

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGIA RENOVABLE Y
EFICIENCIA ENERGETICA

TEMA:

Incidencia de las IOT para energías renovables

AUTOR:

Plúas Centurión Álvaro Gabriel

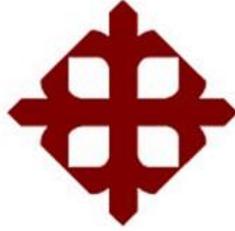
Trabajo de Titulación previo a la obtención del Grado Académico de
**MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD MENCIÓN ENERGIAS RENOVABLES Y
EFICIENCIA ENERGETICA**

TUTOR:

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo. PhD

Guayaquil, Ecuador

30 de julio del 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGIA RENOVABLE Y
EFICIENCIA ENERGETICA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Alvaro Gabriel Plus Centurión** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES Y EFICIENCIA ENERGETICA**

TUTOR

f. _____
Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, PhD

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____
Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, PhD

Guayaquil, 30 de julio del 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGIA RENOVABLE Y
EFICIENCIA ENERGETICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Alvaro Gabriel Plus Centurión

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **“INCIDENCIA DE LAS IOT PARA ENERGÍAS RENOVABLES”**, previa a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollado con base en una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 30 de julio del 2025

ALVARO GABRIEL PLUS CENTURIÓN

f.

Ci: 0920206232



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGIA RENOVABLE Y
EFICIENCIA ENERGETICA

AUTORIZACIÓN

Yo, Alvaro Gabriel Plusas Centurión

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del trabajo de titulación de Maestría titulado: **“INCIDENCIA DE LAS IOT PARA ENERGÍAS RENOVABLES”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

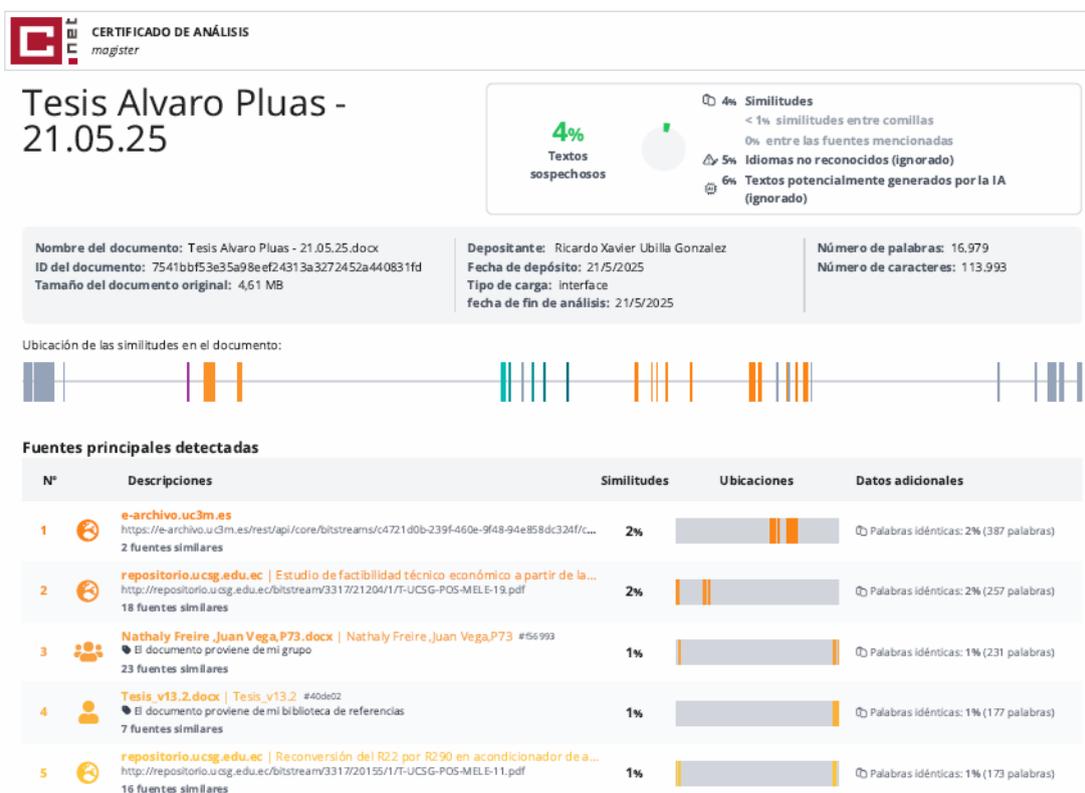
Guayaquil, 30 de julio del 2025

ALVARO GABRIEL PLUSAS CENTURIÓN

f. 

CI: 0920206232

INFORME DE COMPILATIO



Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación **INCIDENCIA DE LAS IOT PARA ENERGIAS RENOVABLES**, presentado por el estudiante Alvaro Gabriel Pluas Centurión, fue enviado al Sistema Anti plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

f. _____

Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, PHD

Dedicatoria

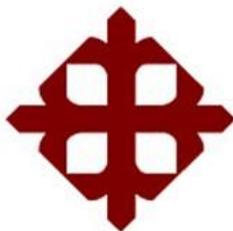
Este proyecto de tesis se lo dedico a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su infinita misericordia ha estado conmigo hasta el día de hoy. A mi madre y suegra, Isabel y Lourdes quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. A mi esposa e hijos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

Pluas Centurión Alvaro Gabriel

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, ante todo y a toda mi familia por estar siempre presentes. De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, a toda la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, a mis profesores en especial al Ing. Bohórquez Escobar Bayardo, M. Sc, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Plus Centurión Alvaro Gabriel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ELECTRICIDAD CON MENCIÓN EN ENERGIA RENOVABLE Y
EFICIENCIA ENERGETICA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____
Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Phd
TUTOR

f. _____
Ing. Ubilla González Ricardo Xavier, MsC.
REVISOR

f. _____
Ing. Bohórquez Escobar Diana Carolina, MsC.
REVISOR

f. _____
Ing. Bohórquez Escobar Celso Bayardo, Phd
DIRECTOR DEL PROGRAMA

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO 1	2
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	2
1.1 Introducción	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Problema	4
1.3.1 Planteamiento del problema	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Hipótesis	6
1.6 Metodología de la investigación	6
CAPITULO 2	8
FUNDAMENTACION TEÓRICA	8
2.1 Estado del arte	9
2.1.1 Infraestructura IoT en redes inteligentes	9
2.1.2 Normativas	11
2.1.3 Tecnologías utilizadas en IoE	12
2.2 Componente del sistema: Hardware de la red	13
2.3 Componente del sistema: Plataforma Cloud Amazon Web Service virtual machine (VM)	14
2.4 IoT en la cadena de producción energética	14
2.5 Aplicaciones del IoT en el sector energético	15
2.5.1 Control automatizado de la red	15
2.5.2 Mayor estabilidad y confiabilidad de la red	15
2.5.3 Reducción de costes operativos y de mantenimiento.....	16
2.5.4 Impulso de la generación de energía renovable	16
2.5.5 El futuro del sector energético	16
2.6 Aplicaciones IoT clave en el sector energético	19
2.6.1 Monitoreo de estaciones de forma remota	19
2.6.3 Optimizar la distribución de recursos.....	20
2.6.4 Red Eléctrica Inteligente, AMI y AMR	20
2.7 Adopción de Big Data	21
2.8 Modelos de comunicación en Iot	23

2.8.1 Dispositivo a dispositivo	23
2.8.2 Dispositivo a la nube	24
2.8.3 Dispositivo a puerta de enlace.....	26
2.8.4 Intercambio de datos a través de back end.....	28
2.9 SMART GRID.....	31
2.9.1 Característica de una red inteligente	33
2.10 La generación distribuida y energía renovables	41
2.10.1 Ventajas de la ge	43
2.10.2 Elementos de la red	45
2.10.3 Sistemas de generación	45
2.10.4 Sistemas de almacenamiento local.....	46
CAPITULO 3	47
ANALISIS Y RESULTADOS	47
3.1 Calculo de la eficiencia global del sistema electrico.....	47
3.2 Mapa de ruta para Smart Grids en ecuador	49
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Modelo de las siete capas para Smart grid.....	50
Tabla 3.2 Retos y ponderación.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo de comunicación de dispositivo a dispositivo	24
Figura 2.2 Modelo de comunicación de dispositivo a la nube	26
Figura 2.3 Modelo de comunicación de dispositivo a puerta de enlace	27
Figura 2.4 Modelo de comunicación de datos a través de back end	30
Figura 2.5 Orientación de las Smart Grids	32
Figura 2.6 Elementos eléctricos de una red inteligente.....	<u>34</u>
Figura 2.7 Componentes de la red inteligente	41
Figura 2.8 Smart Grid integración de tecnología de información y tecnología de operacion.....	<u>46</u>
Figura 3.1 Elementos de la eficiencia global del sector eléctrico	48
Figura 3.2 Elementos de la eficiencia global del sector eléctrico.....	<u>48</u>
Figura 3.3 Modelo de siete capas para Smart Grids	49
Figura 3.4 Funcionamiento del modelo de referencia de 7 capas	51
Figura 3.5 Mapa de ruta de referencia Redes inteligentes en Ecuador	54
Figura 3.6 Áreas de enfoque del mapa de rutas de referencia	55
Figura 3.7 Elementos en fase de desarrollo	56

Resumen

El presente trabajo de titulación como principal propósito la entrega de un estudio sobre la incidencia de la tecnología de IOT en el campo de las energías renovables con especial énfasis en las small grid. Se busca determinar por medio de criterios técnicos la ventaja y eficiencia del sistema eléctrico al aplicar Smart grid en el contexto actual. De igual manera con la investigación de fuentes secundarias el análisis de las diferentes tecnologías en Iot para la aplicación de las energías renovables y realizar un mapa de ruta para la aplicación de la tecnología de Smart grid en el país. Se determina que existe un gran margen para mejorar dentro del sistema actual teniendo como principal causa las pérdidas comerciales, este sentido, las tecnologías Smart Grid surgen como la principal solución, pues posibilitan beneficios a corto plazo. Las compañías se beneficiarían en términos de mejora de la operación, incluyendo medición y cobro, mejora en la gestión de las interrupciones, reducción de pérdidas eléctricas, mejora en el uso de activos y del mantenimiento y de los procesos de planificación y de igual manera los consumidores tendrían la ventaja de disponer de un servicio más fiable, reducir los gastos en sus negocios, ahorrar en sus facturas, poder utilizar vehículos eléctricos como alternativa de transporte, poder acceder a información en tiempo real, e incluso controlar su consumo eléctrico.

Palabras clave: Energías alternativas, Smart grid, Iot

Abstract

The main purpose of this degree work is to deliver a study on the incidence of IOT technology in the field of renewable energies with special emphasis on small grids. It seeks to determine through technical criteria the advantage and efficiency of the electrical system when applying Smart grid in the current context. In the same way with the investigation of secondary sources, the analysis of the different technologies in Iot for the application of renewable energies and make a road map for the application of smart grid technology in the country. It is determined that there is a great margin to improve within the current system, having commercial losses as the main cause, in this sense, Smart Grid technologies emerge as the main solution, since they enable short-term benefits. The companies would benefit in terms of improved operations, including metering and charging, improved management of interruptions, reduction of electrical losses, improvement in the use of assets and maintenance and planning processes, and in the same way the Consumers would have the advantage of having a more reliable service, reducing expenses in their businesses, saving on their bills, being able to use electric vehicles as a transportation alternative, being able to access information in real time, and even control their electricity consumption.

Key words: Alternative energies, Smart grid, Iot

CAPITULO 1

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

1.1 Introducción

Desde el 2011, después de la introducción del nuevo concepto conocido como Industria 4.0, y las Ciudades Inteligentes como área de uso de ciertas tecnologías adquiridas por la Industria, se empezó a anticipar la aparición de la inteligencia artificial en las redes eléctricas en el ámbito de la distribución y el usuario (Ynzunza, Bocarando, & Pereyra, 2017).

Este fenómeno provocó que diversos interesados empezaran a interesarse en este tema, lo que impulsó el uso de tecnologías de comunicación de bajo costo y amplia cobertura, muchas de ellas presentes en el ámbito del internet de las cosas (IoT), añadiendo de esta forma, un valor relevante a los tipos de comunicaciones actuales. (Chen & Deng, 2014).

Por lo tanto, el concepto innovador sobre la red inteligente con contribución de IoT necesitaba regulaciones. De hecho, en numerosas situaciones, la aparición de nuevas tecnologías de comunicación vinculadas a IoT, genera un gran número de desarrolladores que ponen en marcha soluciones con protocolos propios y sin estandarización, lo que hace que la integración sea un objetivo muy distante. Las siguientes son algunas de las metas que se podrían lograr con una red inteligente (Al-Sakib Khan Pathan et al, 2018)

La mejora en la transmisión de energía, después de la aparición de nuevas fuentes distribuidas de generación renovable, se relaciona con la rápida recuperación del servicio, a través de nodos concentradores que aumentan la rapidez de respuesta local. De esta manera, se reducen los gastos operativos de las empresas administradoras, Además de implementar la seguridad de los datos utilizando estándares de computadora en otros sectores.

Esto Genera áreas de investigación especiales que forman parte del futuro, el Internet, IoT, Big Data y Cloud, que aparecen como inversores de varios escenarios de energía.

1.2 Antecedentes

El Internet de las Cosas es un tema en crecimiento de importancia técnica, social y financiera. Hoy en día, diversos productos como de consumo, bienes duraderos, vehículos y camiones, elementos industriales y de servicios públicos, sensores y otros objetos para uso diario con la conexión a Internet y las características de análisis de datos que prometen cambiar la manera de interpretar el mundo. Las estimaciones del efecto de la IoT en Internet y la economía son asombrosas: de acuerdo con los autores, se prevé que para 2025 existirán hasta cien mil millones de aparatos vinculados a la IoT y que su efecto alcanzará los US\$ 11.000.000.000.000.

Sin embargo, el Internet de las Cosas, plantea importantes desafíos que podrían dificultar la realización de sus beneficios potenciales. Hay especulaciones sobre ataques en dispositivos relacionados con Internet, miedo a la vigilancia y preocupaciones relacionadas con la privacidad. Esto ya está atrayendo la atención de la sociedad. Los desafíos técnicos todavía están ahí, pero también se están creando nuevos desafíos en las pautas, la ley y el desarrollo. Se busca ayudar a las comunidades a comprender la percepción profesional de la IoT, controlando el diálogo en Internet de las cosas con predicciones leves y contradictorias sobre sus promesas y peligros mostrados. IoT se suma a una variedad de ideas complejas entrelazadas desde diferentes perspectivas

Si se materializan las tendencias y previsiones sobre el progreso de la IoT, esto podría requerir una transformación de perspectiva respecto a las consecuencias y desafíos en un mundo donde la interacción más habitual con internet se basará en la interacción pasiva con objetos interconectados y no en una Interacción activa con contenido. La posible introducción de este resultado en un "mundo hiperconectado" es una demostración del propósito general de la arquitectura de Internet misma, que no establece restricciones intrínsecas a las aplicaciones o servicios capaces de utilizar la tecnología.

1.3 Problema

1.3.1 Planteamiento del problema

La principal característica de las energías renovables radica en su tipo variable, ya que dependen de diferentes factores entre los cuales tenemos los relativos al medioambiente. Esto dificulta la distribución de energía: pues cuando existe demasiada generación de energía, esta no se almacena por completo y la gran mayoría no se logra utilizar por lo que es necesario utilizar combustibles fósiles. Esto implica que se requeriría una mayor capacidad de almacenaje de la energía en los momentos de máxima generación, aquí es donde IoT puede ayudar, solventando estos problemas gracias a la monitorización de sistemas y actuación de forma remota.

De esta manera se debe potenciar energías, como la solar y la eólica, y su gestión con el fin de frenar cuestiones como el cambio climático. La IoT se implementaría en sistemas situados en lugares distantes se comuniquen entre sí e interactúen como si fueran una unidad. En este sentido, IoT permite controlar la red de sistemas de almacenaje de manera centralizada, como solución al desequilibrio de suministro que genera la variabilidad del almacenaje de energías.

De tal manera que los paneles solares o turbina eólica podrá monitorizarse y controlarse de forma remota a través de sensores, permitiendo así un mayor ahorro de consumo, además de una predicción de las reparaciones de maquinaria que sean necesarias, para evitar el desperdicio energético.

En la parte residencial, la aplicación de este modo de autoconsumo en edificios inteligentes sin duda logrará una mayor eficiencia y ahorro. La iluminación y la temperatura en las viviendas podrá controlarse a través de la tecnología IoT en función de la energía almacenada. Por ejemplo, la luz artificial se adaptará al nivel de iluminación detectado por los sensores, encendiéndose solo cuando sea necesario. De la misma forma, la calefacción se regulará automáticamente para aportar únicamente la energía que haga falta para llegar a la temperatura idónea.

Formulación del Problema de Investigación

¿Qué ventajas tiene la aplicación del IoT en la industria energética?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio de los sistemas basados en IoT para la optimización en el desarrollo de las tecnologías de utilizan energías renovables.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar por medio de criterios técnicos la ventaja y eficiencia del sistema eléctrico al aplicar Smart grid en el contexto actual.
- Realizar un informe de las diferentes tecnologías utilizadas en Iot en la utilización de las energías renovables a través de la investigación de fuentes secundarias.
- Analizar por medio de un caso de estudio la aplicación de Smart grid en la utilización de energías renovables.

1.5 Justificación

El Internet de las cosas (IoT) es un tema que es muy importante en el sector tecnológico, político y de ingeniería, y se ha transformado en la primera noticia tanto en los medios especializados como en los medios de comunicación de masas. Esta tecnología se implementa en un extenso abanico de productos, sistemas y sensores de red que se benefician del progreso del efecto de cálculo, la miniaturización de componentes electrónicos y conexiones de red para ofrecer nuevas opciones que antes no eran posibles. Numerosas conferencias, reportajes y publicaciones de actualidad analizan y debaten el posible efecto de la revolución IoT, desde nuevas posibilidades de mercado y esquemas de negocio hasta inquietudes acerca de seguridad, privacidad y compatibilidad técnica.

Existen muchas empresas y organizaciones dedicadas a la investigación que han publicado una amplia gama de pronósticos sobre el posible impacto que IoT tendrá en Internet y en la economía durante los próximos cinco a diez años.

El Internet de las Cosas de acuerdo con varios autores pronostica aportar sinnúmeros de beneficios sociales y económicos a las economías emergentes y en desarrollo. Incluyendo algunas áreas de estudio como: agricultura sostenible, la calidad en cuanto al uso del agua, el cuidado de la salud, la industrialización, gestión del medio ambiente y la mitigación del impacto ambiental. Como tal, la IoT ofrece ser una herramienta tecnológica necesaria para alcanzar las metas de Desarrollo Sostenible de la ONU. La atención a los retos de la IoT no se restringirá a las naciones industrializadas. Las zonas en desarrollo también tendrán la obligación de reaccionar para materializar los posibles beneficios de la IoT. Adicionalmente, es necesario tratar las particulares necesidades y retos únicos para la implementación en las zonas menos desarrolladas, incluyendo el nivel de preparación de la infraestructura, los estímulos e inversiones del mercado, las exigencias en términos de competencias técnicas y los recursos de políticas.

1.5 Hipótesis

Mediante el uso de tecnologías Iot se optimizará el uso de las energías renovables.

Definición de las variables.

- Variable dependiente: energías renovables.
- Variable independiente: tecnología IoT.

1.6 Metodología de la investigación

La metodología del presente trabajo de investigación se encasilla en:

- Descriptiva: Se describe y explica puntualmente los hechos de acuerdo con la

consideración del problema en el área a estudiar, esto ocurre al recopilar la información sobre los antecedentes del problema que consiste en el diseño para el funcionamiento de proyecto.

- Cuantitativa: De acuerdo a las mediciones y el procesamiento de la información se utilizará un modelo cuantitativo cuyo propositivo es explicar utilizando valores numéricos utilizando el método científico.
- Cualitativa: También se utilizará el método cualitativo pues se considerará las opiniones recopiladas de usuarios y personal involucrado en los hechos descritos.
- No Experimental: No son alteradas las variables presentadas que son medidas en el diseño de la red del proyecto presentado, es decir se recopilara la información y no se cambiaran sin que exista algún experimento.
- Analítica-Sintética: Se realiza el estudio y factibilidad con el fin de brindar y señal de buena calidad en el cual se presenta un análisis de los factores que inciden con el fin de elaborar un correcto diseño.
- Bibliográfica: pues utilizar fuentes secundarias esto es investigaciones previas, opiniones, entrevistas de la población relacionada en la investigación.

CAPITULO 2

FUNDAMENTACION TEÓRICA

El concepto de "Internet de las Cosas" (IoT) se empleó por vez primera en 1999 por Kevin Ashton, un innovador británico, para referirse al sistema en el que los objetos del mundo físico podrían conectarse a Internet a través de los sensores. Ashton inventó esta expresión de mostrar el poder de conectarse a las etiquetas de identificación de radiofrecuencia de Internet (RFID) utilizadas en las cadenas de suministro de negocios para contar y monitorear los bienes sin la necesidad de intervención humana.

Actualmente, el término es que Internet se ha vuelto popular para describir escenarios cuando la conexión a Internet y la capacidad de la computadora se refieren a varios objetos, dispositivos, sensores y artículos para uso diario (Postscapes, 2015).

La IoT simboliza la unificación de diversas tendencias en los campos de la computación y la conectividad que han estado presentes desde hace décadas. Actualmente, una gran cantidad de industrias, incluida la industria automotriz, la salud, la producción, la electrónica de consumo y de hogar, están analizando el potencial para incluir la tecnología IoT en sus productos, servicios y actividades.

En su documento denominado "Unlocking the Potential of the Internet of Things", el McKinsey Global Institute²⁴ expone la extensa gama de posibles usos en relación a "entornos", en los que se anticipa que la IoT aportará valor tanto a la industria como a los usuarios.

Conforme aumenta el número de dispositivos conectados a Internet, se proyecta que el volumen de tráfico generado por estas conexiones se incrementará de manera notable. Se anticipa que el tráfico producido por aparatos que no son ordenadores ha crecido en un 40% durante esta década hasta alcanzar casi el 70%. Según fabricantes de dispositivos para redes, como Cisco, también anticipa que la cantidad de conexiones "máquina a máquina" ("M2M") (abarcando aplicaciones industriales, residenciales, para el cuidado de la salud, automotrices y otros mercados verticales de la IoT). Según datos recientes de Statista, a nivel mundial el número de dispositivos conectados ha experimentado un crecimiento extraordinario del

382%, pasando de 4,2 mil millones en 2016 a una proyección de 22,2 mil millones en 2025.

2.1 Estado del arte

El Estado del Arte permite obtener el último conocimiento generado sobre un tema o problema de investigación científica y/o tecnológica, estableciendo hasta donde ha avanzado el mismo, cual es la frontera en un tiempo y espacio determinado, a continuación, se presenta la evolución de los aerogeneradores y las últimas publicaciones generados sobre el tema específico

2.1.1 Infraestructura IoT en Redes Inteligentes

Es necesario considerar la estructura de IoT en una red inteligente como la conjunción armónica de tres componentes principales.

- Dispositivos o endpoint IoT.
- Red de comunicaciones.
- Plataformas Cloud.

Los dispositivos IoT o endpoint IoT, que se vinculan para interactuar en una red inteligente, deben satisfacer ciertos requisitos que garantizan un funcionamiento óptimo y duradero. Estos deben solucionar el problema de la incompatibilidad de protocolos entre las diferentes marcas presentes en el mercado. Además, deben utilizar la menor cantidad de energía posible para poder ser alimentados de forma externa a la energía de red, lo que hace independiente su operación de la energía de red.

La red de comunicaciones debe tener la habilidad de proporcionar un ancho de banda que favorezca una comunicación sincronizada sin supresión o pérdida de información. Este atributo busca asegurar la escalabilidad de la solución, la capacidad de instalar cientos de dispositivos de vigilancia y control, sin tener interrupciones frente a la interrupción del servicio o la pérdida de datos.

Las Plataformas Cloud se presentan como la solución para la armonización, y son las responsables de recibir la información, guardarla en las bases de datos pertinentes y

procesarla para crear modelos de uso y tendencias. Además, pueden analizar patrones de fallas y eventualmente tomar las medidas necesarias para eliminar las causas o disminuir los efectos secundarios de las fallas que puedan presentarse.

La privacidad y la seguridad informática son factores clave para decidir sobre una plataforma. La integridad de los datos es esencial para lo relacionado con las redes inteligentes y la facturación. Es esencial asegurar la metrología de los datos, debido a que se está realizando una transacción comercial. Para tal fin, los dispositivos utilizados deben estar homologados, y trazados de acuerdo a las magnitudes que correspondan.

Según las características de conectividad de una región, el nivel de distancia de los concentradores de datos de la red o incluso de los Gateway influye en la selección de la tecnología. Si nos encontramos en una zona urbana con buena cobertura de internet, tecnologías que puedan utilizar la red celular, como las que utilizan la conectividad a internet y el tendido de la red, entonces NB- IoT y IEEE 802.11 ah son las adecuadas; la primera de estas si la empresa de teléfonos móviles proporciona este tipo de redes y chips para su uso, mientras que la segunda es una versión más amplia del WiFi convencional de corto alcance 802.11.

No obstante, si nos encontramos en las afueras de la ciudad o incluso más allá, se deberían emplear las tecnologías vinculadas a LPWAN, ya sea las que operan con Gateway de propiedad, es decir, con la tecnología y protocolos fijados por el fabricante, (los cuales deberán estar en consonancia con la legislación), o los que se conecten directamente a través de Gateway Lora WAN bien por IPV4 o IPV6.

2.1.1.1 Ventajas de las aplicaciones IoT

Posibilidad de monitorización a tiempo real

En el sector energético, mediante la implementación de la IoT, las compañías obtienen información y datos necesarios en tiempo real acerca de la generación, el transporte y el uso de energía. Esto conlleva a varias ventajas que pueden ser utilizadas:

- Posibilidad de automatización en la gestión de las plantas.

- Conocimiento sobre la cadena de suministro, en busca de los puntos a optimizar.
- Capacidad de gestión en redes descentralizadas de forma integrada y remota, contando con la energía generada localmente.

Detección de posibles problemas y mayor fiabilidad

El IoT supone la posibilidad de desarrollar estrategias de mantenimiento predictivo efectivo, que pueda detectar en tiempo real los errores y averías antes de que ocurran, para poder aplicar las medidas necesarias para evitarlas.

Se evitan así paradas imprevistas de la línea de producción, con el consecuente impacto económico que generaría cada parada inesperada. El resultado es la creación de redes estables y fiables a nivel de distribución y consumo, de forma automatizada, disminuyendo pérdidas y fortaleciendo el sistema.

Seguridad en el tratamiento de datos

Las redes de energía producen una serie de información comprometida. Para prevenir vulnerabilidades que comprometan la privacidad de la información, las compañías necesitan disponer de plataformas de IoT que implementen la seguridad por diseño, asegurando un manejo seguro y confidencial de la información.

Sostenibilidad

El acceso a la información de consumo posibilita que las compañías incrementen su eficiencia y disminuir el desperdicio de los recursos, potenciando prácticas sostenibles y amigables con el medio.

2.1.2 Normativas

La diferencia entre el caos, y el orden técnico/tecnológico es poder trabajar en un marco normalizado. En el uso específico de IoT en contextos energéticos o internet de la energía (IoE), se pueden implementar regulaciones internacionales, como la IEEE 2030.5 (Institute of Electrical and Electronic Engineers, 2018) y la IEC 61968 (International Electrotechnical Commission, 2018). La primera de estas Normativas IEEE para el Protocolo

de Aplicación de Información de Energía Inteligente, puede resumirse en la traducción de lo escrito de la Norma:

La capacidad de los consumidores para administrar la producción y consumo de energía es un rasgo crucial de la Red Inteligente, y constituye un fundamento de innovación para la Smart Grid, productos en la gestión de la energía, que sean servicios nuevos e innovadores.

El flujo de información entre los dispositivos como medidores, dispositivos inteligentes, enchufes eléctricos de vehículos, sistemas de gestión de la energía y recursos energéticos distribuidos (incluidas las energías renovables y los elementos de almacenamiento), para permitir esta capacidad, deben suceder de manera abierta, estandarizada, segura, confiable e interoperable.

La misma, indica en dos cláusulas dos aspectos obligatorios el momento de la implementación de una red inteligente, en dos capítulos orientados a Smart Energy Resources, y Manufacturer-specific proprietary extensions. IEEE 2030.5, implementa la norma estándar IEC 61968, esta a su vez se basa en la norma IEC 61850.

2.1.3 Tecnologías utilizadas en IoT

LPWAN (Low Power Wide Área Network) Se trata de una red de comunicación por radiofrecuencia que, debido a su tecnología, posee la capacidad para comunicar a los dispositivos que la componen, tengan un alcance amplio y presenten un bajo consumo de energía.

Entre algunos emprendimientos y estándares, se pueden ubicar algunas marcas, SigFox, LoRa, NB-IoT. Tecnología LoRa que es desarrollada por Semtech, y es la red más frecuente en las tecnologías de LPWAN en la banda sin licencia que no supera los GHz. Por lo tanto, la implementación de la red LoRa en un rango de más de varios kilómetros resulta sencilla, y atiende a clientes con una mínima inversión y costos de mantenimiento (Politi & Niño, 2020)

Debido al uso de frecuencias no autorizadas, la red LoRa está disponible para usuarios que no tienen permiso de los organismos regulatorios de radiofrecuencia. Hay

múltiples ventajas técnicas, comenzando por el hecho de que la modulación LoRa se basa en el método de espectro ensanchado por chips (CSS), que emplea pulsos modulares de frecuencias de banda ancha, cuyas frecuencias varían de acuerdo a la información que se codifica. Esta tecnología de modulación ha sido utilizada en aplicaciones de radar desde los años 40.

Además, la tecnología LoRa permite la encriptación de información, para asegurar la protección del canal, utiliza pares de claves encriptadas AES-128. Algunos de los microchips vendidos por Semtech son los que se describen en la figura siguiente:

2.2 Componente del sistema: Hardware en redes

Los sistemas de energía solar que se presentaron en esta solución poseen inversores solares que tienen habilitados sus puertos Modbus mediante el protocolo Ethernet. Este tipo de conexión y protocolo se aplican para poder verificar sus estados. A través de ellos, es posible solicitar diferentes parámetros de producción solar. En el contexto de este trabajo, se desarrolló un dispositivo que traduce códigos MODBUS Ethernet. Este dispositivo está formado por un circuito electrónico que se basa principalmente en un microcontrolador de 8 bits y un módulo con conexión ethernet, que permite la comunicación con los inversores fotovoltaicos.

Por otro lado, resultaba imprescindible agrupar toda la información que provenía de estos inversores y gestionarla en una única plataforma. Para cumplir con esta necesidad, se requirió incluir otra fase adicional. Dado que son instalaciones de generación distribuida, podrían estar distantes kilómetros entre sí, por lo que se optó por incluir una fase de comunicación de radiofrecuencia de largo alcance, en este caso ejecutada mediante LoRa, previamente explicada. De esta manera, al detalle previo del hardware se añade una fase de conectividad de este tipo.

Se le ha llamado Gateway (GTW INV FV) inversor, ya que conecta dos redes con características distintas y está vinculado al inversor.

2.3 Componente del sistema: Plataforma Cloud Amazon Web Service virtual machine (VM)

Con el fin de llevar a cabo diversos proyectos orientados a optimizar el rendimiento de las energías limpias, se utiliza una solución que se basa en el servicio EC2 de Amazon Web Service (AWS), que facilita el despliegue de un servicio de máquina virtual (VM), al cual se puede ingresar desde Buscar Servicios.

2.4 IoT en la cadena de producción energética

Las tecnologías de IoT proporcionan un acceso más amplio a los datos a lo largo de la cadena de valor, lo que favorece el uso de herramientas más efectivas para la toma de decisiones, como la inteligencia artificial o el aprendizaje automático. Asimismo, facilitan el manejo a distancia y la implementación automatizada de dichas decisiones (nexuintegra, 2021).

Estas tecnologías constituyen un lazo de control que se compone de las siguientes funciones que se detallan:

- **Proceso físico:** como la generación, la transmisión o el consumo de la electricidad.
- **Proceso de medición:** Los sensores toman medidas de los estados y salidas del proceso físico.
- **Proceso de toma de decisiones:** de forma independiente y descentralizada o en coordinación con otros componentes.
- **Proceso de actuación:** las decisiones se envían de vuelta a los actuadores habilitados en la red para su implementación.

Dado que hay una relación entre las funciones de este ciclo de control, su implementación efectiva necesita estructuras y normas que garanticen la compatibilidad entre diversas tecnologías de IoT.

2.5 Aplicaciones del IoT en el sector energético

- La gran parte de las iniciativas de IoT en la industria energética se enfocan en usos relacionados con la demanda. No obstante, el uso adecuado del IoT ofrece innumerables ventajas para mejorar toda la cadena de valor, perfeccionando cada una de sus etapas y la interacción entre ellas:
- Generación
- Transmisión
- Distribución
- Consumición

A medida que los sistemas energéticos se hacen más complejos y distribuidos, las aplicaciones de IoT incrementan la percepción y la reacción de los equipos que están conectados a la red.

Las ventajas más relevantes para la industria energética.

2.5.1 Control automatizado de la red

La accesibilidad de información relacionada con todos los elementos de la cadena de suministro permite que el sistema operativo haga elecciones exactas sobre diversos factores.

Cambiar de una visión reactiva a una proactiva posibilita la automatización de procesos efectivos, facilitando la concentración en el aspecto estratégico de los sistemas.

Asimismo, la descentralización de los sistemas de energía debe estar acompañada de su digitalización. Solo así será posible supervisar el estado de todos los recursos energéticos que están distribuidos y dispersos.

2.5.2 Mayor estabilidad y confiabilidad de la red

Emplear tecnologías de IoT para vincular, reunir y gestionar las cargas tanto industriales como domésticas facilita la regulación de frecuencias y el equilibrio en el funcionamiento de la red.

Es esencial que esta red sea visible y cuantificable antes de que se pueda llevar a cabo su control y automatización. Incrementar nuestra comprensión sobre la situación de los activos y de los valores nos ayuda a descubrir maneras de moderar la demanda de carga. Así se reduce la necesidad de realizar inversiones a largo plazo y en otras inversiones de capital.

2.5.3 Reducción de costes operativos y de mantenimiento

Otro beneficio importante de la información generada por IoT es el mantenimiento anticipado. Las inspecciones y reparaciones realizadas de manera anticipada disminuyen considerablemente el tiempo que las máquinas permanecen fuera de servicio, así como los gastos relacionados con su mantenimiento.

Los aparatos y sensores inteligentes, por ejemplo, pueden transmitir datos desde equipos alejados que señalan un posible fallo, previniendo así perjuicios e interrupciones, y otorgando al sistema una capacidad de respuesta mucho más elevada.

2.5.4 Impulso de la generación de energía renovable

Los dispositivos y las soluciones de Internet de las Cosas, tales como las puertas de enlace inteligentes, ofrecen los elementos esenciales para sistemas que facilitan la integración, disminuyen los gastos de desarrollo y aceleran el lanzamiento de tecnologías nuevas y creativas al mercado.

Estas innovaciones son clave para fomentar la creación de energías renovables más eficaces y novedosas.

De esta manera, se eliminan las limitaciones que frecuentemente obstaculizan su progreso y nos hacen depender de combustibles fósiles, que ya son escasos.

2.5.5 El futuro del sector energético

El empleo del IoT en la generación de energía contribuye a cubrir las necesidades energéticas de las ciudades inteligentes de manera efectiva. No obstante, es fundamental contar con una infraestructura digital sólida para implementar una arquitectura que permita la conexión y el manejo de datos.

Si las aplicaciones de IoT se orientan de forma adecuada hacia cuestiones concretas, las empresas de petróleo y gas podrían iniciar una nueva era industrial caracterizada por costos reducidos y una mayor eficacia, lo que les permitiría abordar los desafíos en aumento.

Si bien el Internet de las Cosas ya se ha implementado en aplicaciones dirigidas al consumidor, es en el ámbito industrial, conocido como IIoT (Internet Industrial de las Cosas), donde se está mostrando un poder transformador significativo.

La idea fundamental de estos contextos es la recolección de datos, que, al ser analizados, se convierten en información útil, capaz de identificar inconvenientes incluso antes de que ocurran y de mejorar los procesos. Así, el IoT se aplica ya en diversos procesos desde la gestión más eficiente de instalaciones, inventario y logística hasta la mejora en la seguridad.

Por otro lado, es crucial entender el IoT como un componente fundamental en el progreso de la Industria 4.0. Este principio sugiere una nueva revolución industrial donde las tecnologías tienen un rol fundamental: las nuevas fábricas serán más inteligentes y fomentarán la comunicación entre maquinaria y humanos para producir procesos más eficaces.

Así, la formación de un ambiente IoT es una de las áreas que facilita esta transición hacia la Industria 4.0, junto a otras innovaciones como la robótica independiente, el Big Data y la Realidad Aumentada.

Por las particularidades del sector energético, es un ámbito que puede obtener grandes ventajas de las aplicaciones del internet de las cosas.

El sector energético está atravesando un periodo de cambios significativos en sus métodos de distribución y venta, y es gracias al IoT que el sector podrá hacer frente a los desafíos actuales:

- Demanda cada vez mayor de energía. El modelo productivo actual y el crecimiento de la población van a tensionar especialmente el sistema de demanda y producción energética. Siguiendo cifras de administración de Energía, se proyecta que la demanda de energía en

los países de la OECD ascenderá de los 240 quads actuales a alrededor de 280 en 2040, mientras que el uso primario de energía a nivel global pasará de los actuales 330 quads a cerca de 530 en 2040.

- Redes más distribuidas. La energía generada localmente (con la instalación, por ejemplo, de paneles solares), requiere de las empresas un esfuerzo extra para su gestión.
- Sostenibilidad. Usuarios e instituciones demandan de las empresas energéticas la transición hacia modelos ecológicos.
- Transparencia hacia los usuarios, que buscan conocer datos sobre sus consumos y rendimiento.

Así, de acuerdo al departamento de energía de EE. UU, hay al menos tres objetivos estratégicos que las empresas energéticas deben conquistar en los próximos años: seguridad y resiliencia en las redes, el logro de modelos competitivos a nivel económico y la responsabilidad medioambiental.

Las aplicaciones de Internet de las Cosas ayudan a las compañías a progresar hacia estas metas, mejorando sus procedimientos y realizando una transformación significativa.

Lograr un futuro sostenible implica, entre otros aspectos, transformar las energías renovables en la fuente de energía más ampliamente utilizada. (Acta, 2020). Lo que tal vez no se menciona tanto es el crucial rol que desempeñan la tecnología y la digitalización en la consecución de las metas de sostenibilidad, especialmente en la mejora de los sistemas de generación de energía limpia.

Por lo tanto, los progresos tecnológicos, cuya esencia la constituyen fenómenos como el conocido IoT (Internet de las Cosas), se muestran como un instrumento esencial para incrementar la eficiencia en la producción de energías renovables. No solo es probable incrementar la eficiencia y la inteligencia en las instalaciones y la producción con estas tecnologías, sino también en el consumo, la estabilidad y la adecuada repartición de la energía.

Por lo tanto, la capacidad del IoT puede cubrir diversas áreas del viaje que realiza la tecnología, desde su creación hasta su uso en nuestras viviendas.

En el ámbito de la generación de energía, la utilización de esta tecnología puede aportar a la consecución de diversos objetivos relevantes como pueden ser la optimización del desempeño de los parques a través del acceso remoto a través de una VPN a datos confiables relacionados con la producción y capacidad; a disminuir gastos asociados a averías en equipos, a problemas de mantenimiento (en concreto, a través de un mantenimiento más basado en la predicción y la prevención, que en la resolución de averías) y problemas derivados de la inactividad; a la coordinación de variedad de dispositivos de fabricantes diversos con el fin de evitar dependencias; o la gestión (remota) de instalaciones de gran tamaño o de difícil acceso, entre otras cosas.

2.6 Aplicaciones IoT clave en el sector energético

Se pueden encontrar por lo menos tres casos de uso del internet de las cosas que destacan las ventajas que el sector energético podría obtener al implementar esta tecnología:

2.6.1 Monitoreo de estaciones de forma remota

Las plataformas IoT potencian el control de la producción, transporte y distribución de energía de forma remota y automática.

Entre los aspectos fundamentales que se pueden supervisar se encuentran la temperatura, la identificación de movimiento o humo, así como el consumo de energía de los dispositivos. Al promover la automatización, se pueden crear notificaciones instantáneas si se exceden los límites definidos.

Este monitoreo se traduce, además, en un ahorro financiero, optimización de los procedimientos productivos y eficacia en la utilización de los recursos, considerando las demandas reales de los dispositivos y los procesos.

2.6.2 Mantenimiento predictivo de sistemas

Otra de las principales aplicaciones en el sector energético, IoT representa el mantenimiento predictivo: mediante el estudio de determinados parámetros, se detectan las

probabilidades de fallo y se planifica el mantenimiento de los equipos.

El mantenimiento predictivo permite acceder a un importante ahorro económico. Se estima que los costes de mantenimiento normalmente suponen entre un 15% y un 40% de los costes de producción total. Por su parte, el mantenimiento predictivo permite ahorros de hasta un 8% y un 12% frente al mantenimiento preventivo y un 40% respecto al mantenimiento reactivo. (boletin, 2022)

2.6.3 Optimizar la distribución de recursos

Los ecosistemas de Internet de las Cosas facilitan la armonización entre los recursos que se emplean y los que son realmente necesarios, con el fin de reducir gastos y potenciar la adaptabilidad, además de disminuir la carga sobre la red.

La manera en que generamos y utilizamos energía está experimentando un cambio significativo a medida que se fortalece la batalla contra el cambio climático y se incrementa la conciencia sobre el medio ambiental.

2.6.4 Red Eléctrica Inteligente, AMI y AMR

La Red Eléctrica Inteligente (REI) o “Smart Grid” es el tipo más avanzado y moderno de red eléctrica el cual está altamente integrado con tecnologías avanzadas de medición, tecnologías de información, analítica de datos, control automatizado, tecnologías de generación y distribución e infraestructuras de red (Hua et al., 2014; Jiang, Wang, Wang, Gao, & Zhang, 2016; Naguil et al., 2011).

En junio de 2009 en los Estados Unidos publicó el “ieeep2030” que consiste en una serie de principios de interoperabilidad y estándares a través de los cuales se promueven las tecnologías de IdC para su aplicación en REI (Hua et al., 2014). En éste se establece un modelo conceptual de 7 áreas clave: generación, transmisión, distribución, clientes, operaciones, mercados y los proveedores de servicios

Uno de los principales componentes de las REI son las redes AMI (Sistema de Medición Avanzada, Advanced Metering Infrastructure) y AMR (Lectura de medidores

automatizada, Automated Meter Reading) los cuales reemplazan lectores analógicos por sistemas computarizados que reportan el consumo por medios digitales (McLaughlin, Podkuiko, & McDaniel, 2010).

Estas tecnologías, junto con las políticas de gestión de la demanda que veremos más adelante son los pilares fundamentales para la construcción de una red eléctrica bajo el modelo de consumidores y como bien remarca (Jaradat, 2015) estos componentes son los que, por el gran volumen de información que manejan, introducen el concepto de Big Data al Smart Grid al introducir variables de velocidad, volumen y variedad en la gestión de la información. La transición hacia una Red Eléctrica Inteligente representa un cambio drástico de paradigma para una distribuidora tradicional. La Ilustración 6 resume sólo algunos de estos cambios.

2.7 Adopción de Big Data

Según el estudio de mercado sobre Big Data Analytics el uso de esta tecnología en las organizaciones alcanzó un nuevo récord de adopción en 2018 llegando al 59%, con solo un 10% de entrevistados que declararon no tener planes de implementar Big Data. Esto muestra un marcado crecimiento con respecto al 17% alcanzado en 2015 donde comenzó el estudio (dresner, 2021)

Este mismo estudio destaca como principal caso de uso la optimización de almacenes de datos, pero remarca el alto crecimiento, desde 2017, del uso para análisis de comportamiento clientes y mantenimiento predictivo, ambos superando el 50% de respuestas que lo indican como algo muy importante o crítico En el mismo estudio también aparece la detección de fraudes como uno de los principales casos de uso que también es caso de interés de nuestra investigación.

Según una encuesta de NewVantage Venture Partners (2017), Big Data está aportando mayor valor en la reducción de costos (49,2% de los encuestados) y en la creación de oportunidades para la innovación y disrupción (44,3% de los encuestados), aunque esto se debe considerar yuxtaposición con lo observado por el informe de McKinsey Analytics (2018) donde se detecta que, mientras las inversiones están en crecimiento, aún no demuestran los retornos de inversión esperados. Aún resulta difícil moverse de casos de uso

específicos hacia una cultura organizacional que utilice Big Data para las decisiones del día a día.

Esto último en parte puede estar explicado por la alta tasa de falla de los proyectos, que según Gartner (Goasduff, 2015) preveía que para 2017 un %60 no llegaría a superar la fase de piloto y experimentación, predicción que no sólo se cumplió, sino que fue altamente superada, alcanzando un 85% (Asay, 2017).

Esto va en concordancia con la opinión del entrevistado Alan Lerner (Entrevista personal, 30 de abril, 2019) quien observa que entre el 70% y 80% de los proyectos de este tipo fracasa. Entendiendo como fracaso el no cumplimiento de cualquiera de las variables de éxito estipuladas para el proyecto, ya sea presupuesto, tiempo o resultados.

También se debe notar que las empresas de servicios públicos no son precisamente famosas por la rápida adopción de nuevas tecnologías como pueden ser las infraestructuras de nube o software como servicio. Esto al menos comparado con empresas de telecomunicaciones o mismo la aplicación en automatización industrial que podían ser identificadas como industrias extrapolables.

Según una encuesta realizada para el Harvard Business Review (Bean & Davenport, 2019) el 40,3% de los entrevistados consideró que la alineación hacia proyectos de inteligencia de datos era deficiente y un 24% que el cambio cultural es uno de los principales desafíos.

Aunque por su parte otro informe de NewVantage Partners indica que %95 de los entrevistados identificó como principal obstáculo los cambios culturales (personas y procesos) (NewVantage Partners LLC, 2019). A su vez, la discusión sobre la tercerización de servicios y la identificación de procesos centrales (Barthélemy, 2003) está llegando también a la empresa de distribución de energía, cuestionando si éstas, al igual que los bancos, aseguradoras o servicios de salud, deberían desarrollar su propio software con foco centrado en el cliente y siendo esta la base para el desarrollo de herramientas de análisis de datos (Guerster, 2017).

Pero a su vez, al compararlo con otras industrias se deben tener en cuenta sus

diferencias fundamentales. Mientras la mayoría de las industrias tiene como principal objetivo la obtención de ganancias, las distribuidoras deben articular esto con la calidad de servicio, estabilidad y confiabilidad lo que representa un freno a la experimentación

2.8 Modelos de comunicación en IoT

2.8.1 Dispositivo a dispositivo

El modelo de comunicación de dispositivo a dispositivo se refiere a la conexión y comunicación directa entre dos o más dispositivos, sin la intervención de un servidor de aplicaciones que actúe como intermediario. Estos dispositivos pueden intercambiar información a través de diversas redes, incluyendo Internet o redes IP.

Para facilitar estas comunicaciones directas entre dispositivos, a menudo se emplean protocolos como Bluetooth, Z-Wave o ZigBee. Estas redes de dispositivo a dispositivo permiten a los aparatos cumplir su propósito al adherirse a un protocolo de comunicación específico para el envío y la recepción de mensajes (Rabanal, Campos, Perez, & Maturano, 2018)

Por lo general, este tipo de comunicación se emplea en aplicaciones como los sistemas de automatización doméstica, que generalmente transmiten pequeños bloques de datos para la interacción entre dispositivos que tienen demandas bastante bajas en cuanto a la velocidad de transmisión.

Los aparatos inteligentes para el hogar, como bombillas, interruptores, termostatos y cerraduras, usualmente envían cantidades reducidas de datos (por ejemplo, un aviso sobre el estado de una cerradura o una orden para encender una luz) en un entorno de automatización en el hogar. (Duffy, 2015).

Este enfoque de comunicación dispositivo a dispositivo ilustra muchos de los desafíos de interoperabilidad que se discuten más adelante en este trabajo. Según lo describe un artículo del IETF Journal, “muchas veces estos dispositivos se relacionan en forma directa, en general tienen mecanismos de seguridad y confianza integrados; además, utilizan modelos de datos específicos para cada dispositivo que requieren esfuerzos de desarrollo redundantes por parte los fabricantes de dispositivos”.

Esto implica que las empresas productoras necesitan destinar recursos a crear maneras de aplicar formatos de datos particulares para distintos dispositivos en lugar de optar por enfoques abiertos que faciliten el uso de formatos de datos universales. Para los usuarios, esto indica que los protocolos de comunicación entre dispositivos no son compatibles entre sí.

Comunicación de la internet de las cosas, hace referencia a comunicaciones ‘dispositivo a dispositivo’ ¿Qué es la Internet de las Cosas? familia de dispositivos que emplean un protocolo común. Por ejemplo, grupo de dispositivos que usan un protocolo compartido. Por ejemplo, el grupo de dispositivos que opera con el protocolo Z-Wave no es compatible de manera nativa con el grupo de dispositivos ZigBee. Aunque estas incompatibilidades restringen las opciones de los usuarios a los dispositivos de una familia de protocolos específica, los usuarios también son conscientes de que los productos de una familia en particular suelen tener buena comunicación entre sí.

Figura 2.1 Modelo de comunicación de dispositivo a dispositivo



Fuente; *Tschofenig, H. et. Al Architectural Considerations in Smart Object Network Tech. No RFC. 7452 IAG. Marzo 2015*

2.8.2 Dispositivo a la nube

En un esquema de comunicación entre un dispositivo y la nube, el dispositivo de IoT se enlaza directamente con un servicio en la nube, como puede ser un proveedor de servicios de aplicaciones, para intercambiar información y gestionar la transmisión de mensajes. Este método frecuentemente utiliza los canales de comunicación ya disponibles (como las

conexiones de Wi-Fi o las redes Ethernet convencionales) para crear un enlace entre el dispositivo y la red IP, la cual posteriormente se conecta al servicio en la nube.

Esto se ilustra en la Figura 2.1, este modelo de comunicación es empleado por algunos dispositivos electrónicos de consumo para la IoT, entre ellos el Learning Thermostat⁴⁴ de Nest Labs y el SmartTV de Samsung ⁴⁵. En el caso del Learning Thermostat, El aparato envía la información a un almacenamiento en línea donde se puede utilizar para examinar el uso de la energía en la casa.

Asimismo, esta conexión con la nube da la posibilidad al usuario de manejar su termostato desde lejos, utilizando un teléfono móvil o una plataforma en línea, y también permite las mejoras del sistema del termostato (lab., 2015).

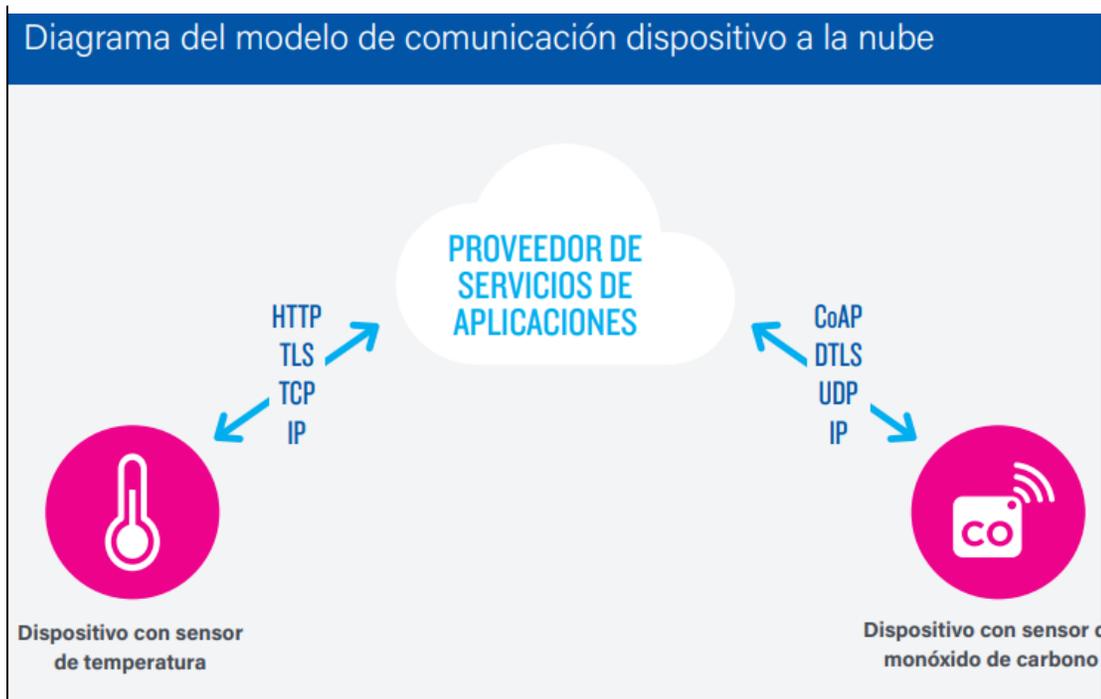
De manera similar la tecnología SmartTV de Samsung funciona de tal manera que el televisor se conecta a Internet para enviar datos a Samsung, lo que permite su análisis y activa las características interactivas de reconocimiento de voz del dispositivo.

En estas situaciones, el modelo de dispositivo conectado a la nube ofrece beneficios al usuario final, puesto que aumenta las funcionalidades del aparato más allá de lo que ofrece de manera básica. Sin embargo, al intentar unir dispositivos de distintos productores, pueden aparecer dificultades de compatibilidad.

Muchas veces el dispositivo y el servicio en la nube provienen del mismo desarrollador tecnológico. Si se emplean protocolos de datos exclusivos entre el aparato y el servicio en la nube, el propietario del aparato o el usuario podrían quedar vinculados a un servicio en la nube particular, lo que restringiría o impediría la posibilidad de utilizar otros proveedores de servicios

Esto comúnmente se denomina “dependencia de un proveedor”, un concepto que incluye diferentes aspectos de la relación con el proveedor, tales como la posesión y el acceso a la información. Al mismo tiempo, los usuarios suelen tener la confianza de que los aparatos creados para su plataforma particular podrán conectarse.

Figura 2.2 Modelo de comunicación de dispositivo a la nube



Fuente; Tschofenig, H. et. Al Architectural Considerations in Smart Object Network Tech. No RFC. 7452 IAG. Marzo 2015

2.8.3 Dispositivo a puerta de enlace

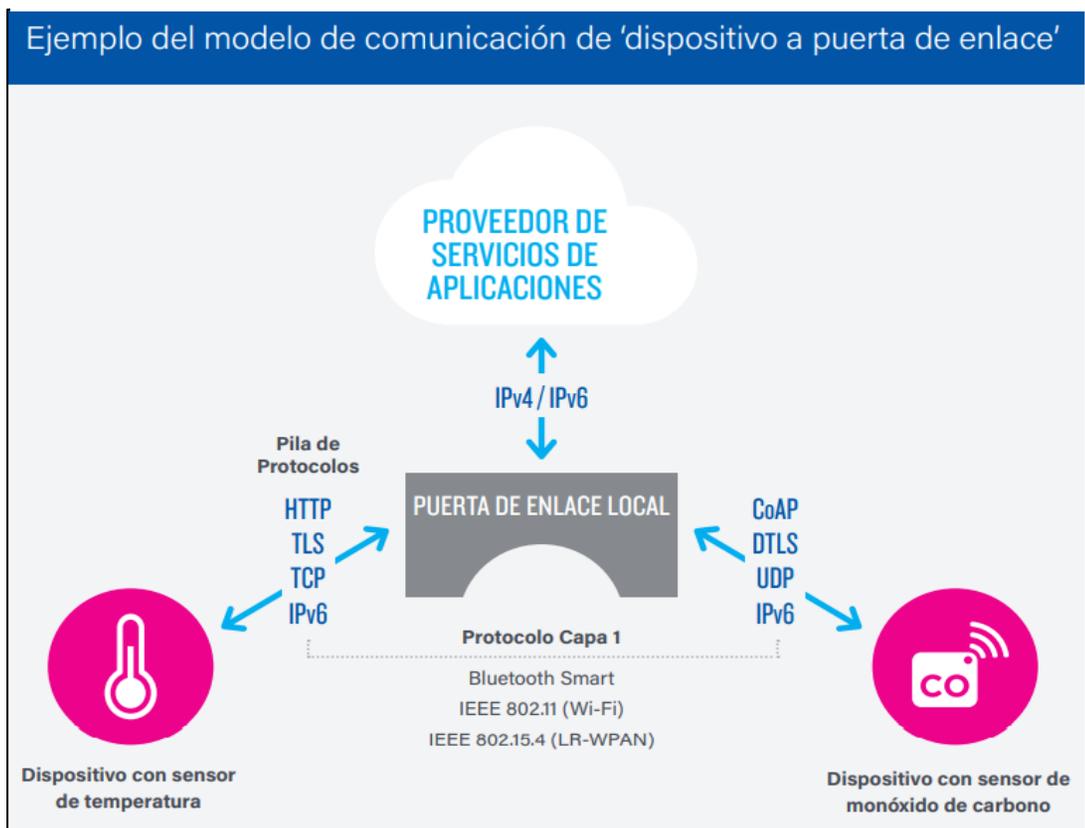
En el modelo de dispositivo a puerta de enlace, o de manera más amplia en el modelo de puerta de enlace de capa de aplicación, el dispositivo de IoT se conecta a un servicio de puerta de enlace de aplicación para acceder a un servicio en la nube.

En otras palabras, esto implica que hay un software de aplicación funcionando en un dispositivo de puerta de enlace local, mismo que opera como un mediador entre el dispositivo y el servicio en la nube, además de ofrecer seguridad y otras capacidades como la traducción de protocolos o datos.

En los aparatos que se utilizan en el hogar se emplean distintas versiones de este modelo. En numerosas ocasiones, el equipo de conexión local es un teléfono móvil que cuenta con una aplicación para interactuar con un dispositivo y enviar información a un servicio en la nube.

Este es el tipo de modelo que generalmente se utiliza con productos de uso común, como los aparatos que permiten monitorear la actividad física. Estos aparatos no poseen la habilidad innata para enlazarse directamente con un servicio en la nube, por lo que frecuentemente recurren a una aplicación móvil que actúa como un intermediario.

Figura 2.3 Modelo de comunicación de dispositivo a puerta de enlace



Fuente; Tschofenig, H. et. Al Architectural Considerations in Smart Object Network Tech. No RFC. 7452 IAG. Marzo 2015

Otra forma de este modelo tipo dispositivo a puerta de enlace es la aparición de dispositivos "hub" en las aplicaciones de domótica. Estos dispositivos actúan como un enlace local entre los dispositivos individuales de IoT y un servicio en la nube, y también pueden minimizar los inconvenientes de interoperabilidad entre los dispositivos mismos (Thaler, 2015).

Por ejemplo, el hub SmartThings es un dispositivo de puerta de enlace independiente

que tiene instalados transceptores Z-Wave y Zigbee para comunicarse con ambas familias de dispositivos se enlaza con el servicio en la nube de SmartThings, lo que permite al usuario controlar los dispositivos a través de una aplicación móvil y una conexión a Internet.

2.8.4 Intercambio de datos a través de back end

El modelo que trata sobre el intercambio de información a través del sistema de soporte se refiere a una estructura de comunicación que posibilita que las personas exporten y examinen datos de dispositivos inteligentes de un servicio basado en la nube, junto con información de otras fuentes.

Esta estructura respalda “la necesidad del usuario de permitir que terceros accedan a los datos que han sido enviados por sus sensores”. Este método es una evolución del modelo de comunicación que va de ‘dispositivo único a la nube’, lo que puede resultar en la creación de silos de información donde “los dispositivos de la IoT envían datos a un único proveedor de servicios de aplicaciones” (Avila, 2015).

Una arquitectura de intercambio de datos a través del back-end permite agregar y analizar los datos recogidos de flujos obtenidos de un solo dispositivo de la IoT. Por ejemplo, a un usuario empresarial responsable de un edificio de oficinas le gustaría reunir y examinar los datos sobre el uso de energía y otros servicios proporcionados por todos los sensores de IoT y los sistemas conectados a Internet disponibles en las instalaciones.

En el modelo de 'dispositivo único a la nube', a menudo la información generada por cada sensor o sistema de la IoT se queda almacenada en un silo de datos separado. Una buena arquitectura de intercambio de datos en el back-end haría posible que la compañía acceda y evalúe sin dificultad, en la nube, la información producida por todos los dispositivos instalados en el edificio.

Además, esta arquitectura potencia la portabilidad de los datos. Las arquitecturas eficientes de intercambio de datos en el back-end permiten a los usuarios transferir su información al cambiar de proveedor de IoT, eliminando así las limitaciones que imponen los silos de datos tradicionales.

El modelo de transferencia de datos mediante back-end propone que, para lograr la compatibilidad de los datos de dispositivos inteligentes guardados en la nube, se requiere un procedimiento de servicios federados o interfaces de programación de aplicaciones (APIs) en la nube.

Este modelo arquitectónico representa una estrategia para conseguir interoperabilidad entre estos sistemas de back-end. El IETF Journal propone que "los protocolos estándar pueden ser útiles, pero no bastan para erradicar los silos de datos, ya que entre los proveedores se requieren modelos de información compartidos" (Tschofenig, 2015).

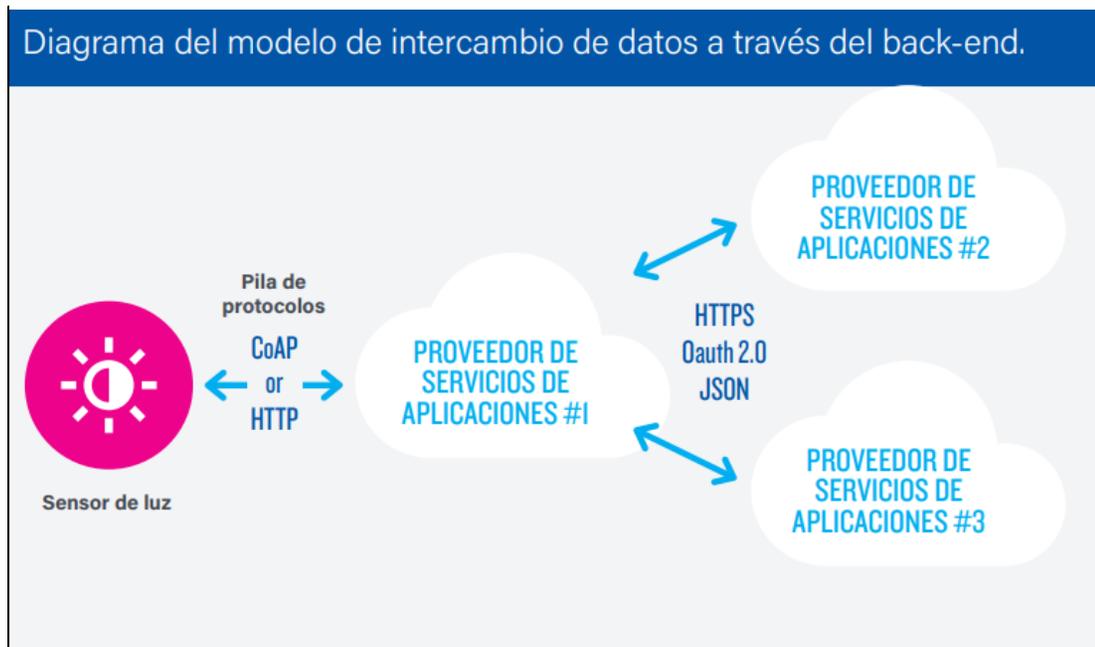
En términos simples, la efectividad de este modelo de comunicación depende en gran medida de la estructura de los sistemas fundamentales de la IoT. Las arquitecturas de intercambio de información a través del back-end no pueden sobrepasar del todo los diseños de sistemas que son cerrados.

Los cuatro modelos fundamentales de comunicación ilustran las estrategias de diseño que se emplean para facilitar la comunicación entre los dispositivos de la IoT. Aparte de algunas cuestiones técnicas, la adopción de estos modelos se ve en gran medida afectada por la distinción entre dispositivos abiertos y propietarios que se conectan en red.

En el modelo denominado 'dispositivo a puerta de enlace', su rasgo más destacado es la habilidad de sortear las limitaciones que conlleva enlazar dispositivos propietarios con la IoT. Esto indica que la capacidad de trabajar juntos de los dispositivos y la utilización de estándares abiertos son aspectos fundamentales en el diseño y la creación de sistemas interconectados de la Internet de las Cosas.

Desde la perspectiva del usuario en general, estos modelos de comunicación ayudan a mostrar cómo los dispositivos conectados en red pueden añadir valor. Al facilitar que el usuario tenga un acceso más eficiente a un dispositivo de la IoT y a la información que genera, se incrementa el valor total del dispositivo. Por ejemplo, en tres de los cuatro modelos de comunicación citados, finalmente los aparatos se vinculan a servicios de análisis de datos en un entorno de computación en la nube.

Figura 2.4 Modelo de comunicación de datos a través de back end



Fuente; Tschofenig, H. et. Al Architectural Considerations in Smart Object Network Tech. No RFC. 7452 IAG. Marzo 2015

Al crear conductos para comunicar datos a la nube, tanto los usuarios como los proveedores de servicios tienen la capacidad de incorporar datos, examinar grandes cantidades de información y representar los datos de manera más sencilla; además, las herramientas de análisis predictivo extraen un mayor beneficio de los datos de la IoT en comparación con lo que logran las aplicaciones tradicionales que trabajan con datos aislados. En resumen, las estructuras de comunicación eficaces son un factor clave para añadir valor al usuario final, ya que permiten el uso de la información de maneras innovadoras.

No obstante, es importante destacar que estas ventajas tienen sus inconvenientes. Al evaluar una arquitectura específica, es fundamental analizar detenidamente los gastos que los usuarios deben asumir para acceder a los recursos en la nube, sobre todo en las áreas donde los costos de conexión son altos. Los esquemas de comunicación eficientes son beneficiosos para los usuarios finales, aunque también es relevante señalar que los enfoques efectivos de comunicación en la IoT fomentan la innovación tecnológica y crean oportunidades para el desarrollo comercial. Se pueden crear nuevos productos y servicios que utilicen los flujos de datos de la IoT que antes no estaban disponibles, y estos pueden impulsar la innovación.

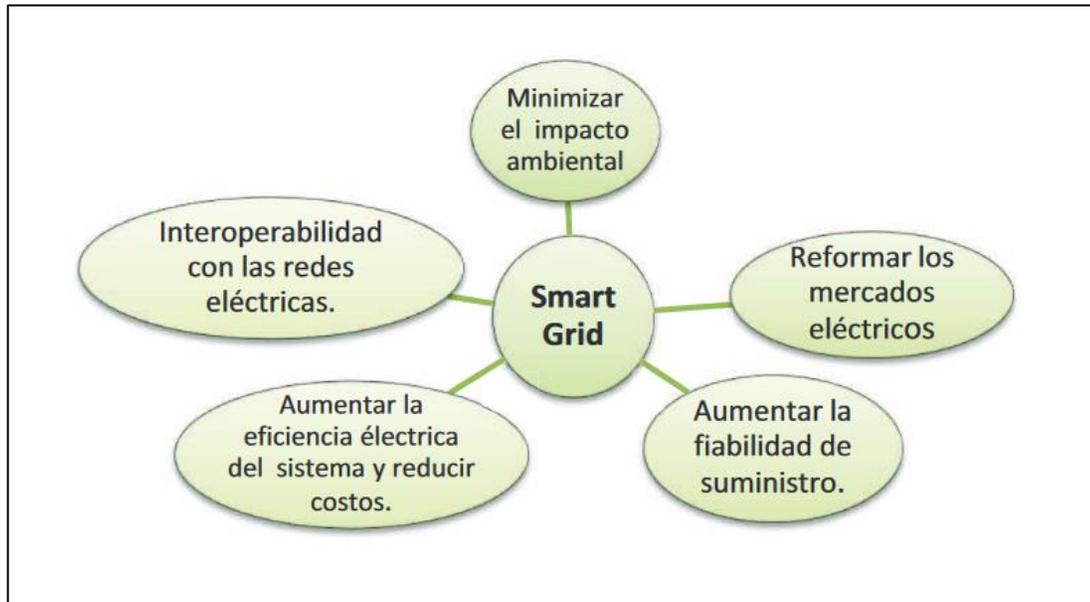
2.9 SMART GRID

Una Red Inteligente dispone de soluciones y servicios novedosos, además de un seguimiento inteligente, gestión, comunicación y tecnologías de auto reparación con el objetivo de:

- Optimizar la conectividad y el rendimiento de generadores, independientemente de su tamaño o tecnología;
- Facilitar que los usuarios participen en la mejora de la gestión del sistema;
- Brindar a los usuarios más datos y alternativas para seleccionar las ofertas;
- Disminuir de manera notable el efecto ambiental del sistema eléctrico de suministro;
- Conservar o incluso elevar los niveles actuales de fiabilidad, calidad y seguridad en el suministro del sistema;
- Preservar y aumentar la eficiencia de los servicios actuales;
- Impulsar la integración de los mercados hacia un mercado europeo unificado.

Las Redes Inteligentes brindan no solo electricidad sino también datos. La "inteligencia" se expresa a través de un uso más eficiente de las tecnologías y soluciones para mejorar la organización y operación de las redes eléctricas actuales, gestionar de manera inteligente la producción y ofrecer nuevos servicios, además de potenciar la eficiencia del consumo energético.

Figura 2.5 Orientación de las Smart Grids



Fuente: CENACE

La Red Inteligente hace alusión a las etapas de distribución y traslado de la red eléctrica (no de gas), “tienen la capacidad de responder a la demanda y equilibrar el consumo eléctrico con la generación y el potencial de integrar nuevas tecnologías de almacenamiento” (ABB, 2021) y no aparecerá de manera muy distinta a las infraestructuras eléctricas tradicionales actuales, “cobre y hierro”. No obstante, facilitarán una mejor relación entre costos y eficiencia y efectividad.

No será ninguna revolución, sino de un desarrollo o un avance constante de las infraestructuras eléctricas para atender las demandas de los consumidores presentes y futuros. Es un conjunto más extenso de tecnologías y soluciones que solo la medición inteligente.

2.9.1 Característica de una red inteligente

2.9.1.1 Eficiencia energética

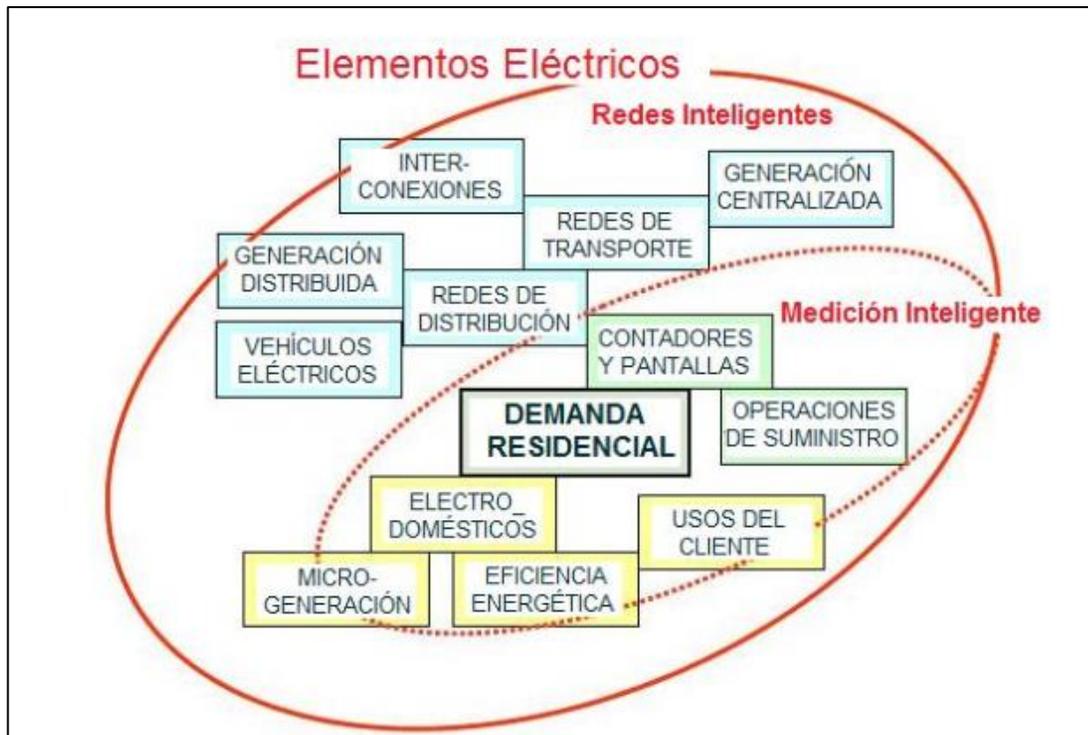
Sin lugar a dudas, la forma más eficaz de minimizar la contaminación, los gastos y los peligros en torno a la generación y el transporte de electricidad es consumiendo menos energía. Por esta razón, la eficiencia energética o la disminución del uso de energía se convierte en un elemento clave dentro de la estrategia energética.

Una Red Inteligente es un sistema eficaz para la distribución de energía eléctrica que emplea tecnología digital para minimizar las pérdidas y aumentar la confianza en el servicio. Una característica distintiva de la Red Inteligente es la red de contadores inteligentes que generalmente van instalados a lo largo de ella, en las casas, negocios, fábricas, estaciones de transporte y fuentes de generación.

Estos dispositivos de medición y control proporcionan de manera continua datos a los equipos informáticos, lo que permite a los operadores tener una visión clara de lo que ocurre en toda la red en cualquier momento. “La red inteligente propone respuestas y soluciones a las preocupaciones de adecuación del suministro de electricidad” (Gomez & Hernández , 2017)

La Red Inteligente brinda a los operadores la capacidad de conocer con precisión la cantidad de energía requerida cada minuto, eliminando la necesidad de suministrar más electricidad de la necesaria para garantizar que haya energía disponible cuando se quiera. Este enfoque, que actualmente es ineficiente, crea una oportunidad para reducir el consumo de energía.

Figura 2.6 Elementos eléctricos de una red inteligente



Fuente: Estudio sobre el estado actual de las "Smart Grids" 2011

Con la comunicación bidireccional de la infraestructura de Red Inteligente, igualmente se puede observar la efectividad de los dispositivos en un gran inmueble comercial y proporciona sugerencias operativas sobre cómo economizar recursos y energía en diferentes momentos del día. Optimizar el consumo energético de estos grandes consumidores puede resultar en un ahorro de entre 2,000 y 9,000 millones de kWh anualmente solo en Estados Unidos.

Además, la red renovada aumenta la eficacia, perfeccionando el modo en que se vigila y coordina la producción, el traslado y la distribución de energía, incorporando nuevos procedimientos para la alimentación del sistema de control y recolección de datos, el control de la generación, la gestión de energía y cargas, la cogeneración, y la fijación de precios en tiempo real de la energía. "El soporte de respuesta a la demanda permite que los generadores y las cargas interactúen de manera automatizada en tiempo real, coordinando la demanda

para aplanar los picos” (HISOUR, 2021).

Estas acciones, junto con los materiales recientes para conductores y transformadores, las líneas de alta tensión en corriente continua, los Sistemas Flexibles de Transporte por Corriente Alterna, el almacenamiento de energía y la mejora en la información, comunicación y optimización del sistema, contribuirán a disminuir las pérdidas en la línea.

2.9.1.2 Fiabilidad

A medida que la infraestructura de la red envejece, se manifiestan cortes y otras alteraciones en la calidad de la energía. La utilización de interruptores manuales, la escasez de equipos automatizados y la incapacidad para “observar” lo que sucede en la red son las causas de estas interrupciones en el suministro.

Aunque ya se están iniciando los cambios de los interruptores manuales a los automáticos, actualmente la red sigue careciendo de estos, lo que impide una recuperación rápida y pone en peligro tanto la economía como la seguridad (Nuñez, 2021).

Para prevenir estos inconvenientes, una Red Inteligente contribuye a reducir la cantidad de interrupciones eléctricas mediante un entendimiento más profundo de lo que está ocurriendo en la red en su totalidad.

Esto se logra gracias a datos en tiempo real provenientes de millones de puntos de monitoreo dispersos por todo el país y se alcanza:

- Identificar el envejecimiento de la infraestructura que necesita ser retirada.
- Incluir más automatización, la cual facilita que la red proteja, gestione y se comunique con sus componentes, identificando y solucionando problemas de manera rápida.
- Emplear diversas fuentes de energía, en vez de depender de plantas de energía centralizadas, y aplicar tecnología avanzada para garantizar que, si una fuente presenta fallos, la electricidad pueda ser enviada rápidamente desde otras fuentes, ajustando y redirigiendo la energía con agilidad.
- Identificarlos los equipos dañados mediante sistemas de control automatizados, para que

puedan ser reparados o sustituidos antes de que fallen.

- Contar con un programa de gestión del suministro que detecte los primeros indicios de un corte de energía en cadena y realice las modificaciones necesarias con poco control manual adicional.

2.9.1.3 Energías renovables

El inconveniente principal radica en que la energía de una planta de generación central es producida de manera continua, mientras que la energía proveniente de renovables llega en picos, dependiendo de si hay viento o sol. Estas variaciones en la producción de energía hacen complicado repartir estos recursos cuando el operador del sistema los requiere.

El almacenamiento energético, las previsiones dinámicas y las tecnologías de comunicación propias de una Red Inteligente pueden facilitar la integración de estas energías renovables al sistema, lo que contribuye a equilibrar la demanda total. Las denominadas "pérdidas en la línea" representan una ineficiencia, y si se lograra mejorar la eficiencia de la red actual, incluso solo en un 5%, el ahorro en energía sería comparable a quitar 53 millones de coches de las calles de Estados Unidos.

Estas pérdidas son muy costosas cuando la energía se desplaza una distancia relativamente corta desde la planta hasta el consumidor final; sin embargo, al añadir más energías renovables a la mezcla de generación, las ineficiencias se vuelven más pronunciadas. Por ello, es necesario contar con una "autopista eléctrica" más eficiente que pueda manejar estas distancias y complejidades.

En la nueva Red Inteligente, los contadores instalados en residencias o empresas reportan el consumo energético a la compañía eléctrica y permiten a los usuarios acceder a descuentos en su factura (si hay normativas que permitan vender energía de vuelta a la empresa).

Estos medidores también notifican tanto a los usuarios como a la compañía eléctrica sobre cuándo es preciso disminuir el consumo de energía de la red. La naturaleza colaborativa

del nuevo sistema de Redes Inteligentes también posibilita la cooperación entre consumidores, generadores, transportistas y distribuidores para equilibrar la demanda eléctrica.

Asimismo, en el futuro, los electrodomésticos inteligentes se ajustarán automáticamente en función de las preferencias del usuario, las necesidades de la red, o ambas. Incluso los vehículos formarán parte de esta red en el futuro, bajo un esquema que se denomina vehículo-a-red (V2G, Vehicle to Grid); las baterías de automóviles híbridos podrán conectarse a la red para suministrar electricidad durante las horas pico o en situaciones de cortes de energía.

2.9.1.4 Seguridad

Una parte crucial de la defensa nacional es la protección en el ámbito digital. Los "ataques cibernéticos" pueden presentarse de diversas maneras: acceso indebido y violaciones a los sistemas de control, interceptación y alteración de datos de control, vigilancia y señales, ataques distribuidos o coordinados sobre los elementos del sistema, y programas dañinos como virus o gusanos que afectan el software y su operatividad, incluyendo errores no intencionados de los usuarios. "Las cifras sobre las fallas indican que, debido a la estructura radial de los alimentadores y la elevada frecuencia de fallos en los equipos, los sistemas de distribución tienen un impacto significativo en la falta de disponibilidad de la energía eléctrica" (Sayas & La Torre, 2016).

Sin embargo, la capacidad de procesamiento extra de una Red Inteligente junto con su mayor ancho de banda posibilita el uso de métodos de defensa más avanzados para la red y programas de encriptación que pueden impedir ataques cibernéticos en los sistemas de producción de energía y transporte.

De este modo, la nueva red fortalece la protección de la infraestructura esencial, garantizando la disponibilidad de energía y anticipándose a los peligros que amenazan la integridad del sistema. Es crucial señalar que a medida que avanza la implementación de la tecnología de la Red Inteligente, se incorporan medidas de seguridad adicionales en el sistema. No obstante, la Red Inteligente presenta un nivel de seguridad intrínseco superior al

de la red existente, y gracias a su comunicación en ambas direcciones, es capaz de detectar, recuperarse y reaccionar con rapidez ante amenazas y interrupciones.

2.9.1.5 Economía

Además de los gastos que se evitan al no sufrir cortes, ni requerir mantenimiento o reemplazo de la infraestructura, la red renovada también beneficia económicamente a los usuarios. Ellos obtienen mayor control sobre el uso de la electricidad en sus hogares y negocios, lo que puede traducirse en un incremento de sus ingresos disponibles. A nivel nacional, la facultad de los consumidores para manejar y disminuir su consumo energético y los gastos asociados podría generar ahorros significativos, quizás alcanzando billones de euros anuales.

Y como novedad, dispositivos inteligentes y vehículos estarán fundamentados en las últimas tecnologías, por lo que una Red Inteligente generará nuevos mercados que impulsarán la economía. La energía sostenible y renovable juega un papel crucial en la recuperación económica, y los especialistas están de acuerdo en que incrementar su utilización dará lugar a nuevas industrias, oportunidades laborales y empleos bien pagados.

Pero, la infraestructura eléctrica existente no es capaz de gestionar la energía renovable, ya que fue concebida para transportar energía desde un punto de suministro central (como una planta generadora) hacia lugares de consumo fijos y predecibles (hogares o empresas). Una Red Inteligente incorpora la energía de centrales eléctricas, así como la solar y geotérmica, y también fuentes de energía distribuidas, como los paneles solares en techos y otras formas de energía limpia.

2.9.1.6 Reducción de costos

Los especialistas afirman que implementar una Red Inteligente en los próximos diez o veinte años podría requerir una inversión de hasta 45,000 millones de euros. Al no haberse desarrollado aún, las previsiones sobre si se espera reintegrar esos fondos se basan en estimaciones derivadas de estudios comunitarios a pequeña escala o pruebas de mercado.

Sin embargo, las tecnologías de Redes Inteligentes tienen la capacidad de reducir los

aumentos de precios que son inevitables a largo plazo. Por ejemplo, algunas proyecciones sobre la nueva red sugieren que generará aproximadamente 1,25 billones de euros para la economía de Estados Unidos en 2020, gracias a un menor consumo energético y una mejor fiabilidad (De la Rubia, 2019).

Una Red Inteligente aporta ventajas a las empresas de electricidad, ya que les facilita administrar de manera más eficaz el consumo y la compra de energía. Investigaciones realizadas en distintos mercados de prueba han revelado que los usuarios están dispuestos a aceptar cierto nivel de "control" por parte de las compañías sobre sus dispositivos, siempre y cuando se respeten ciertos límites establecidos.

Esto posibilita a las empresas disminuir la demanda de energía en momentos de alta carga, dado que adquirir electricidad en estos períodos resulta más costoso. Incluso ajustes modestos pueden generar beneficios importantes para las compañías eléctricas. Además, la implementación de nuevas infraestructuras evitará la necesidad de llevar a cabo reparaciones y mejoras que de cualquier forma serían necesarias, un gasto estimado en aproximadamente 50,000 millones de euros a lo largo de 20 años de funcionamiento de la red.

Pero una Red Inteligente también reduce costos en casas y empresas. A nivel general, la nueva red implica un servicio más confiable y destinar fondos a ella acabará con las pérdidas económicas que enfrentan las compañías anualmente debido a fallos eléctricos. Para cada persona, la nueva red representa un uso más efectivo de la energía, gracias a los medidores y sistemas de control que se instalan en hogares y negocios.

2.9.1.7 Elección del consumidor

La Red Inteligente ofrece a los consumidores una mejor manera de monitorear y gestionar cómo se genera y se distribuye su energía. Esto implica la utilización de tecnología más avanzada, como equipos, líneas de transmisión y centros de distribución, así como la incorporación de contadores modernos, sistemas de seguimiento y dispositivos de comunicación en hogares y empresas.

Todos estos "cerebros" computarizados se comunican entre sí y con el usuario para asegurarse de que usa la cantidad correcta de energía y en momentos en que la energía cuesta

menos, minimizando su impacto ambiental. Con esta nueva tecnología, el usuario puede gestionar su propio consumo, configurando diferentes preferencias en su cuenta que informan a su compañía de electricidad para hacer ajustes en función de sus elecciones. “Una característica distintiva de la Red Inteligente es la red de contadores inteligentes que generalmente van instalados a lo largo de ella, en las casas, negocios, fábricas, estaciones de transporte y fuentes de generación” (Lorente, 2011)

El usuario podría recibir una notificación de voz en momentos de mayor uso de energía, sugiriendo que apague ciertos dispositivos de manera remota a cambio de un beneficio económico. Alternativamente, su frigorífico puede enviarle un aviso indicándole que la temperatura está demasiado baja o alta.

Y todo esto está totalmente automatizado e interoperable; con la facilidad "plug and play". Como los electrodomésticos y otras tecnologías están conectados entre sí, se pueden crear redes de área local de electrodomésticos inteligentes, termostatos, sistemas de seguridad y electrónicos que hablen con la Red Inteligente

Además, la renovada red posibilita que el usuario produzca su propia energía. Si cuenta con paneles solares, es considerablemente más sencillo enlazarlos para sumar su electricidad a la red. Las recientes mediciones y las tecnologías de respuesta a la demanda facilitan la comprensión de la cantidad de energía que se está generando, utilizando, pagando y retornando a la red. El propósito de las innovaciones tecnológicas es ofrecer más alternativas al usuario para generar su propia energía para su hogar, comunidad o empresa.

2.9.1.8 Independencia energética

Es esencial contar con una Red Inteligente para potenciar la generación interna de energía mediante el uso de recursos limpios y renovables, dado que la infraestructura eléctrica actual no está diseñada para incorporar estos tipos de recursos energéticos. Por otro lado, la Red Inteligente posee la tecnología y la automatización requeridas para regular el flujo de energía desde esas fuentes a diversas velocidades en distintos momentos del día.

Otra tecnología en energía que está surgiendo y podría influir significativamente en la disminución de la dependencia del petróleo extranjero es la nueva generación de automóviles

eléctricos híbridos.

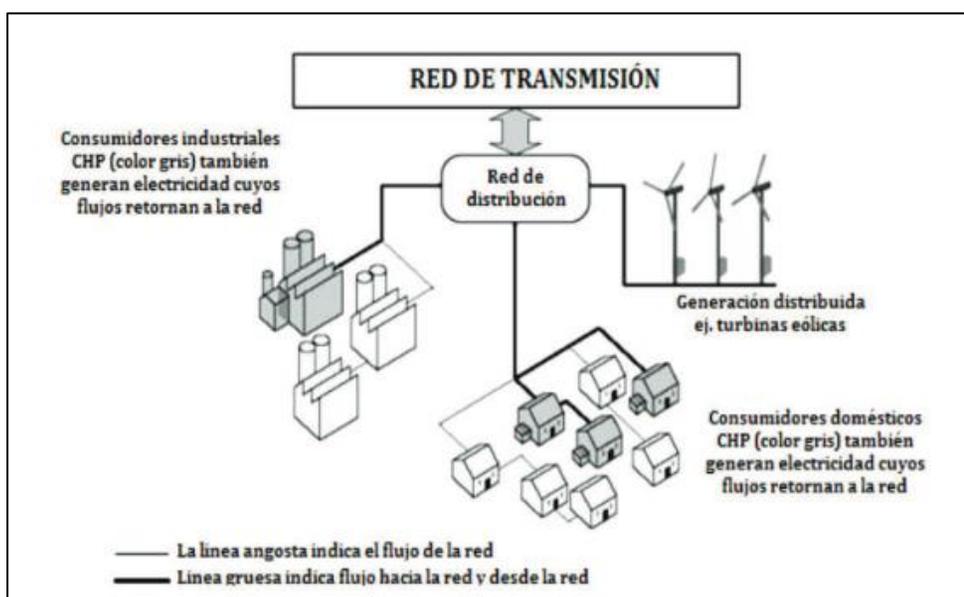
Estos automóviles tienen la capacidad de acumular energía y ofrecerla a la red en momentos de necesidad. Transformando los automóviles y pequeños camiones actuales en modelos híbridos eléctricos que se cargan durante la noche, cuando hay una menor demanda de energía, se podría disminuir el uso de petróleo en 6,2 millones de barriles diarios y se eliminaría el 52% de las importaciones actuales. Sin embargo, sin una Red Inteligente, esta situación no se puede lograr (Carbajo , 2010).

Para gestionar el aumento de la carga plug-in de vehículos híbridos y eléctricos, es crucial contar con sistemas de comunicación automatizados e integrados, así como con redes de distribución mejoradas que ofrezcan mayores capacidades. La Red Inteligente también incluirá cargadores avanzados que facilitarán la gestión de estos vehículos a medida que las nuevas tecnologías se desarrollen en la red.

2.10 La generación distribuida y energía renovables

El concepto de Generación Distribuida se refiere al uso de generadores ubicados cerca de los centros de consumo y que están enlazados a las redes de distribución. Estas instalaciones pueden ser tanto tradicionales como alternativas.

Figura 2.7 Componentes de la red inteligente



Fuente: Estudio sobre el estado actual de las "Smart Grids" 2011

Jeremy Rifkin, en su libro *La economía del hidrógeno*, afirma: “La energía es la esencia fundamental y el recurso a partir del cual se edifica toda la cultura humana” (Rifkin, 2002).

La generación distribuida, que también se llama generación in-situ, generación embebida, generación descentralizada, generación dispersa o energía distribuida, posee diversas definiciones. Por ejemplo, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía en México recoge lo siguiente:

Generación a menor escala ubicada cerca del sitio de uso.

Producción de energía eléctrica con equipos que son relativamente pequeños comparados con las grandes plantas de generación, permitiendo su conexión en casi cualquier parte de una red eléctrica.

Es la generación que se conecta directamente a las redes de distribución.

Se refiere a la producción de electricidad mediante instalaciones que son considerablemente menores que las plantas tradicionales y que se encuentran cerca de los consumidores.

Es la generación de electricidad mediante instalaciones de menor capacidad, generalmente por debajo de 1. 000 kW. Consiste en sistemas que producen o almacenan energía eléctrica, ubicados dentro o cerca de los puntos de consumo.

Es la producción de electricidad por generadores colocados, o bien en el sistema eléctrico de la empresa, en el sitio del cliente, o en lugares aislados fuera del alcance de la red de distribución.

Es la producción de energía eléctrica en pequeña escala y cercana a los puntos de uso, utilizando tecnologías eficientes, destacando la cogeneración, que optimiza el aprovechamiento de los combustibles empleados.

Y de todas ellas se extrae la siguiente: “La Generación Distribuida se refiere a la producción o almacenamiento de electricidad a menor escala, lo cual está más próximo al

punto de consumo, permitiendo la posibilidad de operar (comprar o vender) con la red eléctrica y, en ciertas ocasiones, buscando la mayor eficiencia energética. “En términos generales y considerando las normativas del sector eléctrico en España, se puede afirmar que en España se comprende como Generación Distribuida:

- Una “pequeña” potencia ubicada en puntos cercanos al consumo.
- Conectada a la red de distribución.
- Es frecuente que una parte de dicha generación sea consumida (“técnicamente”) por la misma instalación y el resto se exporte a una red de distribución.
- No existe una planificación centralizada de dicha generación y no suele despacharse centralizadamente.
- La potencia de los grupos suele ser menor de 50 MW.

2.10.1 Ventajas de la generación eléctrica distribuida

“La generación distribuida responde a los problemas de la generación tradicional. los beneficios se clasifican en cinco categorías similares en la producción, en la construcción, en el funcionamiento, en el servicio, en el ambiente y en lo social” (Valencia, 2008).

Las principales ventajas con las que cuenta la Generación Distribuida son:

- Aumento en la fiabilidad: En la actualidad, los usuarios menores dependen de la red para cubrir sus requerimientos energéticos en forma de electricidad. Si la red falla o sucede un problema en un Centro de Transformación, la electricidad no se proporciona a los usuarios. Si hubiera Generación Distribuida, los usuarios podrían abastecerse por sí mismos frente a las dificultades mencionadas.
- Mejora en la calidad de la energía: La generación descentralizada coloca la producción de energía más cerca del uso final. Esto reduce la cantidad de energía reactiva y proporciona una tensión más constante, ya que requiere poca infraestructura de transporte, lo que permite al usuario acceder a una energía de mejor calidad.

- Disminución de las interrupciones: Gracias a este tipo de producción, el usuario no está completamente atado a la red. Esto permite que los generadores de menor escala produzcan energía para ayudar a estabilizar la red cuando sea necesario, lo que reduce el número de cortes en el suministro.
- Uso más eficiente de la energía: Situar la fuente de generación más cerca del lugar de consumo no solo elimina la necesidad de largas líneas de transporte, lo que mejora la eficiencia, sino que también permite aprovechar el calor residual de la generación térmica para aplicaciones térmicas, optimizando así el uso de los recursos energéticos.
- Empleo de fuentes de energía renovable: El desafío fundamental de las energías renovables es que la demanda de energía no se alinea con la disponibilidad de esta. Por consiguiente, para incrementar el aprovechamiento de energías renovables, es crucial implementar sistemas de almacenamiento que puedan cumplir con la demanda. Esto se logra gracias a la generación distribuida mencionada previamente, puesto que este modelo de generación está diseñado con baterías que conservan energía eléctrica.
- Adaptabilidad en la producción: Para la pequeña generación distribuida, no se requieren significativas inversiones ni de dinero ni de tiempo para su instalación, bastaría con acudir a un comercio y adquirir un panel solar o un generador de baja capacidad. Esto permite que este modelo de generación sea altamente adaptable en cuanto a la tecnología empleada, dado que no presenta la rigidez de las grandes plantas de energía, de modo que, en la pequeña generación distribuida, se puede cambiar dicha tecnología según los precios del mercado o las circunstancias de manera ágil y sencilla.
- Oportunidad de negocio: Sin generación distribuida a nivel individual, el usuario está completamente a merced de la red para cubrir sus requerimientos energéticos en forma de electricidad, y debe adquirirla a los precios establecidos por las grandes compañías; en cambio, con generación distribuida, el usuario tiene la posibilidad de producir su propia electricidad, lo que puede resultar más económico, permitiendo así disminuir el gasto en energía eléctrica.
- Disminución de gastos por la baja en la demanda máxima en la red de distribución.

- Provisión de energía en áreas donde no alcanza la red eléctrica tradicional (Microrredes, sistemas independientes).
- Ventajas ecológicas: Disminución de las emisiones a través de diversas tecnologías de generación descentralizada (fuentes de energía renovables).

2.10.2 Elementos de la red

- Inversores
- Tic
- Contadores Inteligentes
- Concentrador
- Seccionamiento
- Protección

2.10.3 Sistemas de generación

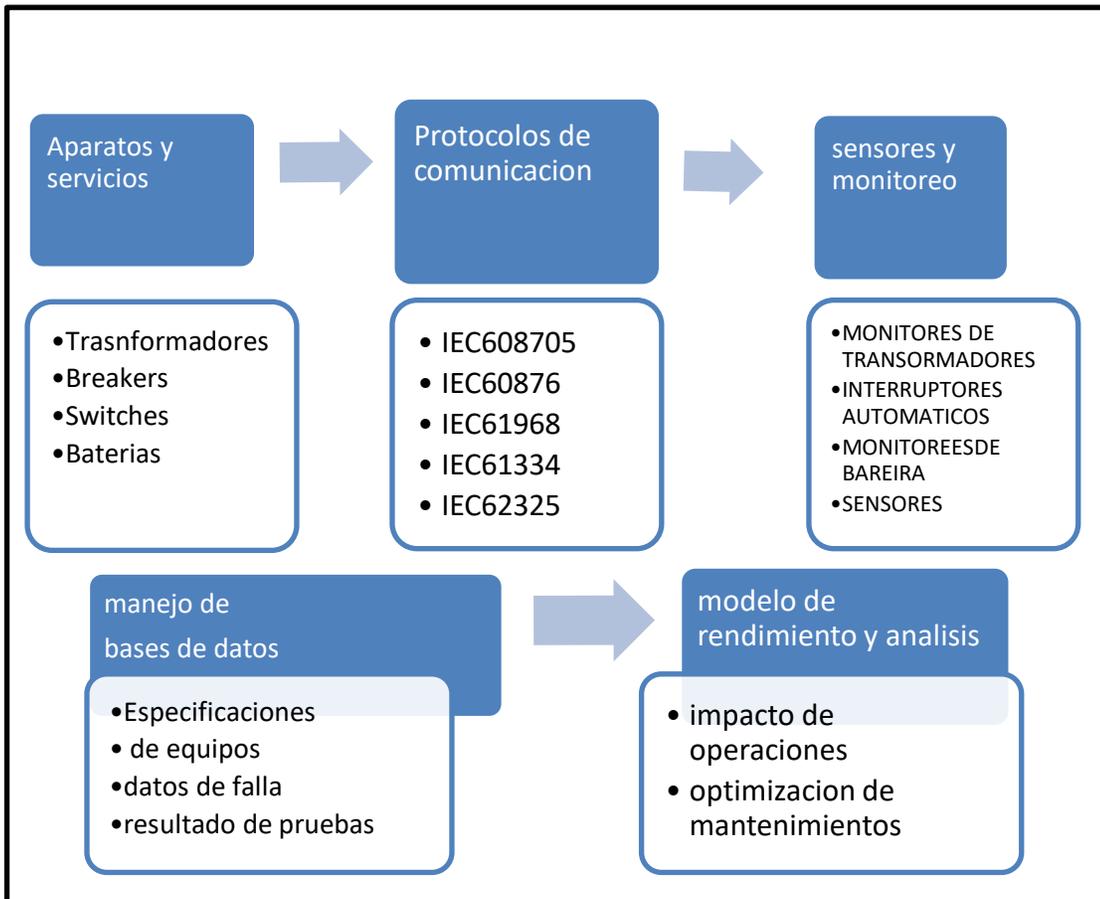
- Cogeneración
- Turbina de gas
- Motores de combustión interna
- Microturbinas
- Sistemas fotovoltaicos
- Central termoeléctrica
- Turbinas eólicas
- Turbinas hidráulicas
- Biomasa

- Geotérmica

2.10.4 Sistemas de almacenamiento local

- Baterías
- Volantes De Inercia
- Bobinas Superconductoras
- Supercondensadores
- Tecnología V2g
- Caes

Figura 2.8 Smart Grid integración de tecnología de información y tecnología de operación



Fuente: El autor

CAPITULO 3

ANALISIS Y RESULTADOS

ANALISIS DEL BENEFICIO AL INTRODUCIR LAS SMART GRIDS APLICANDO GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON LA AYUDA DE IOT

Balance de Energía Final Registro del movimiento energético a través de las diversas fases y acciones de la cadena de energía, así como las interacciones de equilibrio entre la provisión y el consumo (Isotrol, 2010).

Se realiza en unidades calóricas. Balance de Energía Aprovechable Registro de los variados flujos de energía, desde la obtención inicial hasta la energía útil que recibe el usuario final. Se consideran también las pérdidas. Se presenta en términos de calorías.

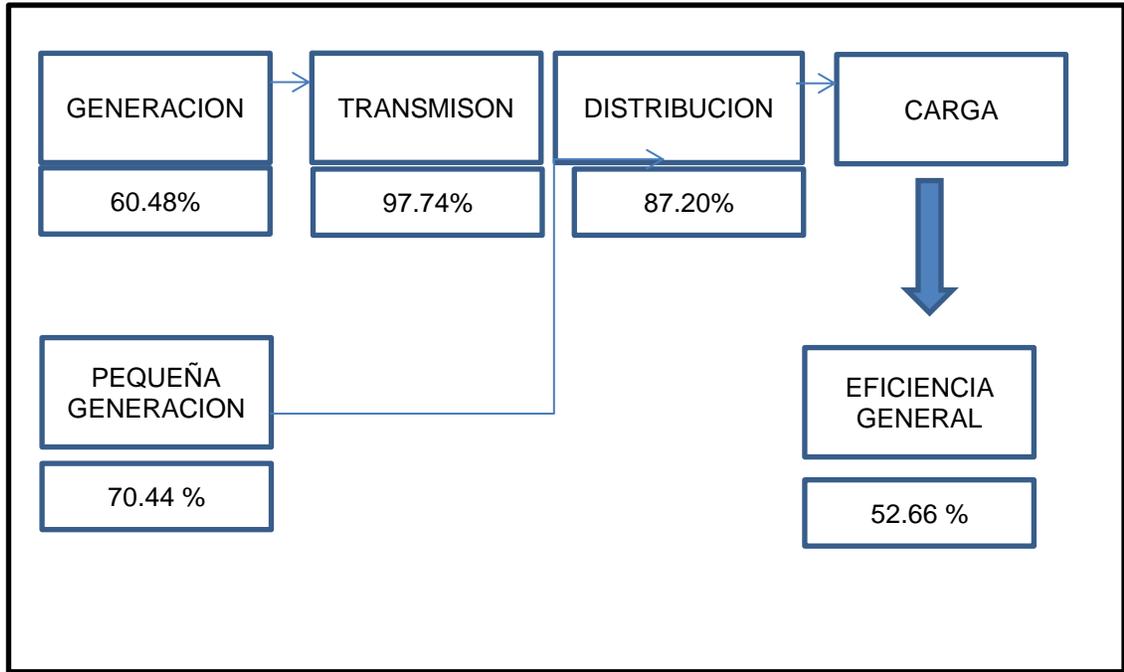
3.1 Calculo de la eficiencia global del sistema eléctrico

Considerando un modelo simplificado de fuentes de energía junto con los procesos de generación, transmisión y distribución, la siguiente imagen ilustra el cálculo de la eficiencia total del sector eléctrico en Ecuador, donde se destacan las distintas fases que participan en los procedimientos que permiten la conversión de la energía.

La eficiencia global del sistema es de 54,94 %, cifra que se considera baja a pesar de la significativa aportación de la energía hidroeléctrica, la cual tiene un proceso de conversión eficiente. Las eficiencias reducidas se deben a las plantas termoeléctricas de MCI que utilizan combustibles fósiles como el diésel, lo que disminuye la efectividad de la fase de generación. Estas instalaciones se emplean principalmente para satisfacer la demanda máxima en el sistema eléctrico de Ecuador.

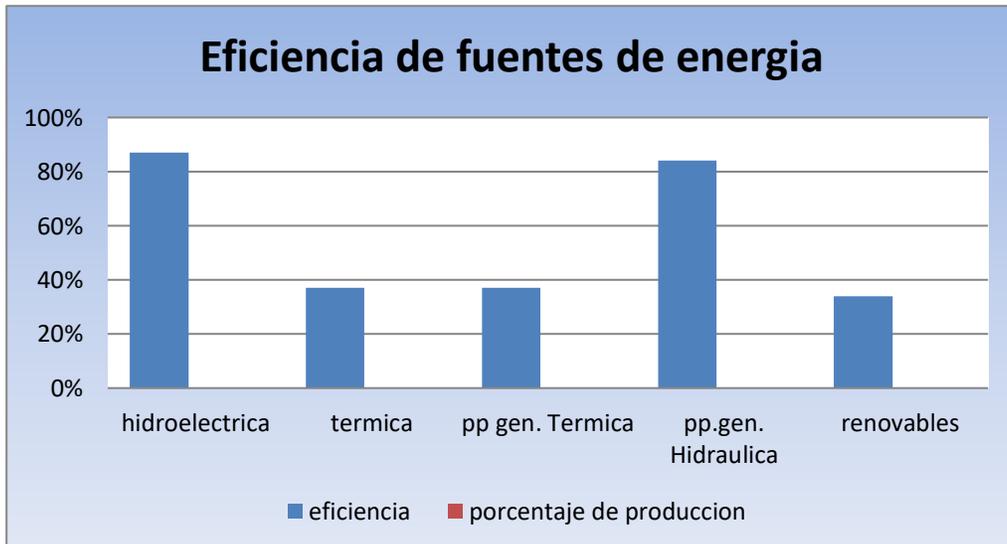
Por último, en el ámbito energético de Ecuador, únicamente el 12 % de la energía total consumida es objeto de transformación por medio del sistema eléctrico.

Figura 3.1 Elementos de la eficiencia global del sector eléctrico



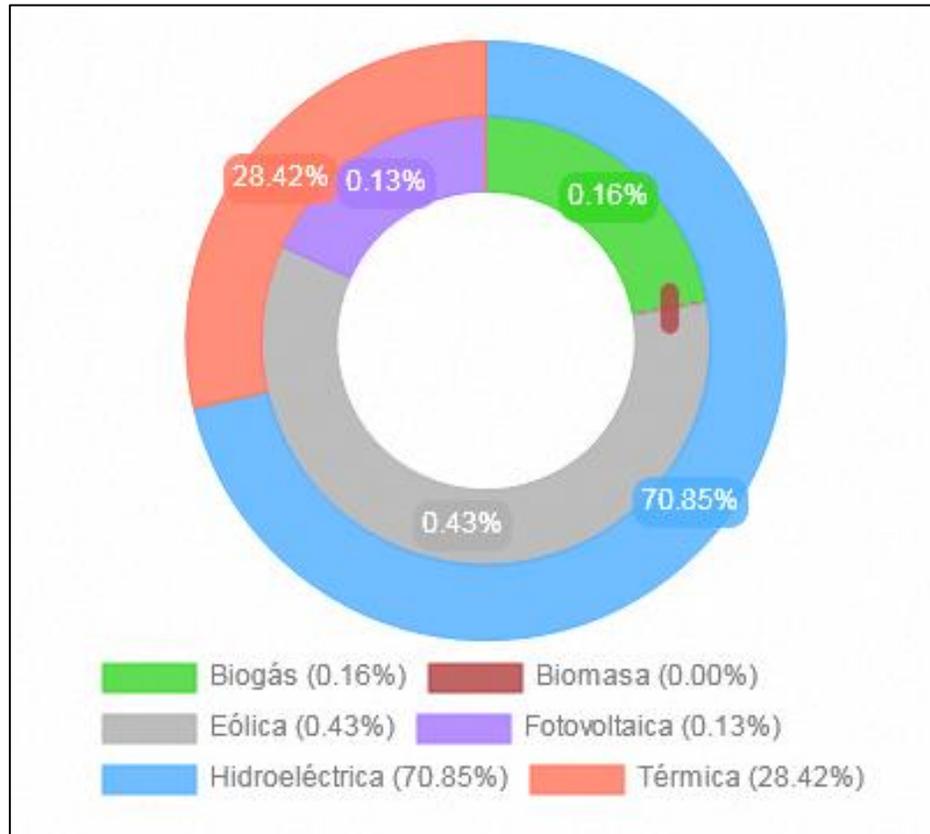
Fuente: Introducción de Smart Grid en Ecuador

Figura 3.2 Tipos de energía y rendimiento en el sector eléctrico



Fuente: Introducción de Smart Grid en Ecuador

Figura 3.3 Producción mensual neta por tipo de energía



Fuente: Operador de energía CENACE

3.2 Mapa de ruta para Smart Grids en Ecuador

Los propósitos que se persiguen en el proyecto de Redes Inteligentes para Ecuador son: eficiencia, mayor fiabilidad, reducción del impacto ambiental y mejora en la calidad del servicio. El modelo de referencia para las redes inteligentes se creó a partir del modelo OSI19 del sistema de comunicación, que organiza en capas los distintos elementos que deben ser incluidos en las soluciones de redes inteligentes.

Tabla 3.1 Modelo de siete capas para Smart Grids

INTELIGENCIA	Incorpora herramientas para el tratamiento avanzado de datos, como la minería de datos y procedimientos que están muy automatizados, sin necesidad de intervención humana. Esta última capa reúne información de diferentes sistemas y aplicaciones complejas para transformarla en datos útiles que respaldan la toma de decisiones.
ANALISIS	Contiene todas las herramientas y aplicaciones que ayudan a los agentes económicos en su proceso de toma de decisiones, utilizando información actual o datos del pasado desde el nivel del sistema.
MODELO	Representación conceptual del sistema de comunicación, la interfaz y los componentes de la capa física, con el fin de facilitar el análisis y las simulaciones en las capas superiores.
SISTEMA	Conjunto de herramientas y programas que reúnen información de los niveles de comunicación, de interfaz y del ámbito físico. Esta sección abarca tareas como el tratamiento de datos, la creación y supervisión de alarmas, eventos y registros, así como la recolección de datos pasados. Ejemplos de sistemas SCADA y administración de datos.
COMUNICACIÓN	Elementos que facilitan la transferencia de información entre componentes de una red inteligente. Incluye los métodos que posibilitan la interacción, como los protocolos, por ejemplo, para transmitir mensajes a niveles superiores. Se basan en enrutadores y otros equipos.
INTERFACE	Esta capa facilita la conexión y el envío de información entre los elementos físicos y las partes de capas superiores. Está vinculada a todo lo que permite la transición de lo analógico a lo digital.
FISICA	Elementos físicos e las redes eléctricas y todos los dispositivos que cumplen funciones con variables analógicas exclusivamente, como generadores diversos, cables, transformadores, sistemas de seguridad y contadores de energía.

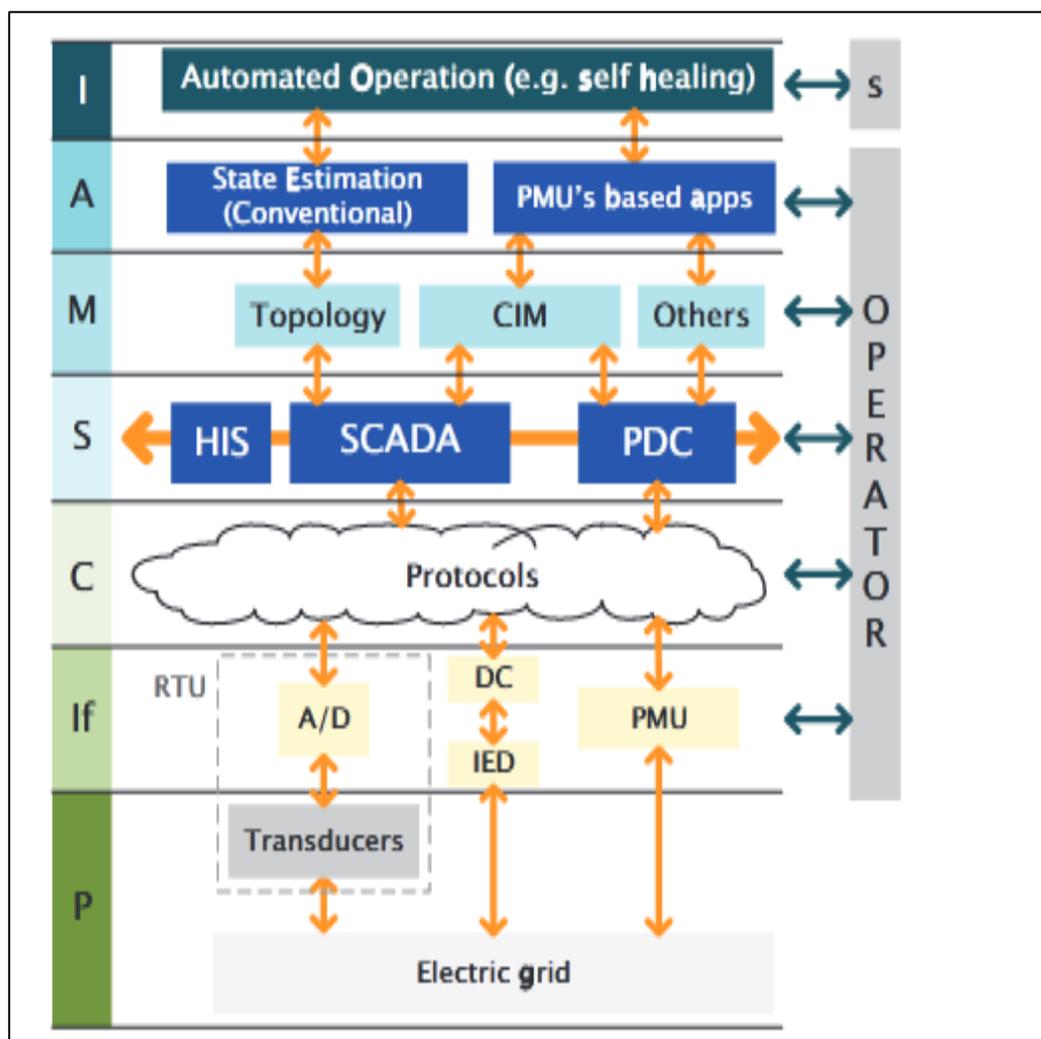
Fuente: El autor

El procedimiento de clasificación, realiza las siguientes etapas:

1. Establecer las etapas que comprenden el componente que se está evaluando.

2. Determinar si el elemento puede o no comunicarse de manera digital: si la respuesta es sí, entonces es al menos un componente es Smart Grid.
3. Detectar si un componente se vincula con otros que ya están presentes o que se tienen en proyecto en las diversas capas restantes. Si estos componentes llegan a abarcar la capa 6, aunque sea en un futuro, el elemento podría integrarse a la “Smart Grid” y, de hecho, se considerará como parte de ella una vez que se integren las otras capas.

Figura 3.4 Funcionamiento del modelo de referencia de 7 capas



Fuente: Introducción de Smart Grids en el Ecuador

La estrategia utilizada para elaborar el Mapa de Ruta consistió en crear la matriz de relevancia y la matriz de priorización junto con las métricas elegidas. La primera facilita la obtención de los recursos necesarios para desarrollar los elementos del Mapa de Ruta, con el propósito de evaluar la utilidad de incorporar componentes de redes inteligentes al sistema, debido a su contribución a los objetivos y desafíos establecidos en el proyecto de RIE20.

La herramienta de priorización facilita la clasificación por etapas de los enfoques considerados relevantes, y la Métrica es el grupo de indicadores que complementan el plan de acción y evalúan el avance en la consecución de los objetivos establecidos. A continuación, se exponen los desafíos planteados y su valoración.

Tabla 3.1 Retos y ponderación

Retos	Sub reto	Ponderación (%)
Sistema avanzado	Sistema suministro	12
	Interoperabilidad	10
	Confiabilidad y calidad	10
	Operación segura	14
Eficiencia operativa	Gestión talento humano	11
	Satisfacción del cliente	11
	Economía (costos inversiones)	11
Responsabilidad con ambiente	Ambiente	11
	Uso final eficiente	8
	Movilidad	8
	Total	100%

Fuente: <http://www.cenace.gob.ec/>

Cada elemento se clasificó según su posición en el proceso de producción de electricidad: generación, transmisión, distribución, consumo o en una categoría general si incluye más de una. Los criterios de evaluación.

Los componentes que tienen un alto grado de relevancia muestran que realmente ayudan a alcanzar las metas, y el indicador que refleja la evaluación numérica.

La matriz de priorización consta de dos fases que permiten analizar la matriz de relevancia. La primera etapa ordena los elementos, establece su grado de dificultad e indica los recursos humanos y tecnológicos que se requieren para integrarlos al sistema. La segunda etapa los agrupa según criterios económicos y reconoce obstáculos o limitaciones normativas.

Se calculó el Índice de Priorización – Ipr, con el objetivo de identificar su ubicación en el tiempo, las proyecciones y tendencias a futuro, estableciendo los rangos:

- Fase 1 ($Ipr < 0,4$). Los elementos que tienen mayor necesidad, menor complejidad y soporte tecnológico disponible.
- Fase 2 ($0,4 < Ipr < 0,65$). Ubican los elementos con necesidad alta, pero con complejidad y mayor es requerimientos de soporte tecnológico.
- Fase 3 ($Ipr > 0,65$). Elementos con necesidad menor, pero con mayor complejidad y soporte tecnológico.

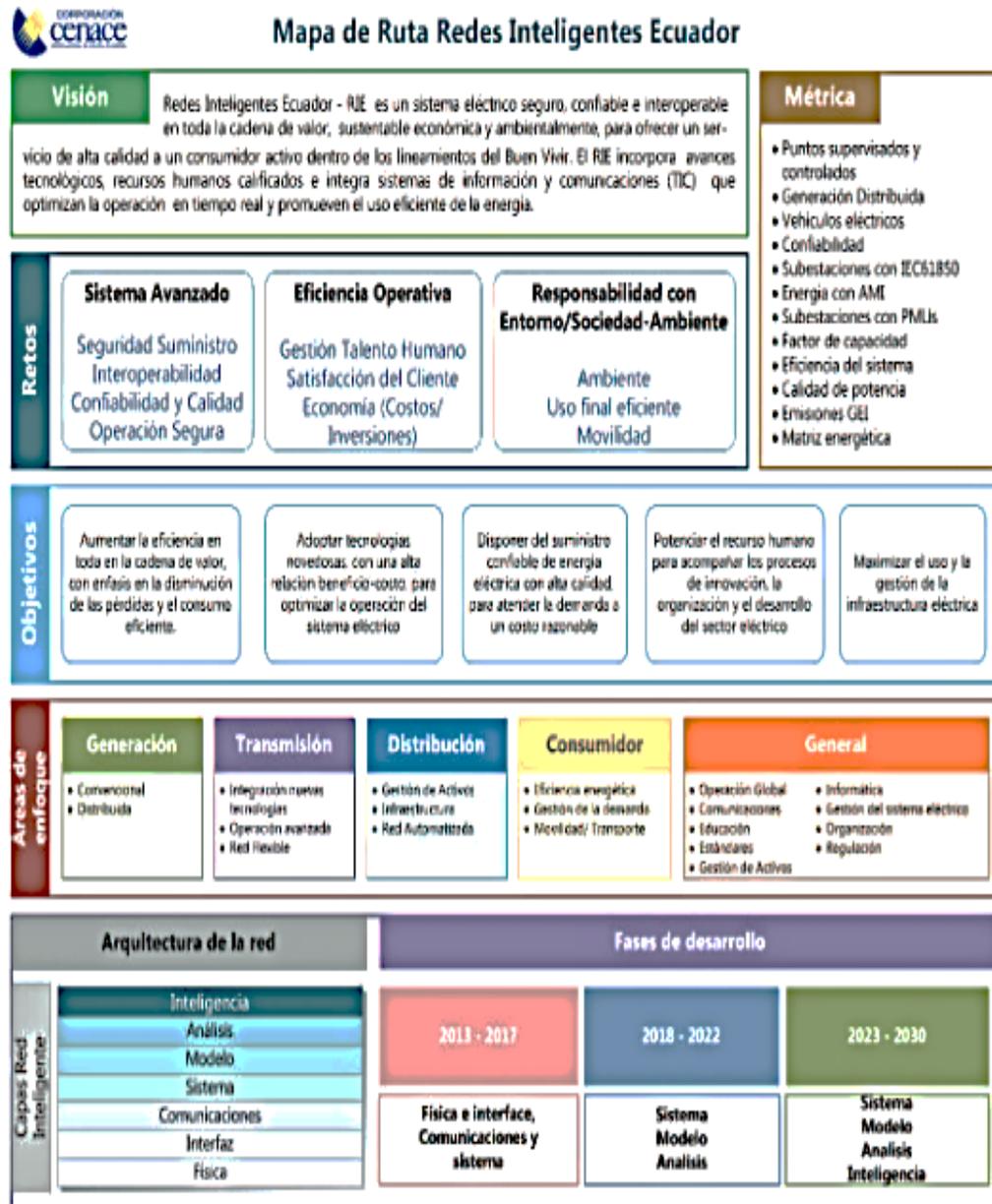
La valoración de los criterios de viabilidad implica establecer una "jerarquización" de cada uno de los componentes de la etapa 1 según los siguientes aspectos: gastos, ventajas, relación entre beneficios y costos, así como la existencia de respaldo normativo y de criterios y regulaciones. Con esta valoración se determina el estado de cada uno de los elementos de la siguiente manera:

- Viable: hace referencia a un elemento potencial, ya que la relación beneficio/costo y los aspectos regulatorios tienen una valoración alta.
- En alerta: es un llamado de atención con debido a que la relación beneficio/costo que se obtiene es media, además, se debe tener mayor atención al elemento para trabajar con el regulador.
- Inviabile: es un elemento cuya relación beneficio/costo es baja, sin tener en cuenta el estado regulatorio de cada elemento.

Los resultados para cada uno de los elementos se clasifican de acuerdo a las capas del modelo de referencia y a las áreas de enfoque

Se presenta el Mapa de Referencia de Redes Inteligentes, construido, particularmente de los resultados de los ejercicios con las matrices de pertinencia y priorización

Figura 3.5 Mapa de ruta de referencia Redes inteligentes en Ecuador

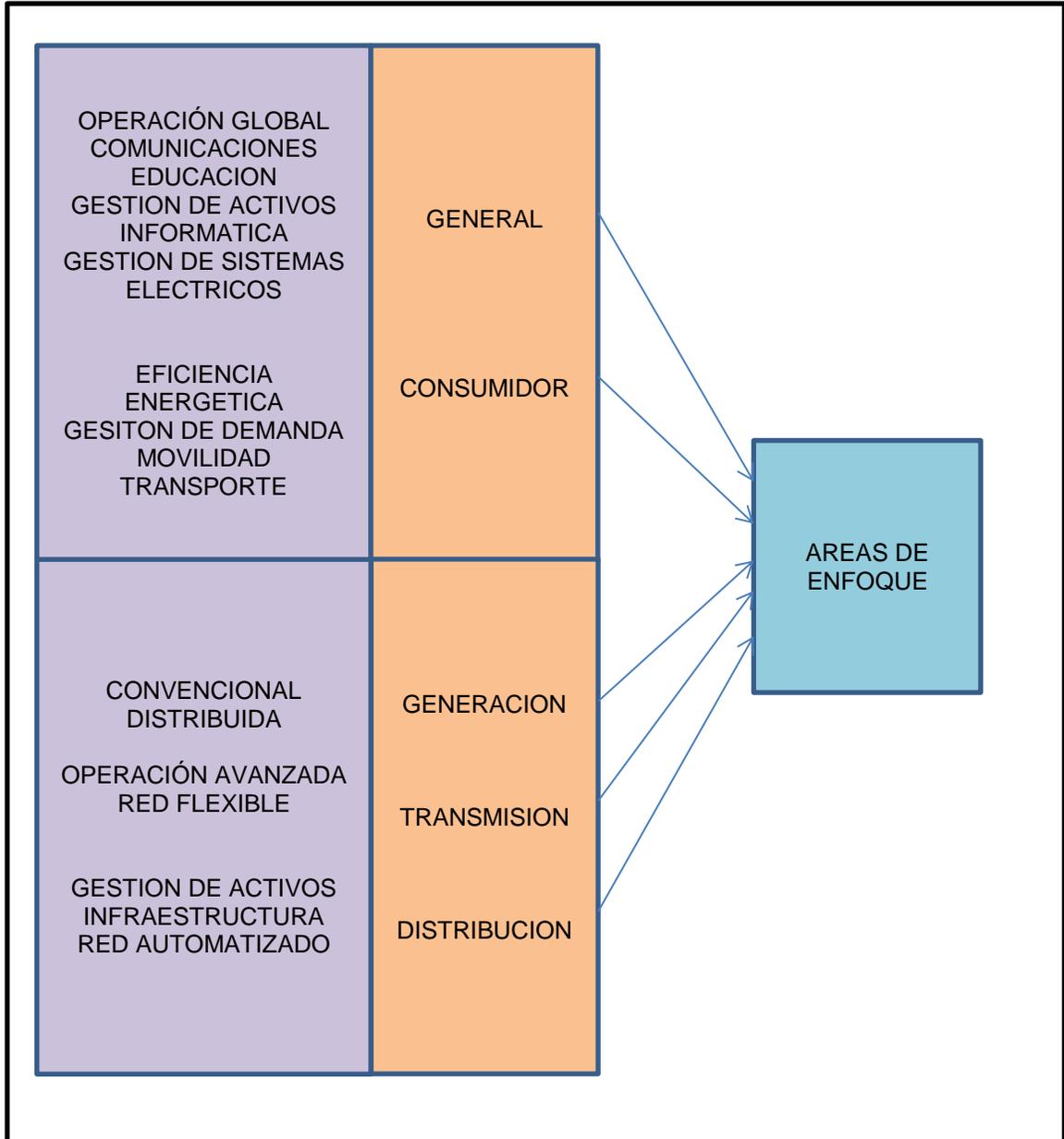


Fuente: CENACE

Las áreas clave de interés se establecen según la estructura interna de la empresa y su modo de operar. Estas áreas cuentan con aspectos que ayudan a la organización

de las propuestas.

Figura 3.6 Áreas de enfoque del mapa de rutas de referencia



Fuente: El autor

Según los diferentes escenarios y previsiones del país, se establecieron las etapas de avance del proyecto, que abarcan desde 2013 hasta 2027.

Los periodos de tiempo determinados son:

Fase 1: 2013-2017

Fase 2: 2018-2022

Fase 1: 2023-2030

Por lo tanto, la organización de los elementos para cada una de estas fases y las áreas de enfoque respectivas, se presentan en la figura. El mapa de ruta RIE refleja un equilibrio entre los elementos que se enfocan en el avance de las redes inteligentes, abarcando desde la parte física hasta las capas dedicadas al análisis e inteligencia, teniendo en cuenta el periodo de 2013 a 2030. A través del trabajo en conjunto con un amplio grupo de interesados que incluya al regulador, se podrá buscar el equilibrio adecuado, de manera que las inversiones puedan integrar gradualmente nuevas tecnologías según su desarrollo, coste y los beneficios anticipados.

Figura 3.7 Elementos en fase de desarrollo

	2018-2022	2023-2030
Generación	Ejecución planeamiento expansión de generación Generación distribuida para zonas aisladas sin suministro Integración de energías renovables a la red	Despacho avanzado orientado a eficiencia energética
Transmisión	Cargabilidad estática y dinámica Ejecución planeamiento expansión de transmisión Implementación FACTS HVDC Subestaciones	Ejecución planeamiento expansión de generación Generación distribuida para zonas aisladas sin suministro Integración de energías renovables a la red

Fuente: CENACE

CONCLUSIONES

Se realizó un estudio de los sistemas basados en IoT para optimizar el desarrollo en el área de Smart Grid para la aplicación en las energías renovables.

De igual manera se determinó por medio de criterios técnicos la ventaja y eficiencia del sistema eléctrico en el contexto nacional.

Se realizó una investigación de fuentes secundarias, sobre las distintas tecnologías que se emplean en IoT en la utilización de las energías renovables.

Existe un gran margen para mejorar dentro del sistema actual teniendo como principal causa las pérdidas comerciales, este sentido, las tecnologías Smart Grid surgen como la principal solución, pues posibilitan beneficios a corto plazo.

Las compañías se beneficiarían en términos de mejora de la operación, incluyendo medición y cobro, mejora en la gestión de las interrupciones, reducción de pérdidas eléctricas, mejora en el uso de activos y del mantenimiento y de los procesos de planificación.

Los consumidores tendrían la ventaja de disponer de un servicio más fiable, reducir los gastos en sus negocios, ahorrar en sus facturas, poder utilizar vehículos eléctricos como alternativa de transporte, poder acceder a información en tiempo real, e incluso controlar su consumo eléctrico.

RECOMENDACIONES

La infraestructura de Internet y las telecomunicaciones se ha expandido rápidamente en el mundo en desarrollo, aunque todavía hay regiones en muchos países donde no se puede garantizar un acceso confiable, veloz y económico, incluso para fines comerciales. ¿Qué tan fuerte será la presión que la Internet de las Cosas ejercerá sobre la infraestructura y los recursos de Internet y telecomunicaciones? ¿Los retos actuales limitarán las oportunidades para la IoT en las zonas en desarrollo? ¿O podría la IoT generar una demanda que estimule la construcción de más infraestructura? ¿Deberíamos prestar atención especial a la gestión del espectro, dado que muchas aplicaciones de la IoT dependen de la tecnología inalámbrica? A medida que los servicios en la nube y el análisis de datos añadido aumenten su valor en numerosos servicios de la IoT, ¿representará la falta relativa de infraestructura de centros de datos en economías emergentes un impedimento para su despliegue?.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABB. (4 de abril de 2021). *ABB*. Recuperado el 4 de Abril de 2023, de <https://new.abb.com/es/redes-inteligentes/que-es-una-red-inteligente>
- acciona. (3 de 4 de 2020). *acciona*. Recuperado el 3 de 4 de 2023, de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/?_adin=02021864894
- AEA. (02 de 04 de 2021). *Asociacion educacion abierta*. Recuperado el 10 de 06 de
- Avila, A. (3 de 4 de 2015). *Nuevas tendencia mercado digital*. Recuperado el 8 de 1 de 2023, de <http://www.sergiobarbosastyle.com/internet-las-cosas/>
- Barragan, E. (31 de 01 de 2014). *Generacion Eolica en Ecuador: Analisis del Entorno y Perspectiva de desarrollo*. Recuperado el 10 de 07 de 2022, de Revista tecnica energia: <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v10.n1.2014>
- boletin, s. (27 de mayo de 2022). Recuperado el 5 de abril de 2023, de <https://boletin.com.mx/tecnologias/infraestructura/importancia-del-monitoreo-remoto-y-predictivo-en-energia/>
- CAF. (25 de Febrero de 2020). *CAF*. Recuperado el 4 de Mayo de 2021, de <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/02/transformacion-digital-para-la-america-latina-del-s21/>
- Carbajo , A. (2010). *Redes inteligentes, el futuro del sistema electrico*. Obtenido de <http://www.greenpeace.org/raw/content/espana/reports/10-04-27-2.pdf>.
- CENACE. (2020). *informe anual 2020*. Quito: Cenace.
- Chalan, M. (2021). *Uso de energias no convencionales*. Cajamarca: Universidad de Cajamarca.
- Chen , F., & Deng, P. (2014). *Data mining for the internet of things: literature review and challenges*. *International Journal of Distributed Sensor Networks*. Benging: International Journal of Distributed Sensor Networks.
- CICA. (3 de 5 de 2021). *Centrales eolicas*. Recuperado el 11 de 07 de 2022, de

<https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0226-01/capitulo4b.html>

De la Rubia, J. (2019). *Estudio sobre el estado actual de las Smart Grid*. Londres.

Dresner. (4 de 3 de 2021). Recuperado el 3 de 4 de 2023, de <https://dresneradvisory.com/>

Duffy, C. (3 de 7 de 2015). *AB Releases*. Recuperado el 6 de 1 de 2023, de AB Releases: <https://internetsociety.org/sites/default/files/Journa.11.1.pdf>

Gomez, V., & Hernández, C. (2017). *Visión general, características y funcionalidades de la red eléctrica inteligente*. Bogotá: Universidad de Caldas.

HISOUR. (5 de Abril de 2021). *hisour*. Recuperado el 7 de Abril de 2023, de <https://www.hisour.com/es/smart-grid-39409/>

IRENA. (3 de 05 de 2021). <https://www.irena.org/>. Recuperado el 11 de 07 de 2022, de <https://www.irena.org/>

Isotrol, E. (2010). *Introduccion a la generacion distirbuida*. Obtenido de http://www.escuelaendesa.com/pdf/1_introduccion_a_la_generacion_distribuida.pdf

Jaradat, M. (2015). *Corporate Governance Practices and Capital Structure: A Study with Special Reference to Board Size, Board Gender, outside Director, and CEO Duality*. N.J.

lab., N. (30 de 8 de 2015). *Meet the Nest Thermostat | Nest*. Recuperado el 5 de 1 de 2023, de <https://nest.com/thermostat/meet-nest-thermostat/>

Lorente, J. (2011). *Estudio sobre el estado actual de las Smart Grids*. Leganes: Universidad Carlos III de Madrid.

Martinez, A. (2015). *Energia renovable*. Honolulu: AIU.

Martinez, E. (2018). *Tipo, alcance y diseño de la investigacion*. Recuperado el 4 de mayo de 2021, de https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT85.pdf

nexuintegra. (5 de 4 de 2021). *nexuintegra*. Recuperado el 4 de 3 de 2023, de <https://nexusintegra.io/es/iot-sector-energetico/>

- nexuintegra. (6 de 4 de 2021). *nexuintegra*. Recuperado el 6 de 4 de 2023, de <https://nexusintegra.io/es/iot-sector-energetico/>
- nqa. (s.f.). *Organismo de Certificacion Global*. Recuperado el 12 de 7 de 2021, de <https://www.nqa.com/es-mx/certification/standards/iso-13485>
- Núñez, D. (2021). *Perspectivas de desarrollo con vista a las redes inteligentes*. Latacunga: UTC.
- olade.org. (4 de 5 de 2016). *ATLAS EOLICO PERU*. Recuperado el 11 de 07 de 2022, de <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00367.pdf>
- Politi, M., & Niño, J. (2020). *Internet de las cosas aplicado a servicios cloud para la integracion de datos de fuentes de energía eb generación distribuida sobre redes eléctricas inteligentes*. Buenos Aires: INTI.
- Postscapes. (4 de 9 de 2015). *History of the Internet of Things-Postscapes*. Recuperado el 15 de 1 de 2023, de <http://postscapes.com/internet-of-things-history>
- Rabanal, E., Campos, N., Perez, M., & Maturano, K. (2018). *Internet de las cosas, ambitos de aplicacion y modelos de comunicacion*. Lima, Peru: UPN.
- Rifkin, J. (2002). Recuperado el 12 de Abril de 2023, de <file:///C:/Users/us/Downloads/64889-Texto%20del%20art%C3%ADculo-199095-1-10-20180509.pdf>
- Sayas, P., & La Torre, E. (7 de 12 de 2016). *smartgridsinfo*. Recuperado el 3 de 4 de 2023, de <https://www.smartgridsinfo.es/comunicaciones/comunicacion-impacto-aplicacion-redes-inteligentes-indices-confiabilidad-sistemas-electricos>
- Thaler, D. (6 de 9 de 2015). *Architectural Considerations*. Recuperado el 6 de 1 de 2023, de IETF 92 Technical Plenary - IAB RFC 7452: <https://www.ietf.org/proceedings/92/slides/sildes-92-iab-techplenary-2.pdf>
- Tschofenig, H. (5 de 3 de 2015). *Architectural Considerations in Smart Object Networking*. Recuperado el 5 de 1 de 2023, de <https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc7452.txt>
- U. Nations, D. Programme, and U. Nations, . (12 de 01 de 2022). Recuperado el 12 de 01 de 2022, de <https://www.unep.org/publications-data>

Valencia, J. (2008). Generacion distribuida: Democratizacion de la energia electrica. *Criterio libre*, 108.

content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/pwr.htm

Ynzunza, J., Bocarando, J., & Pereyra, F. (2017). *El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras*. Queretaro: UTQM.

GLOSARIO DE TERMINOS

IOT	Internet of the Things
BIG DATA	Gran volumen de datos
CLOUD	Computación en la nube
RFID	Identificación por radio frecuencia
M2M	Machine to Machine
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
WAN	Wide área network
LPWAN	Low power área network
LORA	Tecnología inalámbrica de baja frecuencia
CSS	Chip Sread Spectrum
MODBUS	Protocolo de comunicación de automatización industrial
GTW INV FV	Gate way inversor
VM	Virtual Machine
IIoT	Industrial Internet of Things
VPN	Red privada virtual
AMI	Advanced Metering Infraestructure
AMR	Automated Meter Reading
REI	Red eléctrica inteligente
SG	Smart Grid
Z WAVE	tecnología bidireccional de telecomunicaciones
ZIG BEE	Protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica
OSI	Open System interconnection



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Alvaro Gabriel Plusas Centurión con C.C: # 0920206232 autor del trabajo de titulación: **Incendencia de las IOT para Energías Renovables** previo a la obtención del título de **Magister en Electricidad** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 30 de julio del 2025

f. _____
Nombre: Alvaro Gabriel Plusas Centurión

Ci: 0920206232

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TEMA Y SUBTEMA:	Incidencia de las IOT para Energías Renovables		
AUTOR(ES)	Alvaro Gabriel Pluas Centurión		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Phd. Celso Bayardo Bohórquez Escobar/ MS.c Ricardo Ubilla Gonzalez/ Mgs. Diana Bohorquez Heras.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
CARRERA:	Maestría en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Magister en Electricidad mención Energías Renovables y Eficiencia Energética.		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	30 de julio del 2025	No. DE PÁGINAS:	61
ÁREAS TEMÁTICAS:	Eficiencia Energética - IOT		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Alternativas, Smart grid, Iot		
RESUMEN/ABSTRACT:			
<p>El presente trabajo de titulación como principal propósito la entrega de un estudio sobre la incidencia de la tecnología de IOT en el campo de las energías renovables con especial énfasis en las small grid. Se busca determinar por medio de criterios técnicos la ventaja y eficiencia del sistema eléctrico al aplicar Smart grid en el contexto actual. De igual manera con la investigación de fuentes secundarias el análisis de las diferentes tecnologías en Iot para la aplicación de las energías renovables y realizar un mapa de ruta para la aplicación de la tecnología de Smart grid en el país. Se determina que existe un gran margen para mejorar dentro del sistema actual teniendo como principal causa las pérdidas comerciales, este sentido, las tecnologías Smart Grid surgen como la principal solución, pues posibilitan beneficios a corto plazo. Las compañías se beneficiarían en términos de mejora de la operación, incluyendo medición y cobro, mejora en la gestión de las interrupciones, reducción de pérdidas eléctricas, mejora en el uso de activos y del mantenimiento y de los procesos de planificación y de igual manera los consumidores tendrían la ventaja de disponer de un servicio más fiable, reducir los gastos en sus negocios, ahorrar en sus facturas, poder utilizar vehículos eléctricos como alternativa de transporte, poder acceder a información en tiempo real, e incluso controlar su consumo eléctrico.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0982770338	E-mail: alvaro.pluas@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):::	Nombre: Phd. Celso Bayardo Bohórquez Escobar		
	Teléfono: +593-995147293		
	E-mail: celso.bohorquez@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			