de datos de transacción, así como otras fuentes de datos que pueden quedar sin explotar por la inteligencia de negocio convencional.

Pero existe varios inconvenientes con la utilización de Hadoop en las empresas, el primer punto a tener en cuenta es que es una implementación en Java del MapReduce, el cual es un paradigma para el procesamiento masivo de datos propuesto por Google. Su forma de programar llega, dependiendo del caso, a ser de fácil manejo, sobre todo por la necesidad de saber cómo paralelizar adecuadamente las tareas, y en algunos casos, definir formatos de entrada propios para cargar los datos y ser procesados.

Por un lado, existen herramientas implementadas sobre Hadoop que facilitan su uso. Entre las más conocidas están Hive y Pig. El primero lo podríamos definir como una herramienta que permite consultar, almacenar y procesar datos mediante un lenguaje de consultas parecido al SQL denominado Hive QL. Su uso está orientado a realizar Data Warehousing para información de empresas. Por otro lado, se encontraría Pig, que es otra herramienta implementada sobre Hadoop que proporciona un lenguaje de alto nivel de flujo de datos, para fácilmente procesar grandes fuentes de información. Esta herramienta administra los procesos MapReduce necesarios para completar la tarea de consulta.

Por último un peligro potencial que pueden tropezar las grandes empresas es la falta de habilidades de análisis internos de datos y el alto coste para contratar a profesionales con experiencia analítica, además de los desafíos en la integración de sistemas de Hadoop.

Figura 12 :Stack Hadoop



Fuente: Gigaom

3.4.2 R-Project.

R- Project es la opción apropiada para analizar tanto los datos de las compañías privadas, así como los datos capturados de fuentes públicas. Y, por último, la carga de los resultados de MapReduce en un entorno apropiado, permite una mayor exploración de datos y correlación de de los mismos. Con esta nueva herramienta, la empresa está en condiciones de tratar el almacenamiento, la recuperación, el modelado y procesamiento de forma satisfactoria.

Es un sofisticado paquete de software estadístico, fácil de instalar y de código abierto, es decir, que se puede visualizar el código fuente. El software de código cerrado suele tener licencias muy restrictivas asociadas a él, con el objetivo de limitar la libertad de usarlo. Soporta GNU / Linux, Mac / OS X y Microsoft Windows.

La Herramientas para la minería de datos es el Rattle, se basa en el lenguaje estadístico R, siendo fácil de usar, fácil de implementar, permitiendo trabajar con rapidez a través del procesamiento de datos, modelado, y fases de evaluación de un proyecto de minería de datos. Por otra parte, R proporciona un lenguaje muy poderoso para un buen desempeño de minería de datos, más allá de las limitaciones que están incorporadas en cualquier interfaz gráfica de usuario. Rattle posee la característica de poder guardar el estado

actual de una tarea del propio proyecto, pudiéndola cargar posteriormente o compartirla con otros usuarios. Resumiendo, los proyectos pueden ser cargados, modificados y guardados, lo que permite poder realizar comprobaciones.

Otra característica a destacar es que un usuario de Rattle no tiene por qué aprender R, el propio Rattle expone todo el código R subyacente para permitir que se despliegue directamente en R consola, así como guardar en R, los guiones para futuras consultas.

Los pasos a seguir para realizar y visualizar estas consultas se puede resumir en los siguientes pasos:

- Cargar un conjunto de datos.
- Seleccione las variables y entidades para la exploración.
- Explorar los datos para entender cómo se distribuye.
- Transformar los datos para satisfacer nuestros objetivos.
- Construir nuestros propios modelos.
- Evaluar los modelos en otros conjuntos de datos.
- Exportar los modelos.

3.4.2.1 Ventajas de utilizar R y Rattle

- Son de software libre y de código abierto, lo que permite que cualquier usuario pueda utilizarlo y lo más importante modificar.
- R es el paquete de análisis estadístico más completo que actualmente esta disponible.
- Incorpora todas las pruebas estadísticas estándar, modelos y análisis, así como proporciona un lenguaje integral para la gestión de y manipulación de datos.
- R es un lenguaje de programación y es el medio perfecto para el desarrollo de análisis estadístico.
- R ahora es mantenido por un equipo de unos 19 desarrolladores.
- Las capacidades gráficas de R son excepcionales, proporcionando un completo lenguaje gráfico programable que supera la mayoría de las veces, otros estadísticos y paquetes gráficos.
- R no tiene restricciones de licencia, teniendo la posibilidad de ejecutarlo en cualquier lugar y en cualquier momento.
- R cuenta con más de 4800 paquetes disponibles en múltiples repositorios especializados en temas como la econometría, la minería, el análisis espacial de datos e informática.

- R es multiplataforma, es decir, se ejecuta en muchos sistemas operativos, popularmente se utiliza en GNU / Linux, Macintosh y Microsoft Windows que se ejecuta en versiones de 32 y 64 bits.
- R trabaja bien con muchas otras herramientas, concretamente con la importación de datos, por ejemplo, desde CSV, SAS y SPSS, o directamente desde Microsoft Excel, Microsoft Access, Oracle, MySQL y SQLite. También puede producir gráficos de salida en PDF, JPG, PNG, SVG y formatos como LaTeX y HTML.
- R tiene un grupo de usuarios activos, a los cuales, se les pueden consultar dudas.
- Existen tutoriales de R y libros especializados para una mejor comprensión del mismo.

4. Metodología.

En este apartado recogeremos los pasos a seguir por las diferentes compañías y los resultados obtenidos por las mismas.

Como primer paso, se ha realizado un estado del arte de toda la información relevante relacionada con la red eléctrica (el sector eléctrico actual, las barreras para la implantación del Big Data en el sector, sus usos y aplicaciones, tecnologías que ayudan a su gestión en las empresas), su problemática y la justificación del uso de las redes inteligentes.

A partir de esa información se ha detectado las tecnologías clave de diferentes compañías y su implicación en el desarrollo de las redes inteligentes. El paso siguiente ha sido realizar un estudio de estas tecnologías, buscando información de las mismas y detallando los principales aspectos técnicos. Buscándose de este modo, ejemplos de pruebas piloto existentes así como un estudio de las plataformas tecnológicas y de los principales proyectos que han desarrollado.

5 Desarrollo de la investigación.

5.1 IBM:

IBM participa en el desarrollo, fabricación, venta y mantenimiento de tecnología eólica que utiliza la energía del viento para generar electricidad.

La descripción del negocio es el siguiente incluye turbinas eólicas en tierra y en el mar capaces de generar entre 850 kilovatios y 3 megavatios, así como el control y supervisión de productos de adquisición de datos (SCADA), suministrando una amplia gama

de funciones de vigilancia y control, permitiendo que las plantas de energía eólica de ser supervisado remotamente. La empresa está en funcionamiento a nivel internacional a través de una red de filiales.

Inicialmente la empresa entregó 4.764 megavatios en 2009 y 5.842 megavatios en 2010. Obteniendo los siguientes ingresos:

Tabla 4: Ingresos obtenidos por el uso del Smart Grid

Geografía	Ingresos(Euro)	% Ingresos Totales
Europa y África	4162	60
América	1626	23
Asia y El Pacífico	1132	16
Total	6920	100

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 IBM DeepThunder

Predice y analiza los datos meteorológicos con precisión y antelación, es decir, a corto plazo y de una manera muy localizada. Un ejemplo de estos datos, sería la situación geográfica de una inundación y la caída de una línea eléctrica debido a fuertes vientos.

Sin embargo, existe un problema la recopilación de datos para impulsar modelos de precisión de la previsión del tiempo, porque no existe manera física de recoger o procesar un gran volumen de datos recogidos de los sensores.

Una posible solución a este problema sería cubrir la ciudad con sensores meteorológicos, pero pocas ciudades cuentan con la infraestructura de TI para manejar este tipo de tecnología e incluso los sensores no serían capaces de proporcionar información sobre las condiciones en las zonas.

Para superar este inconveniente, se ha desarrollado una herramienta basado en modelos acoplados, donde se utilizan los datos del modelo delinsumo, datos históricos y

otras fuentes de datos, como fuentes privadas, que se utilizan para validar los resultados y afinar sus previsiones

Esta herramienta será imprescindible para los gobiernos locales, las empresas de servicios públicos y organizaciones que dependen de un clima determinado para su rendimiento. Además, estos datos pueden ser utilizados en el campo de toma de decisiones.

Utilizando los datos de la hora y la ubicación de pronóstico, el personal de mantenimiento puede planificar su trabajo en base a las condiciones en diferentes sitios, evitando paros debido a las condiciones meteorológicas localizadas.

5.1.2 IBM WebSphere ILOG software.

La labor que tiene este tipo de software es la de ayudar a la organización a responder dinámicamente al contexto empresarial global al tiempo que acelera la recuperación e incrementa la recuperación de la inversión.

También proporciona una infraestructura de servidor de aplicaciones idónea para construir, desplegar y gestionar aplicaciones y mejorar la eficacia mediante la automatización. Permitiendo una integración rápida y flexible, facilitando la conexión con clientes, socios y proveedores, además de ayudarlo a documentar, desplegar y optimizar constantemente sus procesos empresariales con objeto de implantar modelos ágiles y hacerse con la ventaja competitiva.

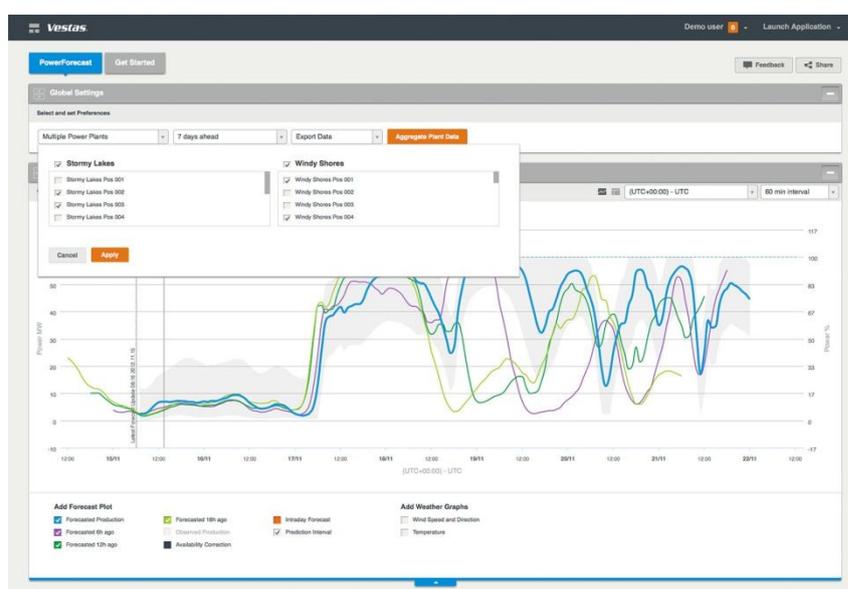
5.1.3 IBM VestasWindSystems.

Para protegerse de las fluctuaciones de carga y de los cortes imprevistos en los generadores, los operadores de sistema mantienen un cierto volumen de reserva rodante, es decir, generadores que están encendidos pero producen a niveles mínimos que pueden incrementar rápidamente la producción. Los generadores intermitentes necesitan más reservas rodantes, cuyo coste resta de los resultados económicos derivados de su uso.

Por esta razón, la empresa IBM ha desarrollado un software que ayuda a los servicios públicos, a las empresas de generación comercial y a los operadores de sistema a convertir la energía eólica intermitente en un recurso más predecible. Este software se caracteriza por su

capacidad para procesar la información proporcionada de los aerogeneradores, realizando un seguimiento y control de las turbinas individuales, grupos de turbinas y de toda la planta. Esta solución también incluye un pronóstico meteorológico a corto plazo, un software de análisis y tecnologías de campo.

Figura13: Pantalla principal de VestasWindSystems



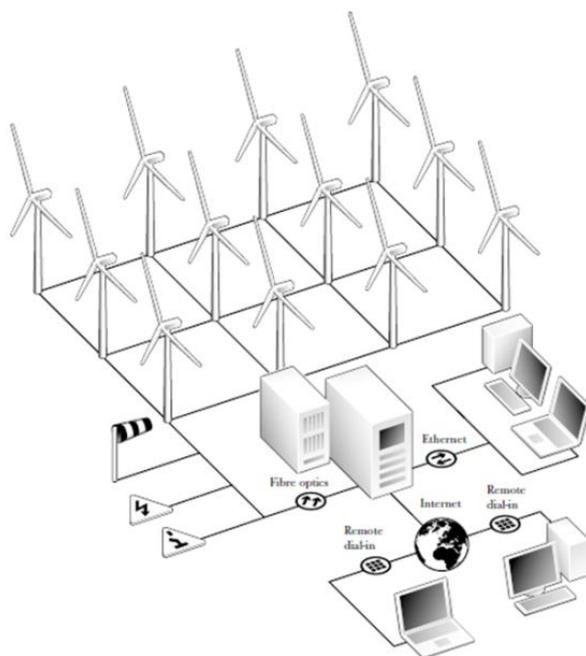
Fuente: Vestas Wind Systems

Pretendiendo, de esta forma conseguir que la energía eólica se convierta en una fuente estable de energía. Es decir, la red que absorbe la energía eólica debe ser capaz de reconocer los cambios inmediatos y rápidos que va a sufrir el viento mediante un pronóstico, un modelado y la capacidad de modificar otras fuentes y cargas de energía en el lugar y el momento adecuados, sin que ello afecte a los clientes. Los problemas de red relacionados con la adaptación de la energía intermitente son diferentes en los sistemas de distribución y de transmisión, pero una red inteligente es la clave para lograr ambos objetivos.

Está compuesto de un servidor central eléctrico, dedicado al almacenaje de todos los datos de las turbinas, la cual posteriormente es utilizada para crear informes.

El servidor central a su vez alimenta al servidor al lado del cliente, es el interfaz a través del cual los usuarios visualizan los datos del funcionamiento de la planta.

Figura 14: Esquema de funcionamiento de un parque eólico



Fuente: Talayero Navales y Telmo Martínez, E. Energía eólica.

Existen varias modalidades de productos, que incluye:

Proyecto de planificación del viento: Plan para un proyecto fiable, con éxito, entregado a tiempo y dentro del presupuesto.

- Adquisiciones: ofrece una amplia cartera de productos para ofrecer las turbinas ideales para todos los sitios y condiciones.
- Construcción: coordinación con el cliente para el suministro, instalación y el equilibrio de la planta de energía eólica de acuerdo con el perfil específico del proyecto.
- Funcionamiento y mantenimiento: trabajo de colaboración con el cliente para controlar y mantener la planta de energía eólica en los más altos estándares.
- Power Plant Optimization: Utiliza un servicio predictivo y preventivo y técnicas de mantenimiento, para reducir el tiempo de inactividad y optimizar el rendimiento de los aerogeneradores.

El software también incluye un sistema que proporciona características esenciales como la regulación de la potencia activa, reactiva y control de tensión.

La regulación de la planta eólica se realiza a través de Vestas Online Power Plant un controlador independiente. El controlador de planta de energía tiene su propio equipo de monitorización de la red y es capaz de controlar el equipo de subestación y de las turbinas.

Dependiendo de la planta eólica necesitan un determinado tipo de SCADA, esa clasificación se basa en su tamaño, ubicación, tipos de turbinas y las características locales de red.

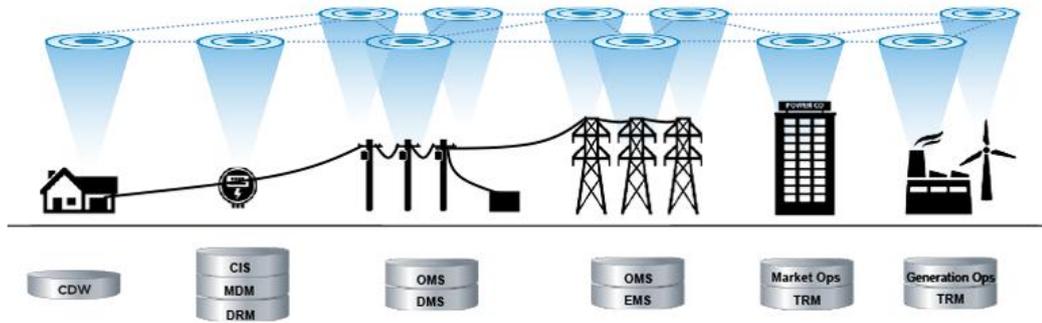
La configuración estándar VestasOnline Business consiste en:

- El servidor PowerPlant recoge continuamente datos de todos los equipos que componen la planta de energía eólica, y la almacena en una base de datos central. El servidor procesa los datos, mediante la generación de informes.
- Servidor al lado del cliente es el interfaz de usuario estándar, que se utiliza para ver los datos actuales e históricos de la planta de energía y controlar las turbinas individuales, grupos de turbinas o de toda la planta. Se conecta a la planta de energía del servidor a través de una red local, una red de área amplia o una conexión de acceso telefónico.
- La Red de Comunicación supervisa la comunicación entre el servidor, los clientes, las turbinas, subestaciones y de las otras unidades que componen la planta de energía eólica.

5.2 C3 Energy

Ofrece soluciones de redes inteligentes de análisis de SaaS que permite a empresas de servicios públicos realizar análisis de sus redes inteligentes. La plataforma C3 Energy Analytics tiene la capacidad de procesar datos dispares, aplicar análisis de varias capas y ofrecer portales para que los usuarios puedan interactuar con la plataforma.

Figura 15: Esquema de la plataforma C3 Energy.



Fuente: C3 Energy

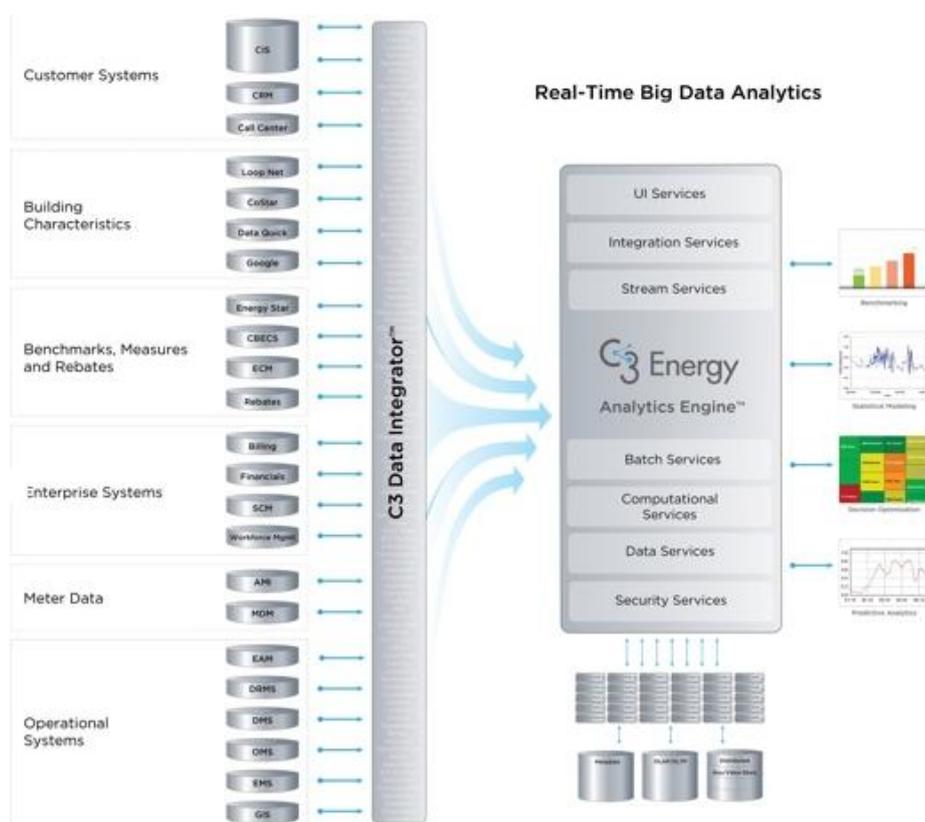
Los datos que se pueden visualizar son datos de uso de energía con parámetros de la industria, registros de clima, características del edificio, protocolos de sostenibilidad y otros datos externos para entender su uso de energía y de esa forma planificar medidas de ahorro.

Este software se centra en las siguientes funciones:

- Optimizar la utilización de activos y la eficiencia.
- La reducción de los costes operativos y de capital.
- Anticiparse y responder a las incidencias del sistema.
- Capacidad de generación y opciones de almacenamiento.
- Nuevos mercados, productos y servicios.

En cuanto al funcionamiento:

Figura 16: Funcionamiento del Big Data Analytics de C3 Energy



Fuente: C3 Energy

A la derecha se encuentran todas las fuentes de datos que está recogiendo C3 Data. Respecto a sus características podemos observar que almacena datos como CalStar (datos rápidos) y Google (datos de dirección específicos), así como los almacenes de datos de benchmarking como EnergyStar y CBECS, además de descuentos de servicios públicos y programas de fijación de precios. Los medidores inteligentes (AMI) o sistemas de gestión de datos del medidor (MDM) completan la información de energía.

En esta parte del proceso se encuentran todos los sistemas operativos de la empresa. Incluyendo sistemas de facturación de la empresa, gestión de relaciones con los clientes y los datos del centro de llamadas, plataformas de administración de personal, tarjetas de teléfono y el gas, y similares, así como los sistemas de energía especializados como la gestión de activos, la interrupción y la gestión de redes de distribución, los SIG y cartografía o control de la carga de la demanda y la gestión de recursos distribuidos, que vinculan a un lado las operaciones de servicios públicos.

Uno de los servicios que ofrece C3, C3 Asset and SystemRisk, es un mecanismo de red inteligente para mejorar la red de activos Gestión de Riesgos, permitiendo la evaluación en tiempo real del sistema de entrega de potencia.

Estos operadores de servicios públicos pueden identificar los activos en riesgo de fallo, por ejemplo, en subestaciones, en transformadores o líneas eléctricas, y de esta forma repararlos o reemplazarlos de forma preventiva. La capacidad de rastrear y monitorear este tipo de instalaciones en tiempo real, provoca una disminución en costes operativos, ayuda a prevenir interrupciones, y reduce al mínimo las inversiones de capital inesperados.

Otra función con la que cuenta este sistema es la calcular la probabilidad de riesgo desde la subestación al alimentador de distribución al contador del cliente. Esta escala de riesgo ayuda a los operadores de servicios públicos a identificar los componentes de la red de distribución de alto riesgo de pérdidas. Además este sistema crea órdenes de administración de personal para optimizar los programas de inspección y mantenimiento de los activos en riesgo, y permite un enfoque cuantitativo, en toda la empresa para evaluar el riesgo del sistema y la gestión de la fiabilidad del servicio.

Con este conocimiento por parte de las empresas, los servicios públicos pueden abordar de forma proactiva problemas de fiabilidad con los clientes. Este sistema es capaz de comunicarse de manera efectiva y concretamente con sus clientes, así como identificar las regiones con alto riesgo de pérdida eléctrica. Esto incluye las comunicaciones relativas a las interrupciones planificadas, los esfuerzos de restauración de interrupción, o los impactos positivos de las inversiones en la red de destino.

Utiliza una infraestructura de medición avanzada (AMI), ofreciendo servicios para adquirir nuevos conocimientos de los activos en la red y la calidad de la experiencia del cliente.

Proporcionando a los operadores de servicios públicos los análisis necesarios para sacar provecho a los datos de AMI y aumentar la eficiencia y la eficacia de sus sistemas de contadores inteligentes.

La funcionalidad incluye: la identificación de software / problemas de firmware en el contador, el diagnóstico de los problemas de comunicación física con el contador, y la racionalización de los procesos para resolver las órdenes de trabajo.

Los beneficios que se obtienen a través de estos operadores públicos es una mejora del operador y productividad de los trabajadores, el aumento de precisión de la facturación de los contadores inteligentes, el aumento de los ingresos, la reducción de costes, menor tiempo de inactividad, menos fallos del sistema y una mejora de la satisfacción del cliente.

Por último, mejora la respuesta de la demanda de destino y los esfuerzos de eficiencia energética hacia las áreas vulnerables.

5.3 Análisis de resultados.

El uso del Big Data proporcionará una serie de ventajas directas sobre las empresas y usuarios repercutiendo en el desarrollo tecnológico y del mercado energético, así como en la evolución de la red eléctrica inteligente.

Figura 17: Factores clave de la evolución de la red eléctrica inteligente



Fuente: Elaboración propia

Las empresas distribuidoras son las grandes beneficiarias, puesto que con el uso del Big Data podrán gestionar su energía de forma satisfactoria, monitorizando la energía, reduciendo así las pérdidas de energía y de esta forma controlar el gasto de las mismas. También mejorarán la eficiencia, debido al análisis de los patrones de consumo. Esto ayudará, a identificar las oportunidades que posibiliten la reducción del consumo. Por lo que permitirá ofrecer al consumidor un mejor servicio al cliente, mejorando las tarifas y pagos por uso.

De esta misma manera, los consumidores saldrán beneficiados, ya no solo en el modo de tarificación por parte de la compañía, sino que con el uso del Big Data se evitarán problemas en la facturación del cliente, se eliminarán los recibos estimados y los consumidores solo pagarán por lo que consumen, además se facilitará de forma activa la participación del usuario, que podrá visualizar sus consumos en tiempo real.

Por último, el uso del Big Data será trascendental en las energías renovables, puesto que ayudará a las labores de mantenimiento de los mismos, obteniendo un registro más exhaustivo en tiempo real. También se realizarán estudios para reducir el tiempo de inactividad de los aerogeneradores para conseguir un rendimiento más óptimo.

5 Conclusiones, limitaciones y futuras líneas de desarrollo.

La evolución de las nuevas tecnologías en el Sector Eléctrico creo que es una incursión positiva en todos los aspectos y una de las más importantes y de las cuales necesitaban renovarse y crear nuevos modelos que permitiesen un uso más eficiente de la energía acorde con los tiempos que corren.

La principal características que permite que el uso de las redes inteligentes sea más atractiva es que permite la distribución de la electricidad desde los proveedores hasta los consumidores, utilizando una tecnología capaz de ahorrar energía, reducir costes e incrementar la fiabilidad del mismo.

Pero para conseguir este objetivo, es necesario una serie de cambios, empezando con un reparto óptimo de la energía que implicaría una restauración del sistema actual para adaptarse a los nuevos tiempos. La solución pasa por implicar al usuario, que tiene un papel muy importante ya que se convierte en un elemento esencial dentro de la red inteligente. La idea es que en un futuro cortoplacista, las tarifas sean más dinámicas, variando su precio en

función de la demanda y siendo el usuario el conocedor de las mismas en tiempo real. Esto permitirá una mayor concienciación del usuario a la hora de consumir energía. Para ello, cuenta con la ayuda fundamental del Big Data, monitorizando, recogiendo y procesando los datos de todos los clientes, ayudando de esta forma a las compañías eléctricas a tener un mayor control, tanto a la hora de suministrar como de facturar la energía.

Aunque, en la actualidad, el sector eléctrico ha avanzado notablemente, por ello es necesario impulsar la I+D en el ámbito de las telecomunicaciones para el desarrollo de nuevas técnicas de comunicación y optimización. De esta forma tecnologías como el uso del PLC, conexiones inalámbricas o fibra óptica, serán una parte fundamental en la Red Eléctrica del futuro.

Sería interesante que las empresas en un futuro identificasen tecnologías clave que mejor se adaptasen a este sector, analizando todos los datos recogidos en el Big Data y generando al mismo tiempo, guías que sirvan para obtener un conocimiento básico de los mismos, y de esta forma iniciar los cambios pertinentes para las mismas.

Es importante tener claros los objetivos a perseguir con todos esos datos recogidos y hacer un estudio de análisis económico de la empresa, estudiando futuras inversiones y subvencionar las investigaciones pertinentes y el desarrollo de las mismas, sobre todo en nuevos materiales, transporte energético, almacenamiento eléctrico, eficiencia energética, sistemas automatizados, nuevas técnicas de control inteligente, etc .

Como conclusión, es muy recomendable que con la ayuda del Big Data y contando con profesionales que interpreten los datos recogidos, identifiquen nuevas líneas o nuevos productos lanzados al mercado, el hecho de tener conocimientos de los mismos genera oportunidades al sector en un futuro.

6 Bibliografía.

Apuntes de la asignatura Centrales Eléctricas I. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria.

Apuntes de la asignatura Instalaciones Eléctricas. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria.

Apuntes de la asignatura Líneas y Redes I. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Energética. Universidad de Cantabria.

Curso Máster- D de Energía solar y eólica.

Página web IBM disponible en <http://www.ibm.com/es/es/>

Página web C3-Energy disponible en <http://www.c3energy.com/>

Página web Hadoop disponible en <http://www.enriquedans.com/2011/11/hadoop-el-elefante-omnipresente.html>

Página web manipulación eléctrica disponible en <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=124>

Graham Williams (2011). Data Mining with Rattle and R.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (2002)