



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**TEMA:**

**“Análisis de los requerimientos técnicos y normativos para la  
conexión de generadores no convencionales a la red eléctrica”**

**AUTOR:**

Amores Salvatierra, Damián Alejandro

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de **INGENIERO  
EN ELÉCTRICO – MECÁNICO**

**TUTOR:**

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

**Guayaquil, Ecuador**

**8 de Marzo del año 2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Amores Salvatierra, Damián Alejandro**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**.

**TUTOR**

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc.

**Guayaquil, a los 8 días del mes de Marzo del año 2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Amores Salvatierra, Damián Alejandro**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación “**Análisis de los requerimientos técnicos y normativos para la conexión de generadores no convencionales a la red eléctrica**” previa a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico-Mecánica**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. 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 referido.

**EL AUTOR**

---

AMORES SALVATIERRA, DAMIÁN ALEJANDRO

**Guayaquil, a los 8 días del mes de Marzo del año 2018**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Amores Salvatierra, Damián Alejandro**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Análisis de los requerimientos técnicos y normativos para la conexión de generadores no convencionales a la red eléctrica”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**EL AUTOR**

---

**AMORES SALVATIERRA, DAMIÁN ALEJANDRO**

**Guayaquil, a los 8 días del mes de Marzo del año 2018**

# REPORTE DE URKUND

The screenshot displays the URKUND web interface. The top navigation bar includes the URKUND logo and a 'Lista de fuentes' (Sources List) panel. The main content area shows document details for 'tesis final amores.pdf' (ID: 035758959), presented on 2018-02-19. The document is attributed to 'alejo.amores88@gmail.com' and received by 'orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com'. A message indicates that 1% of the 66 pages consist of text from 1 source. The 'Lista de fuentes' panel on the right lists sources with their respective contribution percentages: 51% from 'http://conectatealsol.com/news/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-solar-' and 55% from 'la Naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en I...'. The bottom of the interface shows a toolbar with options like 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'.

Documento: [tesis final amores.pdf](#) (035758959)  
Presentado: 2018-02-19 17:43 (-05:00)  
Presentado por: alejo.amores88@gmail.com  
Recibido: orlando.philco.ucsg@analysis.urkund.com  
Mensaje: Fwd: tesis amores [Mostrar el mensaje completo](#)  
1% de estas 66 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICO-MECÁNICA TEMA: "Análisis de los requerimientos técnicos y normativos para la conexión de generadores no convencionales a la red eléctrica" AUTOR: Amores Salvatierra, Damián Alejandro Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN ELECTRICO - MECÁNICO TUTOR: Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc. Guayaquil, Ecuador 19 de febrero del año 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICO-MECÁNICA CERTIFICACIÓN Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Amores Salvatierra, Damián Alejandro, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero en Electrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial. TUTOR \_\_\_\_\_ Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc. DIRECTOR DE LA CARRERA \_\_\_\_\_ Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc. Guayaquil, a los 19 del mes de febrero del año 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICO-MECÁNICA DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Yo, Amores Salvatierra, Damián Alejandro DECLARO QUE: El Trabajo de

Conclusión: La revisión de coincidencias del trabajo de titulación con el tema “Análisis de los requerimientos técnicos y normativos para la conexión de generadores no convencionales a la red eléctrica”, considera la desactivación de la información de texto de los formatos de presentación de trabajos de titulación en la UCSG. Se adjunta documento de Reporte URKUND de la Revisión Final en medio digital. Porcentaje de coincidencia final del 1%

**Ing. Heras Sánchez Miguel Armando**  
**DOCENTE-TUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haber sido uno de los pilares más importantes para desarrollar este proyecto de titulación, al igual que mis tres hijas por ser motivo de superación y ejemplo para ellas mismas.

A mis padres, por su apoyo y ayuda en esta etapa de mi vida. A mi querida esposa, por brindarme la confianza que necesitaba para seguir adelante y no detenerme a pesar de las adversidades y cansancio. A mis abuelos, por su apoyo y entendimiento incondicional en este gran momento de mi vida.

A mi tutor, que supo guiarme y darme las pautas necesarias para poder hoy concluir con este proyecto y a otros Ingenieros y Amigos que fueron un incondicional apoyo y aporte en este proyecto.

A todos, gracias.

**AMORES SALVATIERRA, DAMIÁN ALEJANDRO**

El Autor  
Amores Salvatierra, Damián Alejandro

## **DEDICATORIA**

Este Trabajo va dirigido y dedicado para todas las personas que me dieron su apoyo para poder completarlo y seguir adelante en mi carrera

A mi familia por el apoyo constante el tiempo sacrificado, a mis queridos padres por la formación que me brindaron en casa, a mis buenos amigos que forme a lo largo de esta carrera universitaria, a los ingenieros docentes que brindaron generosamente su conocimiento y de manera especial a ti mi querido abuelo que siempre me aconsejaste sabiamente creyendo en mí anhelando poder verme convertido en un profesional el curso natural de la vida no nos permitió compartir este momento juntos pero estas en mi corazón y pensamientos

Gracias a todos por el aporte en la vida de este servidor y siempre su amigo

Amores Salvatierra Damián Alejandro

El Autor  
Amores Salvatierra, Damián Alejandro



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO-MECÁNICA

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ING. ROMERO PAZ MANUEL DE JESUS, M.SC**  
DECANO

f. \_\_\_\_\_

**ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.SC**  
COORDINADOR DEL TITULACION

f. \_\_\_\_\_

**ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M.SC**  
OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVII
RESUMEN .....	XVIII
CAPÍTULO 1 .....	2
INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 Justificación .....	2
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general .....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Tipo de investigación.....	4
1.5 Hipótesis .....	4
1.6 Justificación de la hipótesis .....	5
1.7 Metodología.....	5
PARTE I MARCO TEÓRICO .....	6
CAPÍTULO 2 .....	6
GENERADOR ELÉCTRICO CONVENCIONAL.....	6
2.1 Fundamentos del generador eléctrico .....	6
2.2 Principio del generador eléctrico.....	11
2.2.1 Ley de Faraday .....	11
2.3 Ventajas y desventajas de los generadores eléctricos.....	13
2.3.1 Ventajas .....	13
2.3.2 Desventajas.....	13
2.4 Tipos de generadores y generación eléctrica.....	14
2.4.1 Generadores Convencionales .....	14
2.4.1.1 Generación Térmica .....	14
2.4.1.2 Funcionamiento de Central Térmica .....	15

2.4.1.3 Historia de las Centrales Térmicas .....	18
2.4.1.4 Tipos de Centrales Térmicas .....	18
2.4.1.5 Impacto Ambiental de las Centrales Térmicas .....	24
2.4.1.6 Ventajas y Desventajas de las Centrales Térmicas.....	25
2.4.1.7 Generación Hidráulica.....	26
2.4.1.8 Funcionamiento centrales hidroeléctricas.....	27
2.4.1.9 Historia de centrales hidroeléctricas.....	31
2.4.1.10 Impacto ambiental de centrales hidroeléctricas.....	32
2.4.1.11 Ventajas y desventajas de centrales hidroeléctricas .....	32
2.4.1.12 Generación Nuclear.....	33
2.4.1.13 Funcionamiento de las centrales nucleares.....	34
2.4.1.14 Historia de las centrales nucleares.....	37
2.4.1.15 Impacto ambiental de las centrales nucleares .....	38
2.4.1.16 Ventajas y desventajas de las centrales nucleares .....	39
CAPITULO 3 .....	40
GENERADORES ELECTICOS NO CONVENCIONALES .....	40
3.1 Generalidades .....	40
3.2 Generación Solar Térmica.....	40
3.2.1 Funcionamiento de Centrales solar térmica.....	40
3.2.2 Historia de centrales solar térmica.....	42
3.2.3 Impacto ambiental de centrales solar térmica.....	43
3.2.4 Ventajas y desventajas de las centrales solar térmica.....	44
3.3 Generación Fotovoltaica.....	45
3.3.1 Funcionamiento de Centrales fotovoltaica .....	45
3.3.2 Historia de centrales fotovoltaica .....	47
3.3.3 Impacto ambiental de centrales fotovoltaicas.....	47
3.3.4 Ventajas y desventajas de las centrales fotovoltaica .....	48
3.4 Generación Eólica.....	49

3.4.1	Funcionamiento de centrales eólicas .....	49
3.4.2	Historia de las centrales eólicas.....	52
3.4.3	Impacto ambiental de las centrales eólicas .....	53
3.4.4	Ventajas y desventajas de las centrales eólicas .....	53
3.5	Generación Biomasa.....	54
3.5.1	Funcionamiento de centrales de biomasa .....	55
3.5.2	Historia de las centrales de biomasa.....	57
3.5.3	Impacto ambiental de las centrales de biomasa .....	58
3.5.4	Ventajas y desventajas de las centrales de biomasa .....	58
PARTE II APORTACIONES .....		59
CAPÍTULO 4 .....		59
ECUADOR Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES .....		59
4.1	Energías no convencionales.....	59
4.1.1	Energía Eólica.....	61
4.1.2	Energía Solar .....	62
4.1.3	Geotérmica.....	63
4.1.4	Biomasa .....	64
4.1.5	Biocombustible.....	64
4.2	Energía y su estrategia en Ecuador .....	66
4.3	La constitución y la política pública energética .....	69
4.4	Proyectos de energía renovable en desarrollo .....	71
4.4.1	Sistema Híbrido Floreana .....	71
4.4.2	Sistema Híbrido Isabela.....	72
4.4.3	Fotovoltaico Puerto Ayora.....	72
4.4.4	Eólico Baltra .....	72
4.4.5	Fotovoltaico Baltra .....	72
4.4.6	Programa Euro-Solar .....	73
4.4.7	Hidroeléctrica Mira.....	73

4.4.8 Estudios en desarrollo.....	73
4.5 Ecuador y la energía eólica como proyecto pionero de energías renovables no convencionales.....	74
4.5.1 Parque eólico villonaco pilar para energías eólicas y energías renovables no convencionales.....	74
CAPÍTULO 5 .....	78
CONEXIÓN DE GENERADORES NO CONVENCIONALES A LA RED NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	78
5.1 Regulación 004/15 ARCONEL – Requerimientos técnicos para la conexión .....	78
5.1.1 Objetivos.....	78
5.1.2 Importancia.....	78
5.1.3 Conceptos .....	79
5.1.4 Aplicación para el ingreso .....	81
5.1.4.1 Contexto a analizar .....	82
5.1.4.2 Movimiento de potencia .....	83
5.1.4.3 Análisis de cortocircuito.....	83
5.1.4.4 Análisis de organización de protecciones.....	83
5.1.4.5 Análisis de la importancia del producto .....	84
5.1.4.6 Análisis de equilibrio.....	84
5.1.5 Acreditaciones y legalización de las maquinas .....	85
5.1.5.1 Requerimientos de acuerdo a las tecnologías .....	85
5.1.5.2 Eólica.....	86
5.1.5.3 Solar fotovoltaica.....	86
5.1.5.4 Solar térmica, biomasa, geotérmica y mínima hidroeléctrica.....	87
5.1.6 Marcas de mensaje y comprobación.....	87
5.1.7 Calculo comercial .....	88
5.1.8 Acción mercantil.....	88
5.1.9 Verificación de potencia activa .....	88
5.1.10 Vigilancia de la potencia reactiva y tensión .....	89

5.1.11 Calidad Del producto.....	90
5.1.11.1 Niveles máximos armónicos.....	90
5.1.11.2 Variaciones de la amplitud del voltaje ( flicker).....	91
5.1.11.3 Desbalance del voltaje .....	92
5.1.11.4 Ámbito de aplicación.....	92
5.1.11.5 La supervisión y el control .....	93
5.1.12 Resultados ante defectos exteriores.....	93
5.1.12.1 Esquema de tensión .....	93
5.1.12.2 Entrega de intensidad.....	94
5.1.12.3 Argumentos conforme la tecnología.....	95
5.1.13 Requisitos generales .....	96
5.1.14 Requerimientos temporales .....	97
5.2 Regulación 002/ 16 ARCONEL – Requisitos y procedimientos para las etapas de prueba técnica .....	97
5.2.1 Objetivo .....	97
5.2.2 Importancia.....	97
5.2.3 Conceptos .....	98
5.2.4 Fase anterior a los datos dados en ejecución mercantil de centrales de producción ....	99
5.2.5 Requerimientos para dar pasó a las fases de estudio técnico y de acción experimental de las centrales de producción .....	100
5.2.6 Cronograma para la comunicación de acción comercial de la central de producción	100
5.2.7 Elaboración de las fases de estudio técnico y de acción experimental de las centrales de producción. ....	101
5.2.8 Gratificación de la energía otorgada al sistema en el lapso del estudio técnico.....	102
5.2.9 Gratificación de la energía otorgada al sistema en el lapso del estudio de acción experimental .....	102
5.2.10 Reembolsos por haberes .....	102
5.2.11 Argumento en acción mercantil de la central de producción .....	102
5.3 Conexión a la red.....	103

CAPÍTULO 6 .....	104
CONEXIÓN DE GENERADORES NO CONVENCIONALES A NIVEL INTERNACIONAL.....	104
6.1 Alemania.....	104
6.1.1 Proceso de cómo conectar .....	106
6.2 España.....	108
6.2.1 Proceso de cómo conectar .....	110
6.3 Brasil.....	112
6.4 Reino Unido.....	114
6.4.1 Proceso de cómo conectar .....	117
6.5 Guatemala.....	118
6.5.1 Proceso de cómo conectar .....	119
6.6 Nueva Zelanda.....	120
6.6.1 Proceso de cómo conectar .....	122
6.7 Costa Rica.....	123
6.7.1 Proceso de cómo conectar .....	125
6.8 Resumen de países.....	126
CAPÍTULO 7 .....	128
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	128
7.1 Conclusiones.....	128
7.2 Recomendaciones .....	129
REFERENCIAS .....	130

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Generador conectado en estrella.....	8
Figura 2. 2: Generador conectado en delta.....	8
Figura 2. 3: Generador conectado en delta.....	9
Figura 2. 4: Elementos del rotor para un generador monofásico .....	10
Figura 2. 5: Clasificación de los generadores por el tipo de rotor .....	10
Figura 2. 6 : Espiral en campo magnético.....	11
Figura 2. 7: Generador de hidroeléctrica.....	12
Figura 2. 8: Etapa de Generación Térmica.....	16
Figura 2. 9: Partes de la central térmica .....	17
Figura 2. 10: Central con turbina a vapor .....	19
Figura 2. 11: Central con turbina a gas .....	20
Figura 2. 12: Partes de Central Térmica a carbón.....	21
Figura 2. 13: Maquina de combustión interna .....	21
Figura 2. 14: Central de ciclo combinado .....	22
Figura 2. 15: Etapas de central hidroeléctrica.....	28
Figura 2. 16: Partes de la central hidroeléctrica.....	30
Figura 2. 17: Central Nuclear.....	35
Figura 2. 18: Centrales Termo solares .....	41
Figura 2. 19: Central fotovoltaica .....	46
Figura 2. 20: Central eólica.....	50
Figura 2. 21: Central de Biomasa.....	55

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Parque eólico Villonaco..... 76

Figura 3. 2: Otra perspectiva del parque eólico Villonaco..... 76

### Capítulo 4

Figura 4. 1: Tolerancia de apoyo del vacío de la tensión solicitada ..... 95

Figura 4. 2: Entrega de intensidad reactiva solicitada..... 95

Figura 4. 3: Pasos para el inicio de las fases de estudio y acción experimental ..... 101

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1: Tabla de energías convencionales y no convencionales en Ecuador.....	60
Tabla 3. 2: Estudios en desarrollo .....	73
Tabla 4. 1: los niveles armónicos máximos de voltaje.....	91
Tabla 4. 2: Máximo de nivel flicker.....	92
Tabla 5. 1: Países de energía renovable .....	126

## **RESUMEN**

Este proyecto de titulación tiene como objetivo dar a conocer las diferentes conexiones que existe hoy en día para incluir a la red eléctrica la generación no convencional.

El mundo en la actualidad poco a poco se va adaptando a la generación eléctrica renovable, la fuentes renovables para la generación de energía eléctrica se encuentran en los ríos, océanos, atmosfera donde se aprovecha los corrientes de vientos para la generación de energía eólica, la fuente de energía limpia más abundante es la radiación del sol que utiliza paneles fotovoltaicos para la captación de esa energía, también se puede aprovechar las zonas geotérmicas que existen alrededor de todo el mundo principalmente en aquellas zonas que se encuentra el cinturón de fuego aprovechando ese calor que se genera en el subsuelo; todas estas formas de captar energía limpia tiene que seguir normas y especificaciones técnicas para el correcto funcionamiento y la adaptación a la red eléctrica de cada ciudad.

Es por eso que en este trabajo se analizara y se profundizara las diversas configuraciones que existe hoy en día para la instalación de un generador no convencional en relación a la potencia a suministrar de manera continua o a plena carga de acuerdo con las especificaciones técnicas de los diferentes fabricantes.

En la fundamentación teórica se pondrá énfasis a los diferentes generador de acuerdo a la fuente de energía renovable y se dará a conocer la configuración más eficiente para el respectivo análisis y la futura aplicación en la red eléctrica del Ecuador, aportando con información técnica y analítica, también se dará a conocer lo requisitos técnicos relacionados con la conexión de los generadores renovables no convencionales a las redes de transmisión y distribución a fin de no degradar la calidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica en la zona de influencia del generador.

**PALABRAS CLAVES:** ENERGÍA RENOVABLE, GENERADORES NO CONVENCIONALES, ELECTRICIDAD, CONEXIONES ELÉCTRICAS, ENERGÍA LIMPIA, DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

## **ABSTRACT**

This titling project aims to publicize the different connections that exist today to include the non-conventional generation electric network.

The world today is gradually adapting to renewable electricity generation, renewable sources for the generation of electric power are found in rivers, oceans, atmosphere where wind currents are used for the generation of wind power, The most abundant source of clean energy that we have is the radiation from the sun that uses photovoltaic panels for the capture of this energy, we could also take advantage of the geothermal areas that exist around the world, mainly in those areas where the fire belt is located. That heat generated in the subsoil; all these ways of capturing clean energy have to follow norms and technical specifications for the correct functioning and adaptation to the electricity grid of the city.

That is why this work will analyze and deepen the various configurations that exist today for the installation of a non-conventional generator in relation to the power to be supplied continuously or at full load according to the technical specifications of the different manufacturers.

In the theoretical foundation will emphasize the different generator according to the renewable energy source and will be released the most efficient configuration for the respective analysis and future application in the electrical grid of Ecuador, providing technical and analytical information, The technical requirements related to the connection of non-conventional renewable generators to the transmission and distribution networks will also be announced in order not to degrade the quality and reliability of the electric power service in the area of influence of the generator.

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Justificación

El uso de energía renovable aumentó enormemente justo después de la primera gran crisis del petróleo a fines de los años setenta. En ese momento, los problemas económicos fueron los factores más importantes, de ahí como consecuencia los precios del petróleo cayeron. Es por eso que en la actualidad se da el resurgimiento y el interés en el uso de energía renovable; impulsado por necesidad de reducir el alto impacto ambiental de los sistemas de energía basados en consumir combustibles fósiles. La generación de energía a gran escala es, sin duda, uno de los principales desafíos de nuestro tiempo, llegar a una sostenibilidad energética futura y abordar el problema de la energía renovable en las próximas décadas. Aunque en la mayoría de los sistemas de generación de energía, la principal fuente de energía el combustible, puede ser manipulada, esto no sucede con las energías solar y eólica. Los principales problemas con estas fuentes de energía son el costo y disponibilidad, la energía eólica y solar no siempre están disponibles donde y cuando sea necesario. Con fuentes de energía eléctrica convencional los efectos diarios y estacionales y la previsibilidad limitada resulta una generación decadente.

Las redes inteligentes prometen facilitar la integración de las energías renovables y proporcionarán varios beneficios a la red eléctrica, la industria debe superar una serie de problemas técnicos para entregar energía renovable en grandes cantidades. El control es una de las tecnologías clave para el despliegue de sistemas energía renovable. La energía solar y eólica requiere un uso efectivo de técnicas de control avanzado. Además, las redes inteligentes no pueden lograrse sin un amplio uso de tecnologías de control en todos los niveles. Existen problemas asociados con la eficiencia y entrega y uso confiable de electricidad y con la integración de fuentes renovables, el uso de estrategias de control más eficientes no solo aumentará el rendimiento de estos sistemas, sino que también aumentará el número de operaciones existes para realizar estas operaciones y así reducir el costo por kilovatio-hora (KWh) producido.

## **1.2 Planteamiento del problema**

La excesiva contaminación global que se está dando en muchos lugares del mundo, la expulsión de dióxido de carbono a la atmosfera, la utilización de productos derivados del petróleo para la generación de energía eléctrica; todos estos factores son tomados en cuenta para tratar de diseñar métodos menos contaminantes para producir energía eléctrica como es el uso de generadores no convencionales.

La producción de energía eléctrica mediante recursos no renovables como el gas, carbón o el petróleo, es una gran contaminación para el medio ambiente por la combustión de estos y por la gran demanda que adquieren los mismos por lo cual se van agotando a una medida muy acelerada que produce una contaminación y eliminación de recursos esenciales del planeta tierra, por estos motivos se deben considerar energías alternas limpias y renovables para poder seguir produciendo energía sin necesidad de dañar al medio ambiente.

En su mayoría la energía que utilizan las grandes potencias y otros países proviene de los recursos no renovables y más contaminantes que existen como es el caso del petróleo y gas natural, a lo largo de los años se han establecido leyes y prohibiciones a nivel mundial pero muchas de las veces se escapan de las manos ya que es un problema al momento de transportar el petróleo y llegan a ocurrir incidentes como el derrame de petróleo en los mares, lo que provoca una contaminación muy grave, por estas razones se pueden tomar como referencia las energías no convencionales

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

– Establecer un correcto análisis de los requerimientos técnicos y un análisis de las respectivas normas que necesitan los generadores y energías no convencionales para poder entrar en funcionamiento a la red de distribución eléctrica nacional.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar las normativas nacionales e internacionales para la conexión de generadores no convencionales a la red de distribución de energía con el fin de garantizar un buen uso y una buena conexión de los mismos.
- Aplicar criterios y normativas con relación a la conexión de los generadores y energías no convencionales a la red de distribución general, con el fin de no degradar la calidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica que se entrega a los usuarios.
- Analizar la funcionalidad de subestaciones y su distribución de energía eléctrica con el fin de la intervención de los generadores no convencionales en las mismas y su correcto uso y conexión con normas.

### **1.4 Tipo de investigación**

Es un trabajo con el fin de tipo documental por lo que se muestra el estudio y análisis de normativas nacionales e internaciones con el fin de establecer una correcta conexión y función de energía, generadores no convencionales que puedan aportar al medio ambiente un descanso de las energías o renovables. El estudio lleva la investigación eléctrica y de normas para el buen uso de recursos alternativos que ayudan al medio ambiente y a las personas, por lo cual es un proyecto de estudio y análisis en el cual se deben realizar, catalogar y definir bien las normas que se usan para todas aquellas energías no convencionales.

Toda esta investigación es un proyecto aplicado a una empresa pero en este caso se lo toma como guía y análisis para un correcto uso de normas eléctricas, toda empresa debería tener analizadas las normas para que puedan ser aplicadas debidamente en el sector eléctrico y no curran los incidentes que saben ocurrir, sirve como guía y que se introduce a la parte técnica como lo es la electricidad.

### **1.5 Hipótesis**

El siguiente estudio presenta un documento que se lo puede tomar como guía para el desarrollo de un análisis de normas eléctricas para la conexión de generadores

no convencionales a la red de distribución nacional o internacional, lo cual puede llegar a ser beneficioso por motivos de aplicación debida de normas de calidad.

El análisis que se está realizando es de mucha ayuda a nivel empresarial y para personas sin experiencia que quieren saber el debido control y conexión de este tipo de generadores en la red de distribución de energía, logrando de esta manera un buen proyecto y una buena instalación de equipos regidos por normas nacionales e internacionales.

## **1.6 Justificación de la hipótesis**

Un proyecto como este satisface las necesidades de una buena aplicación de normas eléctricas en sentido de generadores no convencionales, a nivel empresarial o de simple estudio para personas que desean saber más sobre el tema o como una guía para ayudar a cierto personal eléctrico que lo puede necesitar. Proyectos de este tipo son necesarios para poder dar a entender a las personas cómo funcionan las reglas en el sector eléctrico y entender un poco más de la funcionalidad de los generadores y como van estos en una red de distribución. El análisis presentado ayuda a cualquier persona sin experiencia a entender cómo se realizan las conexiones y como trabaja la red de distribución eléctrica nacional e internacional en el caso de este tipo de generadores que no son muy frecuentes en el sistema nacional del Ecuador.

## **1.7 Metodología**

La metodología que maneja este proyecto es de tipo analítico investigativo ya que aborda temas basados en la instalación de generadores no convencionales en el mundo y la aplicación al sistema interconectado del Ecuador, también se mencionara la correcta información de cómo implementar las diferentes tecnologías necesarias para el diseño de la generación, distribución, y trasmisión usando generación no convencional.

Se presentara datos técnicos para construir el marco teórico para luego desarrollar con toda la información analizada sobre la factibilidad de las conexiones de renovables no convencionales

## **PARTE I MARCO TEÓRICO**

### **CAPÍTULO 2**

#### **GENERADOR ELÉCTRICO CONVENCIONAL**

##### **2.1 Fundamentos del generador eléctrico**

El sistema de generación eléctrica radica en transformar cierta clase de energía que puede ser, química, mecánica, térmica y lumínica, en lo que se conoce que es energía eléctrica. El sistema de generación eléctrica se lleva a cabo, fundamentalmente, por medio de un generador, el cual retrasa en la dicha fuente de energía primaria se hace uso con el fin de transformar energía que se localiza en el interior de la misma, en energía eléctrica.

Los generadores eléctricos son máquinas que trabajan con el principio de inducción electromagnética. El generador eléctrico transforma la energía mecánica en eléctrica, las maquinas llamadas generadores eléctricos son las responsables de convertir cualquier tipo de energía mecánica, producida por agua, viento o cualquier tipo de energía, en energía eléctrica que se utiliza todos los días.

Estas máquinas su función es generar electricidad y aparte de esto son las encargadas de mantener el voltaje entre dos puntos que normalmente se les atribuye el nombre de bornes

Actualmente los generadores eléctricos llegan a tener magnitudes extremadamente grandes debido al requerimiento de energía y a la eficacia de los sistemas empleados en la transmisión que se han fortalecido sorprendentemente. Los sistemas de generación se distinguen debido a la fase planificada que será utilizada, estos están considerados, el generador está compuesto de diversas partes que son las encargadas de ayuda en su trabajo de producir energía. Sus partes son:

- Rotor: Parte interna que realiza el movimiento producida por el motor.
- Estator: el recubrimiento que dentro del mismo contiene al rotor.

– Motor: Su diseño depende de la energía que intervenga para generar el movimiento que necesita.

Los generadores normalmente se dividen en dos tipos, los cuales se señalan:

– Alternadores: Son los encargados de generar la energía alterna, en el cual intervienen el rotor y el estator.

– Dinamos: Son aquellos generadores que producen la corriente continua (GUAMANTICA, 2015)

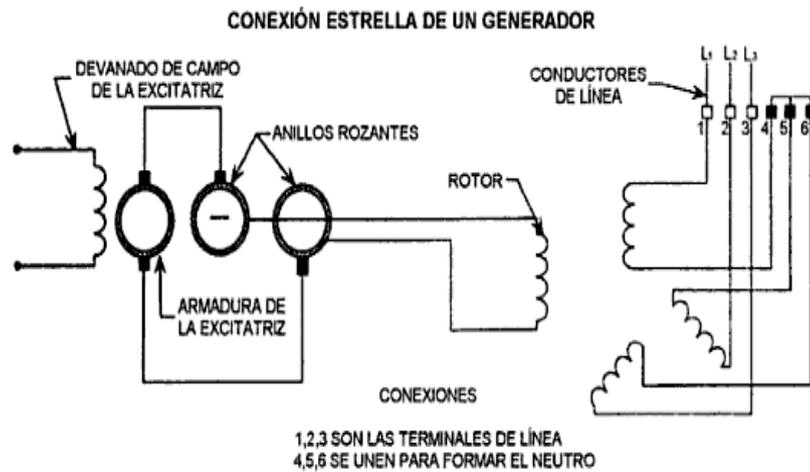
Actualmente se presentan varias formas de obtención de electricidad. De acuerdo a los sistemas de energía convencionales se requiere lograr la mayor eficiencia, así mismo se está trabajando para conseguir un aumento en la eficiencia de los sistemas no convencionales para la transformación de la energía por medio de los recientes diseños y sucesos de manufactura para introducir tecnologías en el ámbito tanto económico y ambiental a los sistemas eléctricos, tomando en cuenta el los sucesos de contaminación presentes.

Dando un concepto de planta eléctrica se puede determinar como una máquina, o grupo de equipos que producen energía eléctrica. Una de las máquinas más importantes para que este procesos se suscite es el generador. (Harper, Tecnologías de Generación de Energía Eléctrica ). Componentes de un generador de corriente alterna: Los componentes de generador de corriente alterna, son los siguientes:

Estator: El estator posee sus elementos más importantes los cuales se detallan a continuación:

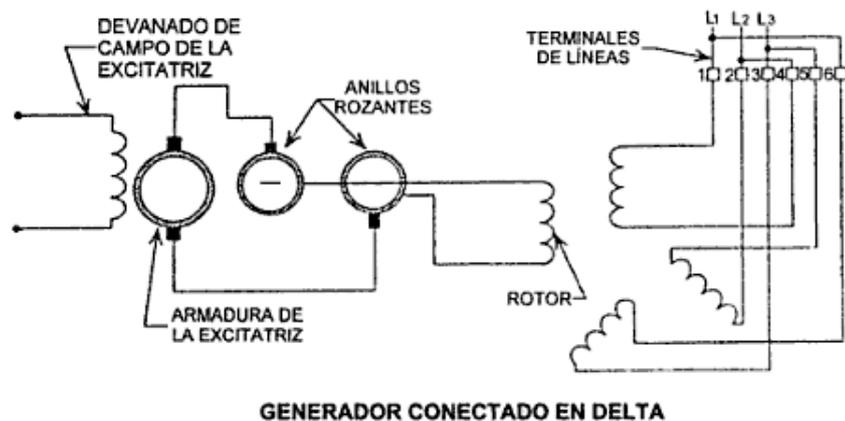
Componentes mecánicos: Estos componentes mecánicos de corriente alterna está compuesto de una carcasa, de un núcleo, de bobinas, de una caja de terminales.

Sistema de conexión en estrella: En un generador los devanados del estator de corriente alterna, se encuentran conectados por lo general en estrella, en la siguiente figura se mostrará los terminales (T1, T2, T3) de línea (al sistema) así mismo se mostrara los terminales que entre lazados dan origen al neutro.



**Figura 2. 1: Generador conectado en estrella**  
Fuente: (Harper, El Libro pactico de los generadores, transformadores y motores lectricos , 2004)

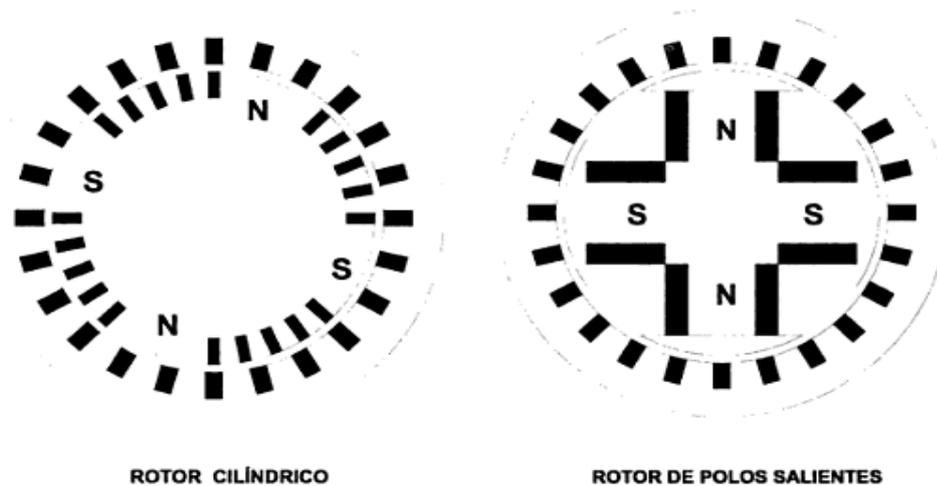
Sistema de conexión en delta: Para realizar la conexión delta, se debe unir las terminales 1 – 6, 2 – 4 y por ultimo 3 – 5, mientras que en las terminales de línea se unen a 1, 2 y 3, con dicha unión se obtienen con vinculo a la conexión estrella, una tensión menor, pero en al contrario se aumenta la intensidad de la línea.



**Figura 2. 2: Generador conectado en delta**  
Fuente: (Harper, El Libro pactico de los generadores, transformadores y motores lectricos , 2004)

Rotor: Para ocasionar sobre el rotor el campo magnético se hace uso de polos que residen en grupo de laminaciones de fierro magnético (para disminuir la nombrada intensidad circulante) la misma que presenta conductores de cobre a la

redonda del hierro, dichos polos se encuentran alterados por una intensidad directa. La compostura de los polos del rotor se la realiza por pares separados a 180°.



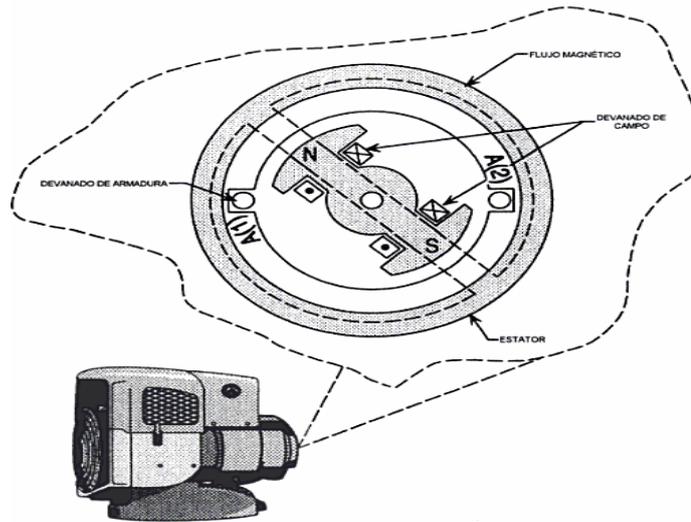
**Figura 2. 3: Generador conectado en delta**

**Fuente: (Harper, El Libro práctico de los generadores, transformadores y motores eléctricos , 2004)**

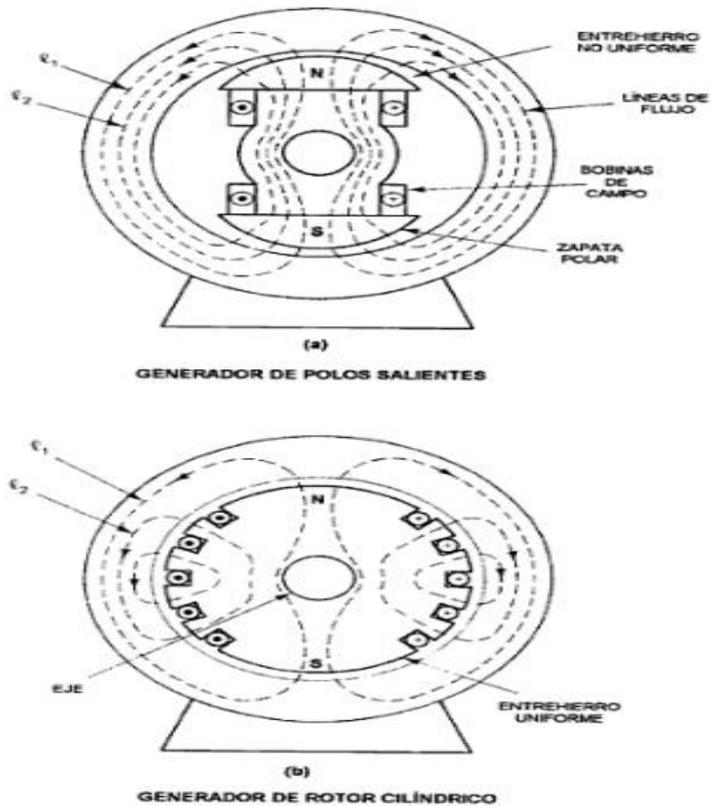
Las bobinas del devanado de campo que se encuentran localizadas en las bobinas que impulsan la tensión en el devanado de armadura, en el cual se localizan las bobinas que describen si el generador es trifásico o monofásico.

Tensión de salida monofásica: la tensión de salida se la consigue por medio de un grupo de bobinas de armadura que se encuentran en el estator, si es un generador monofásico de dos polos, por ende estos polos van a ser Norte y Sur que tiene conductores que pertenecen a los conductores de armadura continuos el cual cubre la ranura del estator.

A 180° se localizan separados mecánicamente y eléctricamente las ranuras del estator, por lo que se muestra la figura a continuación, obstaculiza A (1) del conductor, el lado A (2) es interrumpido por la excreción que regresa del polo sur, dando como resultado la producción de un pico de tensión a través de A (1) y A (2). Los polos norte y sur se encuentran perpendiculares tomando en cuenta al plano de los conductores A (1) y A (2), no se encuentran las líneas de fuerza que interrumpen a los conductores, por lo que la semejanza de tensión entre A (1) y A (2) es de cero. Así mismo al momento que el rotor llega a finalizar una revolución de 360° se determina que culminado un ciclo.



**Figura 2. 4: Elementos del rotor para un generador monofásico**  
**Fuente: (Harper, El Libro pacticio de los generadores, transformadores y motores lectricos , 2004)**



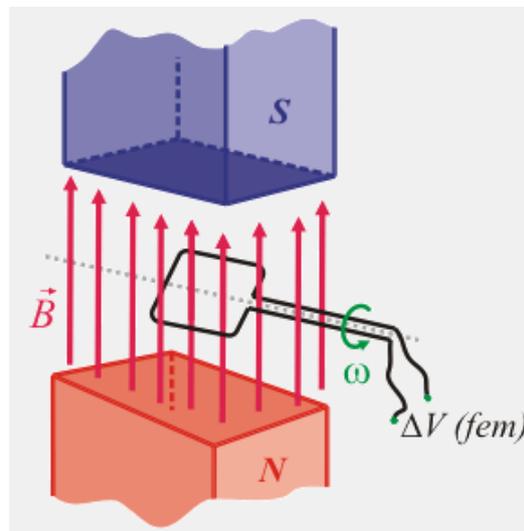
**Figura 2. 5: Clasificación de los generadores por el tipo de rotor**  
**Fuente: (Harper, El Libro pacticio de los generadores, transformadores y motores lectricos , 2004)**

## 2.2 Principio del generador eléctrico.

Los generadores eléctricos son máquinas rotativas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la ley de Faraday. Un generador de energía eléctrica se conforma por poseer diversas bobinas de alambre que están localizados en su estator. EL generador es una maquinaria rotativa que es la encargada de formar energía mecánica en energía eléctrica, lo cual se forma mediante la interacción de elementos primordiales como son el llamado rotor que es el que se mueve y la parte estática se llama estator, un generador tiene dos partes las cuales uno genera un campo magnético y el otro transforma la energía eléctrica.

### 2.2.1 Ley de Faraday

En la siguiente figura se puede apreciar como es la ley de Faraday y su funcionamiento base, se muestra una especie de espiral con forma de rectángulo entre dos imanes que es la encargada de girar en el interior de una campo magnético haciendo que el flujo normal del campo que la atraviesa sufra una variación por ende que logra formar una intensidad que recorre la espiral, formando también en las puntas de la espiral un voltaje.



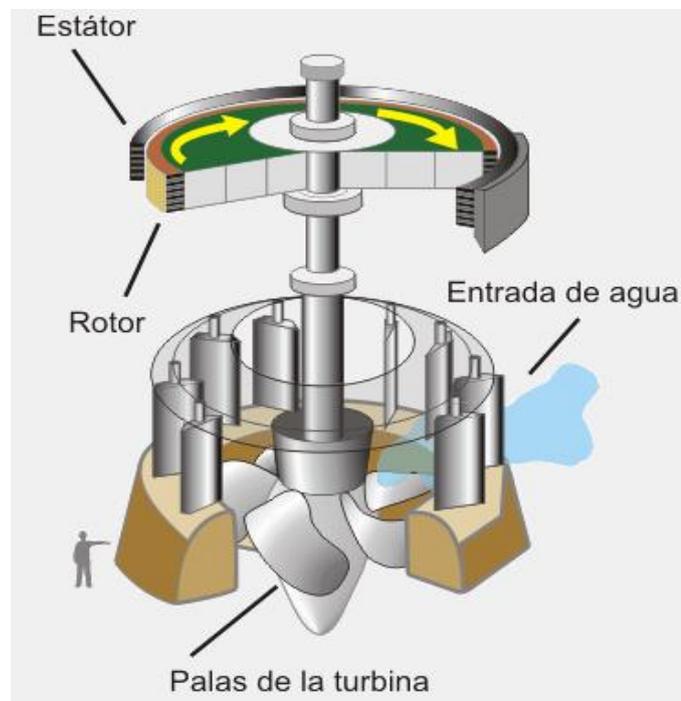
**Figura 2. 6 : Espiral en campo magnético**  
Fuente: (Martin Blas & Serrano Fernandez, 2014)

En todo centro de generación eléctrica, ya sea de energías convencionales o no convencionales, la producción de electricidad siempre va a ser la misma mediante un generador que transforma la energía mecánica en energía eléctrica, mediante el

estator y el rotor, lo que varía en cada central es la fuerza para generar la energía mecánica, en el caso de las hidroeléctricas es el agua la generadora de la energía mecánica, mediante la caída de agua desde una cierta altura hacia las paletas.

Al igual que en las de gas es la combustión del mismo lo que genera la energía mecánica y así con cada una de la materia utilizada para generar la energía mecánica, como se puede apreciar en la siguiente figura se toma de ejemplo una central hidroeléctrica, la cual utiliza agua para generar energía mecánica que posteriormente se transforma en energía eléctrica.

El gráfico muestra unas paletas de la turbina que son las encargadas de recibir el agua que cae de la pendiente y genera la energía mecánica que es transportada por el eje de la turbina y paleta, es el encargado de actuar como inductor, se conecta al estator que es la parte inmóvil del generador y es el inducido, se encuentra en la parte de arriba de la figura, el rotor es un electroimán normalmente ya que tiene muchos beneficios sobre imanes permanentes y el estator se conforma de bobinas que atraviesan la intensidad de la corriente .



**Figura 2. 7: Generador de hidroeléctrica**  
**Fuente: (Martin Blas & Serrano Fernandez, 2014)**

## **2.3 Ventajas y desventajas de los generadores eléctricos**

La energía eléctrica como los generadores que intervienen en la creación de la misma, son de suma importancia para las actividades, así como tiene desventajas

### **2.3.1 Ventajas**

Las ventajas son el reflejo de las necesidades que tienen los mismos en cualquier ámbito:

- Una de sus ventajas es la producción de energía eléctrica que se logra distribuir fácilmente y es de ayuda para poder vivir el día a día.
- Es una herramienta muy accesible si se necesita en la utilización de generar energía de emergencia para cualquier lado.
- Se logra generar energía eléctrica casi a partir de cualquier tipo de material que genere energía mecánica.
- Ayuda en mejorar la comunicación en general

### **2.3.2 Desventajas**

En la actualidad las desventajas son un gran problema ya que sin energía que estos producen, sería un caos la sociedad.

- Es una fuente de contaminación para el medio ambiente cuando se utilizan generadores que producen energía a base de petróleo, carbón, gas y cualquier energía no renovable.
- Cuando se habla de generador eléctrico para grandes ciudades como son las hidroeléctricas, se puede ocasionar un daño irreparable al ecosistema de ciertos animales.
- Son los responsables de generar electricidad por esos motivos cuando faltan y no se obtiene energía, puede ocasionar un tremendo caos para la sociedad.

## **2.4 Tipos de generadores y generación eléctrica**

La generación eléctrica se divide en varios tipos que pueden variar dependiendo de cómo se los quiera dividir, como son la generación eléctrica con energías renovables y no renovables, la generación de energía con generación convencional o no convencional, lo que si los generadores existen los que son síncronos, asíncronos, inducción pero en la generación eléctrica se utilizan del mismo tipo en general:

### **2.4.1 Generadores Convencionales**

Los generadores convencionales son aquellos que se utilizan normalmente para producir energía como son a base de energía térmica, energía hidráulica, energía nuclear, por esos motivos son energías convencionales, a continuación se habla y se especifica cómo funciona cada una de ellas:

#### **2.4.1.1 Generación Térmica**

Energía térmica se llama al tipo de energía que surge de soltar agua con ayuda de un combustible con el fin de dar movimiento al alternador y dar origen a la energía eléctrica.

Para obtener energía eléctrica se necesita carbón, petróleo o gas, tradicionalmente para la generación de electricidad es el uso de combustibles que dan origen al vapor el mismo hará que el movimiento llegue al generador a través de las paletas de las turbinas.

Toda generación térmica se relaciona o se produce la energía eléctrica a través de energías no renovables o combustible fósil que pueden llegar a ser los de petróleo, carbón o gas, haciendo la función de un ciclo de termoiónica que interviene agua y vapor (GUAMANTICA, 2015) & (S.A, 2014).

### **2.4.1.2 Funcionamiento de Central Térmica**

Todo funcionamiento de centrales térmicas es igual ya que es aparte del material que se utilice para generar energía mecánica, existen diversas centrales térmicas que dependen del combustible que utilicen para generar la energía eléctrica y estos tipos son:

- Funcionamiento con Carbón: En estas centrales el carbón es magullado para poder prenderlo y generar calor.
- Funcionamiento con Petróleo: Estas centrales son parecidas a las de carbón con la diferencia que utilizan petróleo que se calienta, para trabajar.
- Funcionamiento con Gas: Todas las centrales utilizan el calor generado de los materiales para funcionar como es el caso del gas que llega por una tubería y funciona para generar el calor con fuego.
- Funcionamiento Mixto: Son centrales que combinan diferentes tipos de combustible para poder funcionar con normalidad.

Para lograr que una central térmica funcione, se compone de la parte de su caldera, el reservorio, su turbina y sin dejar de lado su alternador, cuando se introduce el material que hace combustión en la caldera, se inicia a quemarlo provocando con esto una llama o energía de calor que se transmite al agua que está en reservorio lista para evaporarse y comenzar hacer el trabajo.

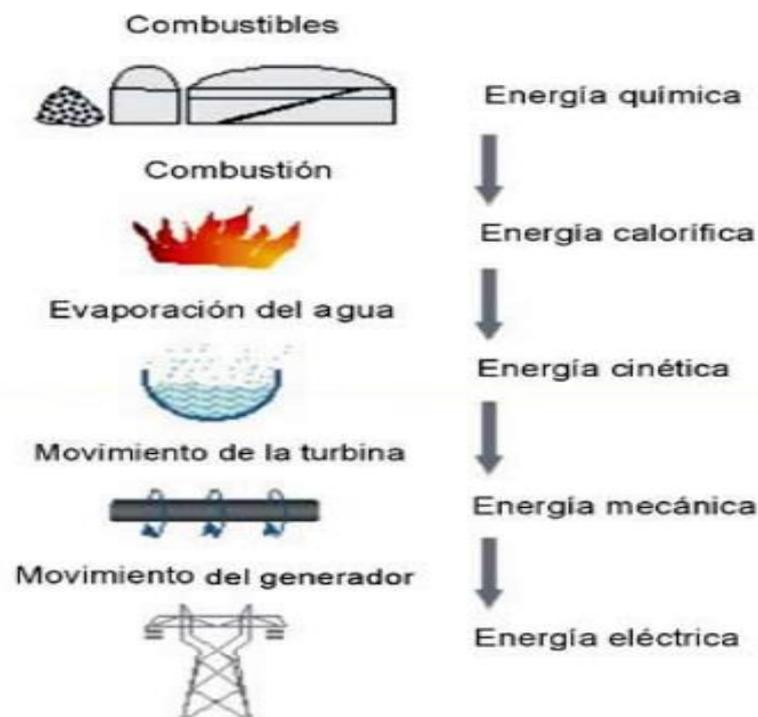
Cuando la presión del vapor esta optimo, es el encargado de expulsar y hacer girar la turbina que conjunto con el alternador producen la energía eléctrica, cuando ya está formada la energía, esta pasa a través de un transformador de considerable tamaño que es el encargado de aumentar el voltaje de la corriente para que pueda ser transportada a las respectivas subestaciones energéticas.

Una vez que ha sucedido todo este proceso, el vapor que ya no es utilizado pasa a un condensador como en los aires acondicionados para que se convierta otra

vez en líquido y poder una vez más utilizarla, de esta formada es que se genera la energía eléctrica mediante centrales térmicas (S.A, 2014).

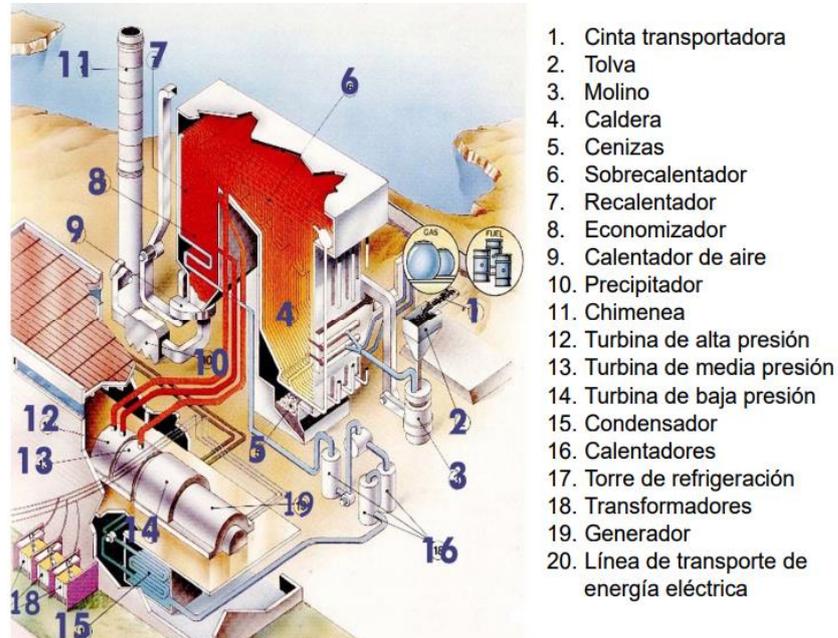
Existen etapas de funcionamiento en las centrales térmicas pero existen tres etapas generales de funcionamiento de las mismas, lo cual indica que la etapa uno se produce la combustión de material fósil que puede llegar a ser el gas, carbón o petróleo.

lo cual permite que el agua se transforme el agua en vapor a alta presión, la siguiente intervención es la etapa numero dos que es la encargada de utilizar el vapor a alta presión generado en la primera etapa logrando con este que las paletas de la turbina giren y logran producir la energía eléctrica con el generador y en la tercera y última etapa general de funcionamiento se coge el vapor ya utilizado para condensarlo y al mismo tiempo se vuelva a producir el agua para generar nuevamente el vapor y que siga el ciclo de funcionamiento. (Gomez Quiñones, 2013)



**Figura 2. 8: Etapa de Generación Térmica**  
Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)

En la figura se muestra las etapas generales de la centrales térmicas y su proceso de cómo generan energía eléctrica hasta que vuelven a convertir el vapor en agua que se reutiliza para el mismo proceso de generación.



**Figura 2. 9: Partes de la central térmica**  
**Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)**

En la gráfica se muestran los principales componentes o partes de una central térmica en general por lo cual tiene un total de veinte partes que la conforman, teniendo en si unas dos partes que son las primordiales para su funcionamiento, como es el caso siguiente:

**Turbina de vapor:** Las centrales utilizan diferentes tipos de combustibles para funcionar como las de vapor y gas, las centrales utilizan materiales diferentes pero tienen ciertos puntos en común como el diseño, operación y su construcción, las diferencias más emblemáticas que tienen unas de las otras son temperaturas que en las centrales de vapor van de 540 a 600 °C, las centrales a gas utilizan temperaturas mucho más elevadas que llegan hasta los 1000 °C hasta los 1300 °C.

**Torres de enfriamiento:** El trabajo de las torres es lograr disminuir la temperatura del vapor que se genera del agua, una vez que se baja la temperatura el

vapor pasa a ser líquido nuevamente para poder reutilizar el agua en el proceso de generación eléctrica. (Gomez Quiñones, 2013)

### **2.4.1.3 Historia de las Centrales Térmicas**

La historia de las centrales térmicas se remontan de hace 140 años atrás donde fue construida y puesta en funcionamiento en la ciudad de Ettal que quedaba en Baviera, el nombre del constructor de la primera central fue Sigmund Schuckert que la fabrico en el año de 1878, al ver la enorme utilidad y su práctica funcionalidad para generar una energía eléctrica a partir de vapor y combustibles fósiles, se tomó la idea para tener las mismas central en Nueva York y Inglaterra.

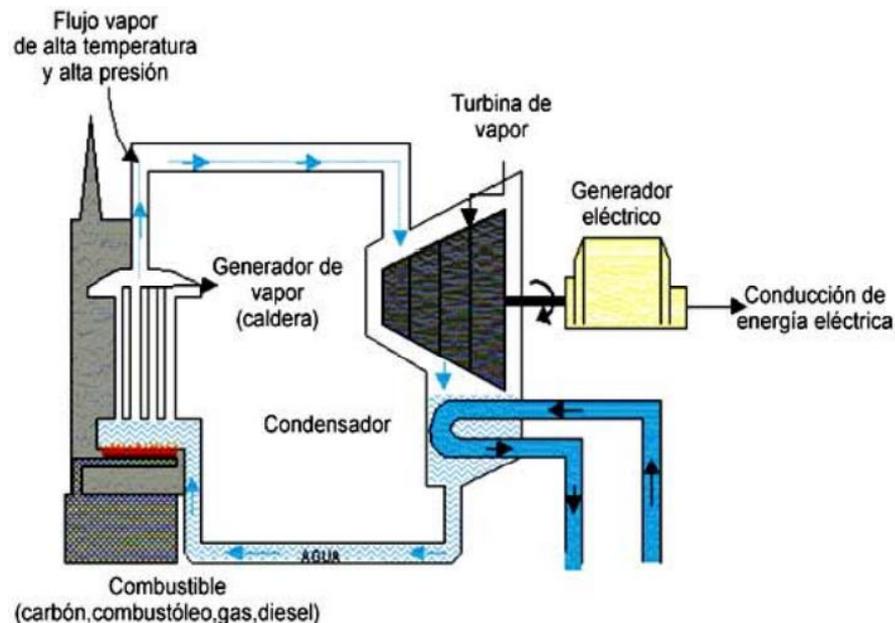
Estas dos ciudades siempre pioneras en la evolución energética, investigación y comercial, las centrales fueron puestas en funcionamiento en el año de 1882, el modelo principal de las centrales con sus generadores eran los motores de vapor de esa época pero gracias al avance tecnológico e industrial que representaba esa época.

Se logró cambiar los motores de vapor por las turbinas de vapor que en ese tiempo eran nuevas y permitían mayores facilidades como construcción de centrales de mayor tamaño y mucho más eficientes por este motivo que en el año de 1905 ya los motores de vapor en centrales estaban obsoletos y entrar a reemplazarlos las turbinas.

### **2.4.1.4 Tipos de Centrales Térmicas**

Existen dos tipos de centrales térmicas que son las de ciclo convencional y las de ciclo combinado, las centrales convencionales son las centrales que trabajan con las energías no renovables en el caso de petróleo, carbón y gas natural, son más económicas en cuanto a sus costos y son mucho más rentables pero existe el inconveniente más alto que es la contaminación al planeta y el daño que causa al ecosistema en el que se vive

Central con turbina a vapor: Son instalaciones industriales en las cuales su funcionamiento requiere de la energía mecánica producida a partir de petróleo que produce temperaturas muy elevadas para poder evaporar el agua que intervienen en las mismas y mueven las turbinas y al generador para producir energía eléctrica. (Gomez Quiñones, 2013)

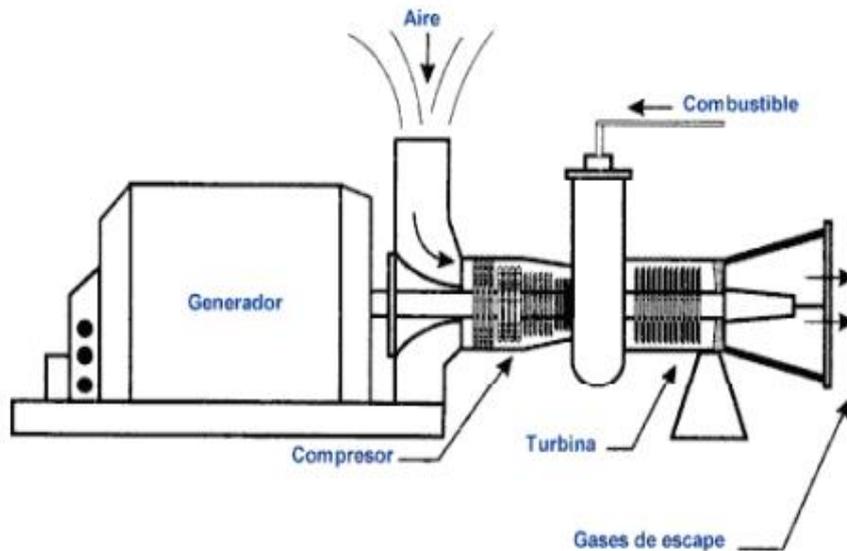


**Figura 2. 10: Central con turbina a vapor**  
Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)

La grafica muestra el funcionamiento de las centrales con turbinas de vapor, como es su proceso de calentamiento de agua, combustión del material, la parte de su generador eléctrico que produce la energía y su condensador, explica todo el proceso.

Turbinas a gas: Las centrales del tipo térmicas que utilizan gas, son aquellas que aprovechan la utilización de la energía cinética de la esparcimiento de aire y gas que están comprimidos, se aprovecha esta energía cinética que posteriormente se transforma en energía mecánica que llega hasta el rotor mediante la turbina y se genera la energía eléctrica.

El inconveniente de este tipo de centrales es la liberación de los residuos de gas hacia la atmosfera que es la principal contaminación. (Gomez Quiñones, 2013)

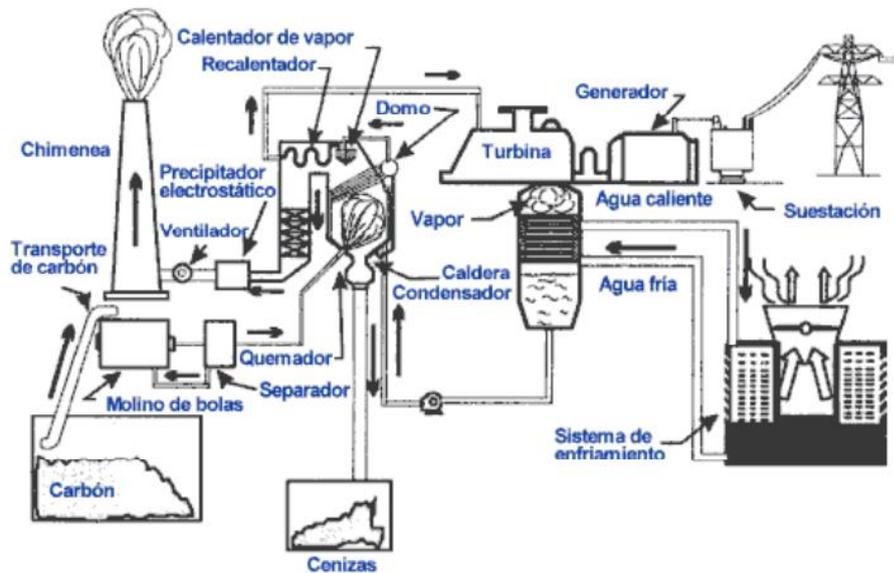


**Figura 2. 11: Central con turbina a gas**  
**Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)**

La grafica demuestra las partes de la central a gas, señalando cada una de sus partes, las centrales a gas normalmente se utiliza en caso de emergencia cuando hay horas pico que la ciudadanía utiliza más energía eléctrica que normalmente son las 8 am y 7 pm respectivamente, son centrales propias para apoyo en energía, ya que entran a trabajar muy rápidamente.

Turbinas a carbón: La función que tienen las centrales con turbinas a carbón tienen la misma funcionalidad que las turbinas a combustible de petróleo pero la diferencia es que utilizan carbón para poder calentar el agua y generan mucho dióxido de carbón que termina en la atmosfera dañando así la capa de aire y el medio ambiente.

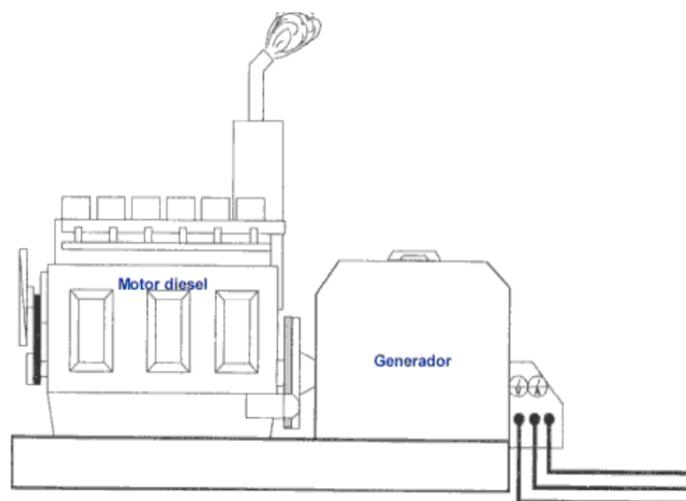
Otro inconveniente que tienen estas centrales es el gran espacio que necesitan para poder color las grandes cantidades de carbón que intervienen en el calentamiento y evaporación del agua. (Gomez Quiñones, 2013)



**Figura 2. 12: Partes de Central Térmica a carbón**  
**Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)**

En la figura 2.7 se puede apreciar las partes y el proceso de una central térmica con referente de material de carbón, tienen la misma función y proceso que las centrales que son impulsadas por petróleo.

Máquinas de combustión interna: Son centrales o maquinas que utilizan gas, su manera de funcionar es parecida a las turbinas a gas, ya que en estas utilizan el diésel normal que desprende gases y con el fuego hace combustión para poder utilizar su energía mecánica y posteriormente sea transformada en energía eléctrica con su turbina y generador.



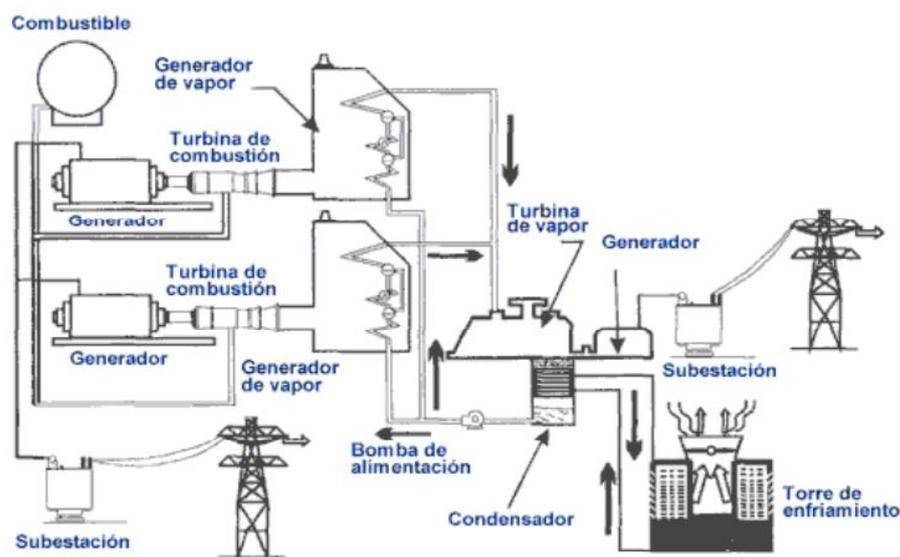
**Figura 2. 13: Maquina de combustión interna**  
**Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)**

Centrales de ciclo combinado: Actualmente se ha avanzado tanto en tecnología que se utilizan las llamadas centrales de ciclo combinado que no son más que la unión de una central a gas o diésel con una de vapor logrando que haya un mayor índice de eficiencia en tanto a la generación de electricidad.

Como funcionan no es tan complicado como parece, se procede a calentar el diésel para generar gases a una turbina de gas, estos hacen que se mueva la primera turbina y su generador, lo cual desemboca en la generación eléctrica.

Posteriormente se utilizan estos gases que salen de la primera turbina, aun calientes para hacer evaporar el agua que se encuentra en otro reservorio, esto produce vapor a alta presión y hace girar la segunda turbina generando energía eléctrica.

Es un doble aprovechamiento de un material para poder generar más energía eléctrica, cuando se empieza a funcionar, la primera que se activa es la turbina a gas, al final del proceso las dos se unen para enviar toda la electricidad, es la mejor central entre las termoeléctricas ya que tiene un buen aprovechamiento de combustibles.



**Figura 2. 14: Central de ciclo combinado**  
Fuente: (Gomez Quiñones, 2013)

Existe un grupo de centrales térmicas muy aparte de las antes mencionadas, a las cuales se les denomina grupo electrógeno, estos equipos se los utiliza en momentos de emergencia cuando se necesita energía en ciertos lugares a pesar de

que se haya cortado el suministro de electricidad, por ejemplo hay lugares como hospitales que no pueden darse el lujo de que les corten el suministro energético, o en las partes de agricultores como bananeras o camaroneras que no les haya llegado aun la energía, así como fabricas que trabajan las 24 horas y no pueden para su producción, las partes de este tipo de generadores o como se les debe de llamar, generadores de emergencia, consta de las siguientes partes:

**Motor:** Existen dos tipos de motores que pueden intervenir en este tipo electrógeno y son el de gasolina o diésel pero siempre y cuando sea un motor de combustión interna los que permiten accionar a los electrógenos y su potencia depende del generador.

**Refrigeración:** Tiene tres manera de poder ser refrigerado el motor que interviene en este grupo, sus tres maneras son mediante aire, agua o aceite ya que es un poco tedioso su refrigeración por muchos motivos pero el principal es que es un motor estático.

**Alternador:** El alternador en este tipo de equipos está muy bien protegido ante cualquier situación o desastre y la parte importante es que no tiene escobillas y se encuentra instalado con muy buena precisión para que funcione conjunto con el motor, existen varios tipos de alternadores y dependen especialmente de cuanto se necesita que generen, normalmente se los protege contra la intervención no debida de una mano humano, un animal o salpicaduras de líquidos como agua, al igual que lo protege de una autoexcitación.

**Fuente de combustible:** La fuente de combustible se encuentra en un apoyo de acero y se tienen unidos al mismo el motor y el alternador, todo este apoyo tiene una funcionalidad muy baja.

**Procedimiento de vigilancia:** o mejor llamado sistema de control para los generadores son aquellos encargados de controlar la entrada de funcionamiento o el paro de los generadores cuando ocurre algún daño, los mismos interviene un sistema de protección para todo el grupo electrógeno.

**Pulsador automático de salida:** Este dispositivo sirve para proteger a todo el alternador, no solo existen este tipo de interruptor para proteger el alternador, sino también para controlar el mismo o controlar todo el equipo desde paneles, solo se

necesita saber cuáles son las especificaciones del generador para acoplar el adecuado.

Regulador: Siempre se necesita tener una velocidad con relación a la carga necesaria, entonces aquí es donde interviene el regulador del motor para mantener esta velocidad, se debe mantener una velocidad adecuada para que así pueda tener la frecuencia adecuada de salida

#### **2.4.1.5 Impacto Ambiental de las Centrales Térmicas**

Las centrales térmicas son muy contaminantes para el medio ambiente que van desde la utilización de recursos no renovables para su funcionamiento, hasta emisión de gases nocivos para la atmosfera, en las centrales térmicas actuales se incorporan sistemas de protección y otras medidas que regulan su incidente de contaminación pero esto no ayuda mucho al daño en el medio ambiente.

Se habla más de las centrales térmicas que utilizan al carbón para funcionar, son aquellas que contaminan más al medioambiente ya que producen mucha emisión de dióxido de carbono que se transfiere a la capa de ozono, como también la liberación de otras partículas como ácidos de azufre, se habla más de estas centrales pero no se puede dejar de lado a otras que su contaminación también es alta como en el caso de las fuel oil, que generan varias emisiones a la atmosfera.

Claro que su contaminación es un poco menor a las de carbón pero igual contaminan, y las ultimas que son el caso de las de gas que su mayor contaminación de igual manera es la utilización de recursos no renovables pero contienen una fuerte emisión de dióxido de carbono pero tienen un índice de mayor eficacia por motivos que se las puede utilizar en ciclo combinado.

Se puede dividir en diferentes tipos de contaminación que generan las centrales térmicas, las cuales llegan a ser:

Contaminación atmosférica: Toda esta contaminación llega por la quema de los materiales como carbón, gas, petróleo que son recursos no renovables, toda esta contaminación esta generada por la utilización de los mismos que producen partículas de dióxido de carbono que van a la atmosfera, por estos motivos las

centrales térmicas utilizan o se les fabrica chimeneas como a las fabricas para que envíen todas estas partículas a la capa de ozono.

Tienen varios sistemas de control para evitar más daño al ambiente pero con todas estas regulaciones que se les han hecho en la actualidad, no es suficiente para poder suprimir todo el contaminante que producen. (S.A, 2014).

Contaminación calórica: Todas o la mayoría de centrales del tipo ciclo abierto son las que producen el calentamiento de aguas que provoca grandes daños a los ríos y mares, por motivos que se afecta el área donde viven especies marinas y pueden provocar la muerte de las mismas, pero todo este problema de calentamiento del agua se le ha encontrado una solución en la actualidad que es la instalación de los sistemas de refrigeración. (S.A, 2014).

Contaminación sonora: Existen normas que regulan las emisiones sonoras de las centrales termias ya que las mismas producen mucho ruido a nivel general, se han mejorado los sistemas de las centrales para que las mismas ya no generen tanta contaminación acústica pero siguen siendo un inconveniente y una molestia para las personas a sus alrededores.

Contaminación química: Todo químico que es utilizado por el condensador para poder enfriar y volver el vapor en líquido son muy contaminantes para el medio ambiente, lo cual son desembocados a los ríos y mares, y no solo los líquidos para la refrigeración sino también para el tratamiento de agua, tratamiento de cenizas de carbón, y muchas otras cosas más como la limpieza general de la central o como la limpieza de la caldera.

#### **2.4.1.6 Ventajas y Desventajas de las Centrales Térmicas**

Las centrales térmicas tienen una ventaja sobre el resto de centrales que producen energía y es que son muy económicas al momento de su construcción, esto es un buen beneficio para países o empresas con bajos recursos pero que necesitan una central de generación eléctrica, la sencillez de las centrales a carbón hacen que sean más económicas pero las de ciclo combinado en comparación a su sostenibilidad y su aprovechamiento al máximo de sus recursos para generación

eléctrica, hacen que sea económicas en comparación al resto de centrales de generación.

La principal desventaja que tienen estas centrales es la contaminación y daño al medio ambiente que producen, el mayor de todos estos es el efecto invernadero de los gases expulsados por motivos de calentamiento de los combustibles, otra desventaja es que los materiales para la combustión son recursos no renovables que se podrán utilizar solo hasta que las reservas se terminen, mucha de las veces las centrales térmicas no son tan eficientes como se piensa, provocando así un daño irreparable al ecosistema y un déficit energético que no logran compensar.

#### **2.4.1.7 Generación Hidroeléctrica**

El agua es el recurso principal para obtener este tipo de energía eléctrica, las turbinas se desplazan de acuerdo a la actividad de la represa en el embalse, dicha represa se encuentra en una cota alta referente a la turbina hidráulica.

Una central hidroeléctrica da como resultado electricidad tomando en cuenta la utilización de la energía potencial del agua represada en una presa ubicada a lo alto que la central.

El agua es trasladada por medio de una tubería a la cuarto de máquinas de la central, donde la generación de energía en alternadores es producida por gigantescas turbinas hidráulicas.

El agua que se encuentra estancada en la presa, tiene una mayor energía potencial, la misma será convertida en energía eléctrica, por medio de una válvula, donde llegara el agua a la turbina forzada, que la conducirá a la turbina restando energía potencial y obteniendo más energía cinética.

El agua que ha llegado a la turbina hidráulica hace que se muevan los álabes convirtiendo energía cinética obtenida en energía de rotación, lo cual hará que se mueva el generador eléctrico, el mismo que convertirá energía de rotación en corriente alterna. Gracias a los transformadores se cambia en corriente de alta tensión e intensidad baja que es trasladada por medio de conductores de alta tensión.

Cuando el agua ha entregado su energía, es restituida al río por medio de desagües ubicados en la parte inferior de la presa. (GUAMANTICA, 2015).

Lo que es energía hidroeléctrica es una definición basada en que es una energía producida a base de la circulación del agua, como toda generación de energía eléctrica se necesita una energía mecánica para accionar la turbina y el generador para lograr la tan anhelada energía eléctrica, otro nombre como se conoce a esta energía es la hidroenergía, tiene ventajas como que trabaja con agua que es una energía renovable utilizando las centrales hidroeléctricas.

Como ya se mencionó anteriormente que es la energía hidroeléctrica o hidroenergía, ya se tiene una idea de lo que es, ahora esta hidroenergía se utiliza para las centrales hidroeléctricas que por su nombre se ve, es las centrales que utilizan agua para poder funcionar, hablando un poco de la historia de las mismas.

En la antigüedad se utilizaban molinos pero con el paso del tiempo y la evolución concluyeron en centrales hidroeléctricas, un poco de su funcionamiento ya se lo ha dicho al principio pero no está de más decir que utilizan la fuerza de la gravedad que tiene un agua en la altura.

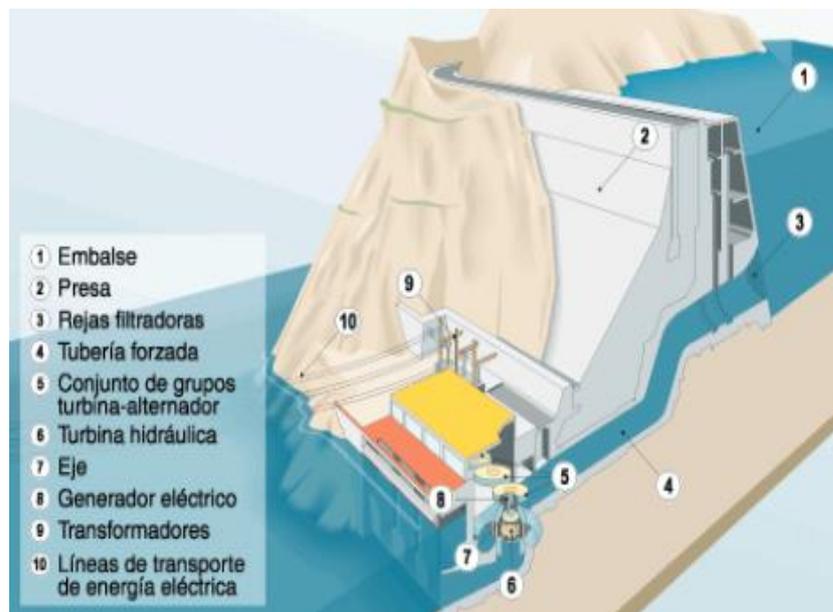
#### **2.4.1.8 Funcionamiento centrales hidroeléctricas**

Como ya todos saben una central hidroeléctrica trabaja aprovechando la caída de agua en un reservorio a una cierta altura, se realiza o construye este reservorio por motivos de precaución de las temporadas bajas y altas del caudal del río durante el año pudiendo de esta manera mantener una constante generación eléctrica durante los periodos de sequía que sufren ciertos ríos, esta es una gran desventaja que se la supo vencer con el paso del tiempo, logrando un constante flujo de energía eléctrica durante los 365 días.

Uno de los requisitos de las hidroeléctricas son los embalses que se forman a partir de las represas que tienen por finalidad retener el agua y mediante una tubería que pasa la montaña o lleva el caudal hasta la turbina del generador pasando primeramente por la casa de máquinas que es la que distribuye uniformemente el agua a las turbinas con las que conste la central hidroeléctrica.

Como ya se sabe la turbina va conectada al generador para poder producir energía eléctrica mediante la energía mecánica. Se pone como ejemplo de la funcionalidad de una hidroeléctrica, un balde de agua que se lo lleva hasta una altura X

Para llevar ese balde se necesita una energía ya que interviene la gravedad y todo, se suelta el agua en este balde y se refleja la misma energía que se necesitó para llevarla, consecuente de la gravedad, este es el principio de la energía mecánica que utilizan estas centrales para producir energía, estas centrales aprovechan la altura que tiene la represa para luego soltar el agua conjunto con la gravedad para producir una energía mecánica muy grande que produce la energía eléctrica mediante turbinas inmensas.



**Figura 2. 15: Etapas de central hidroeléctrica**  
Fuente: (S.A, 2014)

La imagen se muestra la central hidroeléctrica con cada una de sus procesos para generar la energía empezando desde el punto dos que es la presa fabricada en la parte más alta del lugar para aprovechar la caída del agua y para poder acumular todo el líquido vital.

Pudiendo formar el embalse que se muestra en el punto uno para poder aprovechar, el embalse y la presa ayudan a retener el agua para que en su caída pueda

generarse una fuerza potencial lo que tiene la relación directa de la masa con la altura a la que se la lleva.

Aprovechando esta energía potencial, se genera la energía eléctrica por eso es tan necesaria la altura de la presa, a continuación se le coloca una rejilla metálica como se observa en el punto tres conjunto con una válvula como en todo sistema de agua ya sea aquí en central o en otro lado.

La válvula que permite la regulación de agua, la entrada y la salida de la misma a la galería de presión, toda esta agua va conducida hasta la galería por una tubería de presión que se muestra en el punto cuatro, esta tubería es de suma importancia al igual que todas las partes anteriores, la tubería lleva hasta el final el agua y desemboca en la turbina que se sitúa en una sala central donde se encuentran las maquinas.

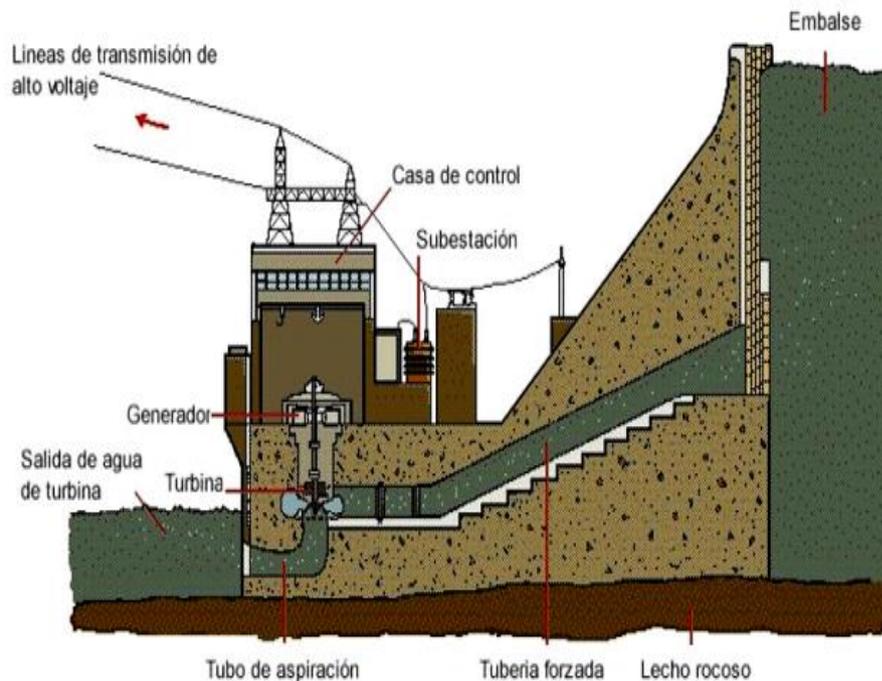
El agua en la parte de arriba que contiene energía potencial, una vez que cae y es conducida por la tubería reforzada se transforma en energía cinética en el proceso, toda la altura y fuerza de caída toma mucha velocidad y entra en contacto en las aletas de las turbinas que se encuentran en el punto cinco.

Lo que hace la turbina es coger la energía cinética del agua y transformarla en energía mecánica, ósea el agua mueve las aspas de la turbina con su respecto eje en el punto seis y al estar unido al generador provoca que esta energía cinética convertida en energía mecánica produzca la electricidad o mejor dicho corriente alterna que es la que se utiliza normalmente en las viviendas.

Pero esta energía que se produce es en media tensión y se la envía por transformadores que producen el cambio a baja tensión como se observa en el punto siete y esta energía se envía a las subestaciones que llegan mediante líneas de transporte o líneas de alta tensión que se muestra en el punto ocho. (S.A, 2014).

Todo esto es como funciona una central hidroeléctrica en todo su esplendor pero no se ha hablado de cada una de sus partes, la definición de cada una y qué función o importancia tienen dentro de las centrales impulsadas por agua, a

continuación se muestra un gráfico donde se hace relación con cada una de sus partes.



**Figura 2. 16: Partes de la central hidroeléctrica**  
**Fuente: Autor**

**Turbina:** La turbina es aquella parte de la central que conecta al generador con la energía cinética del agua, tiene su rotor que es la que gira mediante la impulsión del agua a presión.

**Represa:** La represa está constituida por grandes muros bien reforzados para la contención del agua y el aprovechamiento de la altura, esto ayuda a contener el agua incluso en los meses de sequía del río, las represas necesitan puertas metálicas o mejor llamadas compuertas de control que son las encargadas de manejar el caudal de agua, estas compuertas son automáticas dependiendo de la demanda de agua que necesiten.

**Tubería de presión:** Su función al igual que el de las otras partes de la central es importante y cumple la de conectar el reservorio de agua con el rotor de la turbina, el agua que circula desde el reservorio y pasa por la pendiente hasta la turbina es transportada por esta tubería de presión.

Reservorio: Es la parte de la central de mayor altura donde se guarda toda el agua que es utilizada en el proceso de producción de energía eléctrica, se la construye a altura para aprovechar la pendiente de caída.

Generador: Es una de las partes más importantes de la central, es aquel que le da vida conjunto con el agua, se encarga de generar la energía eléctrica a través de la energía mecánica que recibe.

#### **2.4.1.9 Historia de centrales hidroeléctricas**

La energía eléctrica producida por la fuerza del agua es elaborada en centrales llamadas hidroeléctricas, como su nombre lo indica su fácil funcionamiento se deriva en el aprovechamiento de la caída del agua que se encuentra en un reservorio para posteriormente producir una energía mecánica en los alabes de las turbinas.

Hace 138 años exactamente se logró instalar la primera central hidroeléctrica en el mundo que abastecía energía al público en general, cruzaba el año de 1880 en la ciudad de Londres cuando ocurría esta magnífica obra que sería el comienzo del futuro en las centrales hidroeléctricas.

Aunque en la antigüedad el agua ya se la tenía como una fuente de energía que ayudaba a los campesinos para poder mover las paletas de los molinos que les servían para sus cultivo.

En la actualidad se han mejorado mucho los generadores eléctricos no solo en general si no en centrales hidroeléctricas para que tengan un mayor grado de eficiencia por motivos de grandes necesidades por partes de residentes y fabricas al inicio del siglo veinte, satisfaciendo así todas sus necesidades energéticas.

Un claro ejemplo de grandeza, avance tecnológico fue la creación de la central hidroeléctrica en el año de 1895 en las famosas cataratas del Niágara.

Desde esos tiempos las centrales hidroeléctricas fueron parte importante del avance energético en todo sentido ya que eran una parte importante a nivel internacional en cuanto al cubrir necesidades energéticas a nivel global, viendo los beneficios que acarreaban las mismas, se instaló la primera central en Sudamérica en el año de 1897 en el país de Chile. (Copesa, 2012).

#### **2.4.1.10 Impacto ambiental de centrales hidroeléctricas**

Se dice que las centrales hidroeléctricas tienen problemas de contaminación para el medio ambiente que se pueden reflejar mediante lo que opacarían el paisaje natural que producen los ríos entre las montañas, como desde luego el daño a la vida silvestre de la zona en la que se realiza la construcción de las centrales.

Otro de los grandes inconvenientes es la tala de árboles o destrucción de la naturaleza debido a la construcción de centrales, como es en el caso de querer transportar la energía hacia las subestaciones y se debe de despojar el camino de árboles y en el caso de no querer hacerlo, se puede dañar o destruir de mayor nivel el paisaje natural que estas zonas tenían antes.

Se puede decir que el mayor daño que estas ocasionan es la destrucción de paisajes naturales y zonas de vida para animales, pero se gana una gran ventaja ya que son centrales menos contaminantes aprovechando así los recursos renovables para poder generar energía eléctrica limpia y segura para todas las personas del sector, complaciendo una demanda energética produciendo energía limpia y segura.

#### **2.4.1.11 Ventajas y desventajas de centrales hidroeléctricas**

La mayor ventaja que tienen estas centrales es la presencia y utilización de recursos renovables como el agua en su intervención de generación eléctrica, pudiendo establecer una buena relación sin contaminación de dióxido de carbono, tomando agua de un punto y devolviéndola por otro lado, tiene muchas ventajas como el hecho de no ser un riesgo para personas así como para animales de la zona,

al igual que no generan emisiones de dióxido de carbono que son los que dañan la capa de ozono.

La principal desventaja que tienen estas es la destrucción de la vida silvestre y de hábitat para animales como también la destrucción de bosque.

Pueden lograr destruir mediante la acumulación de agua en la presa o en el reservorio, dañan paisajes y una fuente de vida para ciertos animales, al igual que personas que deben de ser retiradas de la zona por daños a propiedades de los mismos, es una de las centrales que tiene un índice muy alto de costos al momento de su fabricación.

#### **2.4.1.12 Generación Nuclear**

Una central nuclear hace uso de fisión nuclear, el uso de la misma es parecido al de una central térmica la misma que hace uso de carbón, petróleo o gas, a excepción de proporcionar energía calorífica en agua para transformar en vapor.

Los reactores nucleares se consiguen a través de reacciones de fisión nuclear de los átomos de combustible nuclear, tanto que en otras centrales térmicas se consigue energía térmica a través de la quema de algunos combustibles fósiles.

Los diferentes reactores nucleares tienen como meta hacer uso del calor de reacciones de fisión nuclear para mover las turbinas que van a producir la electricidad. (energía-nuclear.net).

Las centrales de generación eléctrica por combustible nuclear son aquellas que obtienen todo su material de uranio o mejor dicho de energía nuclear, estas centrales tienen la parte de su funcionamiento muy similar a las centrales térmicas que utilizan el vapor del agua pero en este caso no se utiliza petróleo carbón o gas para generar el calor suficiente para evaporar el agua se utiliza la fisión nuclear de ciertos átomos.

Todo el calor generado por las centrales convierte el agua en vapor que al igual que las centrales térmicas, utilizan ese vapor para poder mover la turbina y conjunto con el generador producir la energía eléctrica, la diferencia es que en estas centrales se utiliza la fisión nuclear que es la descomposición de átomos.

Todo este proceso se suscita dentro de un reactor nuclear que controla la reacción en cadena que esto produce para que no hayan inconvenientes.

Como es la obtención de la energía o el calor suficiente a partir de los átomos para poder evaporar el agua, es muy sencillo explicando desde los núcleos de los átomos que es donde radica toda esta fuente de energía, por este motivo toman el nombre de energía nuclear ya que en este se conserva todo este potencial.

Para poder liberar la energía del núcleo es necesario realizar una fisión en los átomos o específicamente en el mismo, realizando el choque de neutrones a grandes velocidades totalmente controladas, contra el núcleo del átomo, los elementos que más intervienen en este proceso es el uranio.

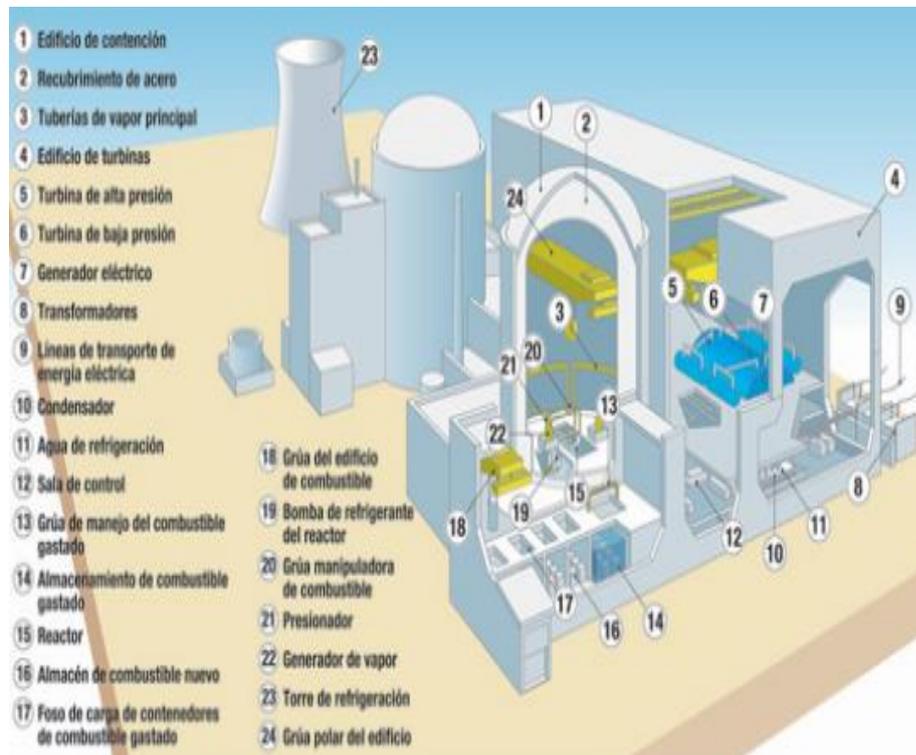
El colapso del núcleo provoca la división a nuevas partículas como es el caso de dos nuevos núcleos y de dos a tres nuevos neutrones que son los encargados en ese instante de seguir producción la división de nuevos núcleos denominado reacción en cadena.

A todo esto se libera una gran cantidad de calor que es la aprovechada para poder evaporar el agua y seguir con el ciclo de generación eléctrica.

#### **2.4.1.13 Funcionamiento de las centrales nucleares**

Como toda central tiene su parte importante, esta no es la excepción con la suya que se podría decir que es el reactor que permite controlar la fisión de los átomos de uranio que son los encargados de la liberación de calor para producir el vapor para todo el funcionamiento de la central.

Su funcionamiento es particularmente parecido al de cualquier central térmica con diferencia de la utilización de la energía nuclear y división de átomos para generación de calor, en la gráfica siguiente se muestra el recorrido o cada una de las estaciones de cómo generar la energía eléctrica a partir de uranio.



**Figura 2. 17: Central Nuclear**  
**Fuente: (S.A, 2014)**

En este ejemplo se tomara una central nuclear del tipo de agua de presión que en el primer punto tiene un edificio de contención la cual es una estructura totalmente reforzada con los mejores materiales y blindajes que la mantienen totalmente hermética.

Casi siempre se construye este edificio con especificaciones técnicas de una base cilíndrica que acaba en una cúpula, dentro de este edificio se encuentran las partes delicadas de la central como por ejemplo:

El reactor que se ve en el punto diez y es el encargado de poder poner en funcionamiento la división de los átomos y producir el calor, al igual que se encuentran los generadores de vapor como se los muestra en el punto trece conjunto

con el presionador del punto doce y las bombas de refrigeración del punto once, todo este edificio es una representación característica de una central nuclear.

El calor que se libera en la fisión de los átomos de uranio que se encuentra en la parte del reactor es transmitido hacia el reservorio del agua para poder evaporar a la misma pero como se encuentra en alta presión, se la lleva hasta los generadores de vapor, toda el agua del circuito secundario termina en los generadores de vapor, sin tener que mezclarse con las del circuito uno.

El vapor que se genera en los generadores es llevado hasta la turbina mediante tuberías del vapor principal que se observa en el sector dos para así poder accionar las turbinas de vapor, todo el vapor se reutiliza y se lo lleva hasta el condensador que lo vuelve a convertir en líquido como se muestra en el punto siete.

En la mayoría de centrales nucleares se toma el agua del mar para poder enfriar todo el sistema, esta parte se le llama agua para refrigerar como se ve en el punto ocho, toda el agua que se tomó del mar y se la volvió a enfriar pasándola por torres de enfriamiento en el punto nueve, vuelve a su lugar de origen.

La función del generador parte cuatro es producir la energía eléctrica, en estas centrales es mediante el vapor que llega a las turbinas y esta hacen girar y producir la energía con el generador, el voltaje de salida del generador se aumenta con los transformadores que se ve en la parte cinco para así poder transportarla a las subestaciones como se ve en la parte seis.

En la parte catorce se muestra el edificio del combustible donde se encuentra los depósitos de combustible que en este caso es uranio, donde se facilita la utilización del mismo y saber cuánto se ha ocupado, el combustible se lleva hasta las afueras de la central hacia un almacenamiento definitivo, en el mismo se coloca el uranio que no se ha utilizado en el proceso de energía eléctrica. (S.A, 2014).

Como en toda central, esta tiene sus partes que se encuentran en el proceso y se las procede a mencionar a continuación:

Reactor: El reactor hace que toda la central funcione, se puede decir que es su corazón, ya que sin él no se podría generar la fisión para que funcionen las turbinas con el vapor, el reactor está compuesto por paredes muy sólidas que evitan fuga de radiación, como así contienen las varillas de uranio, agua también es la que circula alrededor del mismo para enfriar el exceso de temperatura.

Generadores de vapor: es el que se encuentra en la mitad de los dos circuitos pero más propiamente pertenece al circuito secundario, el agua caliente del circuito primario pasa al agua del circuito secundario y este al entrar en contacto con la tubería del primero hace que se evapore.

Bombas refrigerantes del reactor: son las encargadas de llevar el agua desde los generadores de vapor hasta el reactor

Turbinas: Son las encargadas de recibir el vapor del agua y que se transforma de energía calórica a energía mecánica para darle movimiento a los alabes y con el generador producir la energía eléctrica.

Generador: Se conecta a la turbina mediante su eje para producir el movimiento en el alternador y este a su vez transforme la energía mecánica del movimiento en energía eléctrica.

Condensador: el vapor ya utilizado se lleva al condensador para bajar su temperatura y que vuelva a ser líquido vital y se vuelva a utilizar para el proceso de producción eléctrica. (Hinestrosa Magan & Saenz, 2013).

#### **2.4.1.14 Historia de las centrales nucleares**

En los años de 1956 se inaugura la primera central nuclear del mundo, la mismísima reina Isabel II, la misma central que estuvo en funcionamiento casi 50 años, fue inaugurada en Cumbria en el antiguo Reino Unido.

Tenía el primer reactor Magnox y se la utilizaba no solo para uso militar, sino para producción de plutonio. Esa es la historia que las personas saben de cómo fue la historia de la primera central nuclear pero en realidad fue la URSS que tuvo la primera central en su territorio en el año de 1954, luego con el paso del tiempo es que el reino unido crea la primera central en su tierra.

Antes era con mucha cautela la creación de las centrales por miedo a las nuevas tecnologías y por motivos de la segunda guerra mundial y la bomba atómica, esas centrales fueron dañinas en reino unido por motivo de contaminación de 500 kilómetros cuadrados.

Después de ver estas centrales y crisis petroleras de los años sesenta en los países industrializados, se proceden a crear muchas centrales para satisfacer las necesidades eléctricas.

Hubo un crecimiento tan grande de centrales que llegaron a las 416 centrales por motivos la crisis petrolera y los gobiernos decían que era económicas en su construcción y limpias para el medio ambiente.

Al pasar los años se dieron cuenta que las centrales producían más daños de los que se creía y comenzaron a poner medidas de seguridad bien exigentes lo que elevo los precios de la producción eléctrica bien alto, lo que hizo que dentro desde 1988 hasta el año 2011 solo se crearan 27 centrales nucleares nuevas.

#### **2.4.1.15 Impacto ambiental de las centrales nucleares**

En toda central existen riesgos ambientales ya que ninguna central que produzca energía es totalmente limpia y perfecta por estas razones estas centrales no es la excepción lo que pueden producir es bastante riesgo de explosiones internas por el reactor que contiene choques atómicos pequeños pero se pueden salir de control y ocasionar algo muy grande.

Al igual que la radiación y fugas radiactivas que dañan la naturaleza y no solo de los animales, sino a los seres humanos también.

El caso más nombrado es la de Chernóbil que no va a poder ser poblado durante varios años, siempre tendrán residuos radiactivos que se desechan a los ríos o mares que dañan el agua que las personas utilizan y no se habla de daños al medio ambiente que es lo peor.

Sino del paisaje que incurren estas grandes instalaciones al igual que la mala regulación del agua caliente que se libera y puede matar a los peces y plantas acuáticas, provoca una contaminación acústica mediante sus turbinas que producen un ruido muy exagerado cuando entran en funcionamiento.

#### **2.4.1.16 Ventajas y desventajas de las centrales nucleares**

Toda central tiene sus cosas buenas y malas, en este caso las centrales nucleares tienen mayor cantidad de cosas malas que buenas. Una de sus ventajas es que es una fuente de producción energética muy alta cuya complementación es las centrales hidroeléctricas y las térmicas.

Con este ejemplo se demuestra su gran poderío eléctrico que puede tener bastante influencia, la contaminación que se genera para la atmosfera se cree que no tiene mayor incidencia o que no existe contaminación hacia la atmosfera.

Una de sus desventajas es la perdida de energía al momento de su refrigeración en general, una de las grandes problemáticas que tienen es los altos costos que tienen al momento de construcción de las mismas, su alto costo se debe en la actualidad por sus sistemas de seguridad que previenen fugas pero con tanta seguridad y costo se lleva a que no son totalmente seguros sus sistemas.

Los residuos que quedan tienen un problemática constante que conllevan a mayor contaminación ya que los residuos se deben enterrar y esto provoca daños en la tierra por radiación durante miles de años

## **CAPITULO 3**

### **GENERADORES ELECTICOS NO CONVENCIONALES**

#### **3.1 Generalidades**

Para producir energía eléctrica de manera no convencional se presenta los siguientes métodos de obtención que son la generación solar térmica, la generación fotovoltaica, la generación eólica y la generación por biomasa, a continuación se detalla cada uno de los aspectos de generación:

#### **3.2 Generación Solar Térmica**

La energía solar térmica es la que hace uso de la energía del sol para crear calor que se la utiliza para cocinar alimentos o para la fabricación de energía mecánica y después de ella, energía eléctrica.

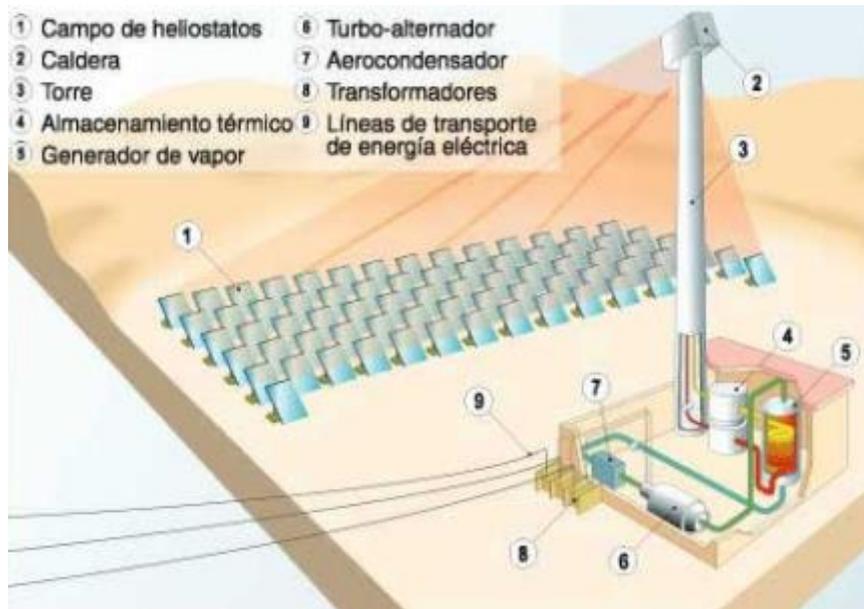
##### **3.2.1 Funcionamiento de Centrales solar térmica**

La central solar térmica o mejor llamada termo solar es aquella encargada de recolectar la energía solar del ambiente para poder generar la energía eléctrica, su funcionamiento es algo parecido a las centrales térmicas.

Todo el calor que produce el sol y es captado por la central se acumula para poder generar energía mecánica y luego transformarse mediante una turbina y un generador a energía eléctrica que se puede entregar al público en general.

Existe una notorio diferencia entre las centrales térmicas convencionales y las centrales termo solares que es la utilización de productos fósiles para poder generar combustión y evaporación de agua en uno, y la otra es la utilización de la energía solar para producir la combustión y generar vapor que se utiliza para el movimiento de la turbina.

En la siguiente figura 3.1 se muestra el correcto funcionamiento de las centrales termo solar en su esplendor:



**Figura 3. 1: Centrales Termo solares**  
**Fuente: (S.A, 2014)**

Se muestra como son los pasos de funcionamiento de una central termo solar, en el primer punto se muestra los llamados heliostatos que son los encargados de dirigir todos en un solo punto los rayos ultra violetas del sol, cuya objetivo es el calentamiento del agua que existe en la caldera que se encuentra en el punto dos y se encuentra hacia una cierta altura en una torre.

En la caldera se concentra todo el poder del sol que calienta el agua hasta el punto de ebullición y evaporación de la misma, todo el vapor se transporta hacia los generadores de vapor que tienen estas centrales y se muestra en el punto cinco

Este vapor traspasa todo su calor a otro fluido que normalmente es agua también que genera vapor extra, luego de este proceso las centrales entrar a funcionar de igual manera que una central térmica convencional

Por estas razones todo el vapor es conducido a la turbina que se muestra en el punto seis gira así transformando la energía del vapor en energía mecánica rotatoria permitiendo que el generador del punto siete transforme producir energía eléctrica, el

condensador es el encargado de convertir el vapor nuevamente en agua para continuar de nuevo el ciclo.

Como todas estas centrales se encargan de la producción de energía eléctrica mediante la energía solar y a ciertas horas del día la energía solar no es muy fuerte o en la noche que el sol no sale y no se puede recolectar calor.

Por estos motivos se tienen reservorios caloríficos que se muestran en el punto cuatro y ayudan o dan apoyo a la central cuando las mismas no tienen demasiada luz solar para producir energía.

Como en todas las centrales hasta ahora los termosolares elevan el voltaje con transformadores que se encuentran en el punto nueve y se transportan en las líneas de alta tensión del punto diez y se dejan en la red general del sistema.

### **3.2.2 Historia de centrales solar térmica**

Antiguamente, los Griegos elaboraron viviendas para la construcción de las mismas utilizaron la luz solar de manera pasiva, hace 400 A.C.

En el año de 1867 Horace de Saussure elaboro el colector solar mientras que Edmond Becquerel en 1839 miro por primera vez el efecto fotoeléctrico. El científico Auguste Mouchout manipulo el colector solar para elaborar vapor y así poder dar marcha a un motor, desafortunadamente el costo demasiado elevado hicieron que este proyecto sea utilizado comercialmente.

En el año de 1880 aproximadamente se produjeron las celdas fotovoltaicas, las misma que fueron elaboradas con selenio, las cuales contaban del 1 a 2% de eficiencia.

Alrededor de los 50's, se creó un método de fabricación de cristales de silicio de alta eficiencia, esto hizo que poco a poco se vaya apresurando el proceso de energía solar, por lo que en el año de 1954 crearon celdas fotovoltaicas de silicón los

laboratorios Bell Telephone con una efectividad de 4%, la cual con el tiempo incremento al 11%.

Gracias a este desarrollo en el año de 1958 un satélite de pequeño tamaño fue energizado con una celda solar menor a watt de potencia.

La energía solar tuvo una duración hasta los años 70, el cual hubo una decadencia en la práctica. En ese mismo tiempo el costo del petróleo y el gas tuvo un incremento lo que hizo que volviera la utilización de la energía solar, así mismo en la producción de electricidad.

En el de 1990 la energía solar fue considerada como una opción viable en comparación del petróleo por la Guerra del Golfo.

Actualmente la energía solar es usada por dos razones principales. La potencia térmica solar, la misma que es utilizada para calentar fluidos.

Los que mueven turbinas y algunas máquinas, esta es la primera razón principal del uso de la energía solar, mientras que la segunda es la conversión fotovoltaica en la cual la electricidad es creada por el sol.

### **3.2.3 Impacto ambiental de centrales solar térmica**

Este tipo de energía, así como las otras energías renovables, estructura, alrededor de los combustibles fósiles, un origen permanente, ayuda al suministro energético total y es menor su riesgo para el ambiente, esquivando el uso del mismo de forma directa y los resultados de su elaboración. Los efectos son:

Clima: el origen de la energía eléctrica procedente de la luz solar no necesita de alguna clase de combustión, lo que no se genera polución térmica ni la difusión de CO<sub>2</sub> que apoye el efecto invernadero.

Geología: la elaboración de las células fotovoltaicas son a base de silicio, el cual es extraído de la arena, el cual se encuentra en la naturaleza y del que no necesite en medida pequeña.

Por lo que, en la realización de los paneles fotovoltaicos no requieren variación en sus componentes litológicos, o en la disposición del terreno.

Suelo: la erosionabilidad es anulada, debido que no se generan contaminantes, ni alteraciones en la tierra.

Aguas Subterráneas: no ocurren trastornos de las aguas vistas ni alteración por desechos vertidos.

Flora y Fauna: al momento de retirar tendidos eléctricos, el riesgo para las aves desaparecen.

Paisaje: el impacto visual es mínimo, debido a que los paneles solares obtienen varias alternativas de incorporación, lo que facilita su ingreso y armonizan las estructuras.

Medio social: la energía solar fotovoltaica es la mejor opción para poder otorgar energía eléctrica a sitios que se encuentran protegidos. La instalación de estos sistemas requiere de una pequeña cantidad de espacio por lo que esto no representa problemas.

### **3.2.4 Ventajas y desventajas de las centrales solar térmica**

Las desventajas para obtención de este tipo de energía son:

- La obtención de energía es a base de la luz solar la misma que depende la cantidad de insolación.
- El precio de su instalación es elevado.
- Su desarrollo es bajo, como consecuencia de las células solares, en algunas ocasiones es menor al 20%

-Su visualización en los parques solares, suelen requerir grandes cantidades de captación.

### **3.3 Generación Fotovoltaica**

Este tipo de energía produce corriente continua, a través de semiconductores los mismos que son alumbrados por un grupo de fotones. Al momento que la luz alcanza la célula solar.

Cuyo nombre está asignado al elemento fotovoltaico individual, se produce potencia eléctrica; al momento que la luz se acaba, la electricidad se desvanece. Este tipo de célula solar no requiere carga como es el caso de las baterías.

Una célula solar opera al igual que una máquina térmica la misma que su fuente se calienta, y se halla a  $6000^{\circ}\text{K}$ .

Las células solares más usadas son las de base de “silicio cristalino y silicio multi-cristalino” en las mismas que se han hecho un nexo pn, y una relación entre ambas caras.

Este tipo de células otorgan alrededor de 0,5 Voltios así mismo una corriente de  $35\text{mA}/\text{cm}^2$  si llegarse a ser alumbradas por el sol en una tarde clara a  $1000\text{W}/\text{m}^2$  el cual se considera como irradiancia de observación de acuerdo al patrón establecido. ((NAP), 2002).

#### **3.3.1 Funcionamiento de Centrales fotovoltaica**

El funcionamiento de dicha central se detalla a continuación:

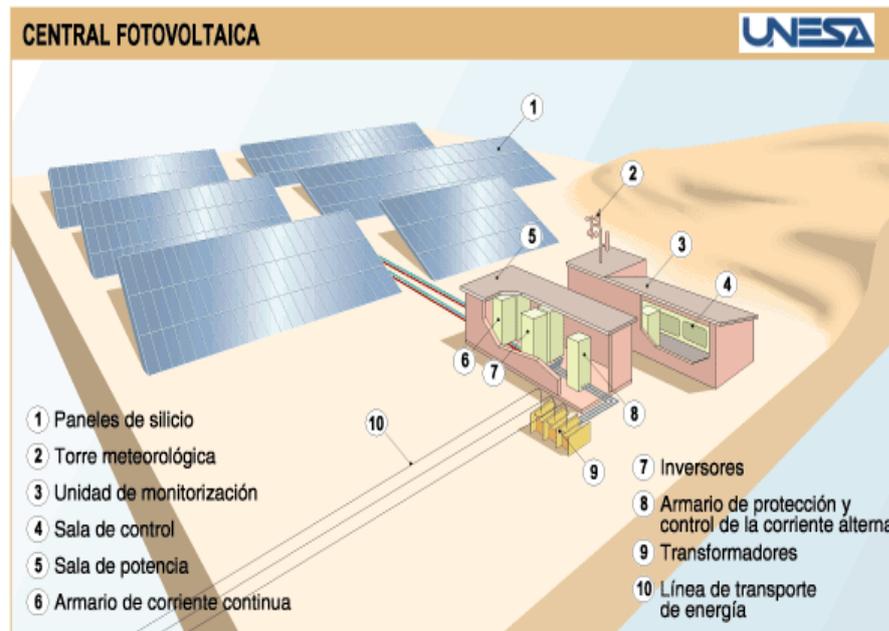
Los principales instrumentos para estas centrales es el grupo de células fotovoltaicas, que acaparan la energía solar, convirtiéndola en corriente eléctrica por medio del proceso fotoeléctrico. Estas se encuentran primero en módulos, luego se las agrupan en paneles.

La electricidad que se obtiene es por medio de las circunstancias meteorológicas (1). Dependiendo de la insolación, estas circunstancias son controladas por medio de unas torres especializadas meteorológicamente. (2)

La energía eléctrica que se traslada por la red lo como corriente alterna, la corriente continua producida en los diferentes paneles solares debe ser convertida en corriente alterna. Es transportada, a un cuarto de corriente continua (4), para transformarla en corriente alterna con ayuda de un inversor (5) y posteriormente conducida a un cuarto de corriente alterna (6).

Luego de esto, la energía eléctrica obtenida se traslada a un cuarto de conversión (7) en el cual se acopla a las circunstancias de corriente y voltaje de la red de traslado (8) para su uso en los lugares de consumo.

Todo este proceso es supervisado desde el cuarto de control (3), en la cual se recolecta la información de diferentes sistemas de montaje: torres meteorológicas, inversor, cuarto de conversión, etc.



**Figura 3. 2: Central fotovoltaica**

**Fuente: (S.A, 2014)**

### **3.3.2 Historia de centrales fotovoltaica**

El año de 1839 fue un gran año para la ciencia por motivos del señor físico Alexandre Edmond que fue el primer científico en poder reconocer el efecto fotovoltaico, sus investigaciones, hipótesis y teorías son la madre inicial de todo lo que se conoce hoy en día como energía fotovoltaica que es la que permite utilizar la energía del sol para producir energía.

Otro año de total importancia para la energía fotovoltaica fue en 1883 ya que en esta fecha y gracias a los descubrimientos de Alexandre, Charles Fritts un gran inventor se le cruza por la cabeza crear su primera celda solar funcional cuya eficiencia fue tan sola del uno por ciento.

Los materiales para su construcción fueron oro y selenio, cuyo semiconductor fue hecho de selenio, su principal función de la celda es para cámaras fotográficas que se utilizaba para los sensores de luz de las mismas.

En la actualidad y los cambios que han sufrido las celdas solares, se la debe al americano Russell Ohl que en 1940 fue el pionero en construir las celdas que hoy en día se conoce, en los años de 1946 tuvieron otro cambio y fueron totalmente mejoradas.

Gracias a los laboratorios Bells que para seguir con sus avances científicos comenzaron a investigar en nuevos semiconductores y en el año de 1954 accidentalmente se descubre nuevas combinaciones de silicio con contaminaciones que permitían ser sensibles a la luz solar.

### **3.3.3 Impacto ambiental de centrales fotovoltaicas**

Este tipo de energía es muy beneficio para el medio ambiente como cualquier energía eléctrica generada a base de energía renovable y no tan contaminante, tienen un alto índice eficiencia ambiente frente a combustibles fósiles, aunque la energía fotovoltaica tiene ciertos contaminantes a nivel de clima, geología, suelo, aguas, paisaje y otras.

Los efectos que tiene sobre el clima son nulos ya que no contamina con emisiones como los combustibles fósiles y por esta razón no favorece al efecto invernadero de otros tipos de combustibles.

En cuanto a la contaminación geológica no tiene incidencia por motivos que el silicio de los paneles solares son a base de la arena de la naturaleza, la cual es una fuente inagotable que se encuentra en el planeta como en los desiertos que se encuentra en grandes porciones.

Uno de los grandes favores en contra de la contaminación es que no daña el suelo por motivos que no necesita desecharse nada en esta central, ya que funciona en su totalidad con energía solar, al igual que no tiene contaminación hacia el agua del entorno ya que no tiene necesidad de contaminar los ríos o mares, al igual que no se desecha nada en los mismos.

Con la eliminación de toda la red eléctrica que antes dañaba los hábitos de ciertos animales, no produce ningún mal para la naturaleza de los árboles o animales, cuando uno piensa en paneles solares.

Piensa que daño a paisajes pero se encuentran en error porque estos paneles se pueden unir armónicamente junto a la naturaleza y por esta razón no dañan los paisajes para los seres humanos y animales que vivan en la zona. (Godoy, 2015)

### **3.3.4 Ventajas y desventajas de las centrales fotovoltaica**

Como cualquier persona sabe, el sol tiene una cantidad de energía ilimitada que puede alimentar durante miles de años por este motivo es una de las grandes ventajas al igual que su casi nula contaminación para el medio ambiente.

Eso es en la parte ambiental pues en la parte económica tiene una gran ventaja ya que solo cuesta la fabricación de los componentes para aprovechar toda esta energía una ventaja muy grande es su silencio absoluto al momento de operar y generar la energía eléctrica.

Tiene ciertos inconvenientes como que se necesita de grandes espacios para poder tener una generación masiva de energía con sol.

Como no es una energía que se la ocupa en todos lados, los costos de fabricación inicial son un poco elevados pero después de esta inversión ya no existen más costos y uno de sus más grandes problemas es que en ciertos lugares del planeta no se concentra tanto la luz solar por motivos que puede ser un inconveniente.

### **3.4 Generación Eólica**

Energía eólica es el tipo de energía que se la consigue mediante la fuerza del viento, a través del uso de energía cinética, producida por la corriente del viento.

Esta cela consigue por medio de una turbina eólica las misma que convierten energía cinética del viento en electricidad con ayuda de unas aspas las cuales permiten que gire el eje central, por medio de una serie de engranajes hacia el generador eléctrica. (Alicia, 2013).

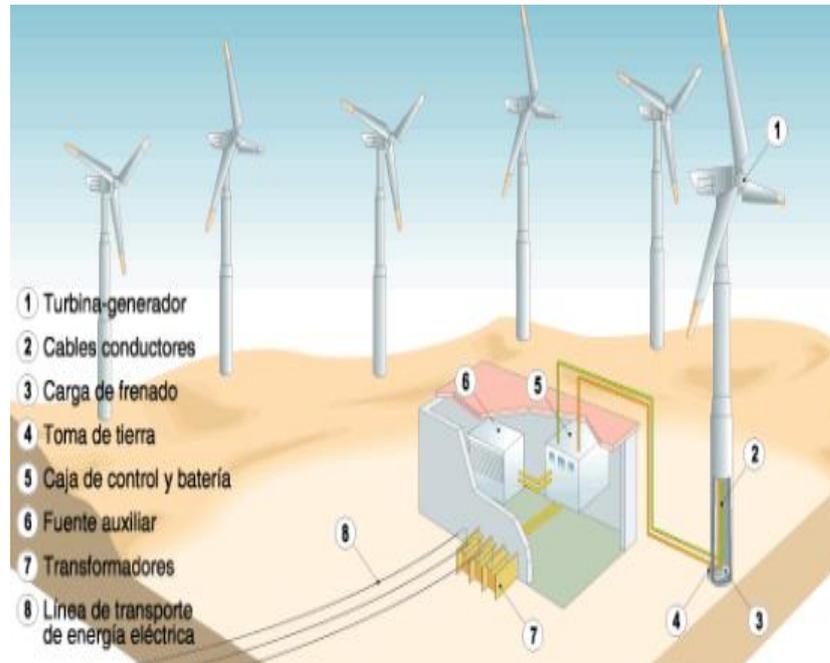
Como la palabra mismo lo dice, eólica que quiere decir viento, por lo tanto es una generación eléctrica a base del movimiento del viento, todo el proceso de conversión de energía eólica a energía eléctrica está a cargo de las aeroturbinas pero el uso de esta energía del viento no es de la actualidad.

Sino de muchos años atrás cuando nuestros antepasados la usaban para molino de viento o para la movilización de barcos.

#### **3.4.1 Funcionamiento de centrales eólicas**

En nuestros tiempos la tecnología es muy avanzada y se aprovecha de casi cualquier cosa para poder generar energía eléctrica limpia como es el caso del aire que se lo aprovecha conjunto con aeroturbinas para poder tener energía eléctrica limpia.

Se puede llegar a la conclusión de que estos aerogeneradores aprovechan la energía cinética del viento para poder generar energía eléctrica, a la reunión de varios tipos de estas turbinas se les llama parques eólicos que no son más que varios de estos en una hilera en un mismo lugar.



**Figura 3. 3: Central eólica**  
Fuente: (S.A, 2014)

La grafica muestra el funcionamiento de una central eólica con cada uno de sus puntos que intervienen en su funcionamiento cotidiano, a continuación se muestra punto a punto como es el funcionamiento de esta central.

Como toda central de este tipo tiene aeradores que son los que recogen el viento para producir energía pero en su parte inferior tiene una torre de soporte que se muestra en el punto tres y conectada a la misma esta una góndola que se aprecia en el punto dos.

Estas dos piezas abarcan en su interior un pequeño generador que es aquel que produce la energía eléctrica captada mediante unas paletas en el punto más alto de este aerogenerador, estas palas intervienen en receptor el viento suficiente para poder generar bastante energía cinética.

Los cables o conductores que transportan la energía eléctrica producida por el generador se los aprecia en el punto cuatro, conectado a estos en el punto seis se encuentra un centro de control que es el encargado de manejar todo el sistema que envía la energía por las líneas de transporte de alta tensión que se aprecia en el punto nueve.

El punto ocho se muestran los transformadores que son los encargados de elevar el voltaje de la corriente de salida de los generadores.

Toda central del tipo eólica cuenta con un reservorio o una fuente auxiliar que es la encargada de suministrar energía eléctrica cuando la cantidad de viento no es suficiente para poder generar energía eléctrica, esta fuente se observa en el punto siete y es la encargada de garantizar un correcto suministro de energía.

Toda central tiene una puesta tierra, aquí se muestra en el punto cinco y su trabajo es tal que no permite la formación de energía estática estos equipos son tan avanzados que no importa la velocidad que tenga el viento, ya que estos pueden controlar la velocidad de las palas si no desean ir muy rápido, ya que tienen que tener un límite de velocidad para que no se produzcan accidentes. (S.A, 2014).

Las centrales eólicas cuentan con sus partes más importantes que son las torres, rotor, góndola, generador, control de orientación.

La torre es una parte primordial que es la que sujeta la mayor parte componentes, mecanismos, el rotor y el que da la altura para las palas, para poder soportar todo esto se le construye una base de hormigón y como toda estructura de este nivel se le agrega unos pernos extras de seguridad, en la parte de la base de la torre se encuentra muchas de las veces los transformadores o también los generadores al igual que todos los cables que transportan la electricidad.

La parte que acapara el viento de la central es el rotor y aquel que lo transforma en energía mecánica, es un sistema compuesto por palas, su debido eje y

el buje que es el encargado de fijar las palas en el eje, al igual que el rotor las palas son de vital importancia por motivos que son las que reciben la fuerza del viento y son las encargadas de moverse.

Otra parte importante es la góndola que en su interior contiene otros mecanismos de suma importancia como lo son el multiplicador conjunto con el generador y eje del rotor, el generador como ya se conoce es el encargado de la transformación de la energía mecánica en energía eléctrica.

En estos generadores se utilizan los conocidos dinamos o los que normalmente se usan que son los alternadores, usualmente se utilizan en la mayoría de centrales los alternadores ya que en la vida cotidiana se utiliza la corriente alterna, otro sistema de vital importancia es el mecanismo de orientación encargado de la vigilancia de la velocidad del viento.

Para poder medir la orientación del viento e utiliza una llamada veleta, algunas de las veces solo se mueve un poco cada turbina para poder orientar hacia donde se encuentra el viento.

### **3.4.2 Historia de las centrales eólicas**

El viento es una de las energías que tiene mayor antigüedad en cuanto a su uso por el ser humano, todo comenzó hace tres mil años que por ejemplo empezó en el uso del viento en los barcos con sus velas para poder dirigirse, al igual que los barcos en los molinos no solo se usaba la energía del agua, sino también el del viento y estos datos se encuentran en el siglo siete por el país de Afganistán.

La utilización de los molinos era tal para poder moler granos o simplemente para bobear agua.

Los siguientes pasos que dieron la energía eólica fue en el siglo diez y nueve cuando los molinos ya no tenían sentido y se entraba a una nueva revolución

industrial, gracias a un pionero en energía eólica como se llamaba Lord Kelvin y en el año de 1802 tuvo la idea de acoplar un generador eléctrico a una pequeña máquina para poder aprovechar el viento.

Pero su idea por más absurda en ese tiempo, no pudo ver la luz en su totalidad hasta que no inventaron el dinamo en el año de 1850.

Con el dinamo ya en mano y la inteligencia de Charles Brush que en 1888 crea la primera turbina eólica para poder generar energía eléctrica mediante viento, en ese tiempo un país en desarrollo y pionero de investigación de ese entonces como lo era Dinamarca.

Comienza su programa para investigación de este tipo de energía por motivos de necesidad, luego de este comienzo, un inventor de este país diseña y fabrica el primer mecanismo o máquina para poder generar electricidad a partir del viento.

### **3.4.3 Impacto ambiental de las centrales eólicas**

Al igual que toda energía eléctrica producida a base de energías renovables, no producen contaminantes al medio ambiente mediante emisiones de dióxido de carbono y peor otros efectos secundarios que se saben producir.

Pero al igual que toda energía renovable con producción eléctrica, si tiene contaminantes en el entorno por ejemplo en el suelo al momento de colocar las aeroturbinas o en la flora y fauna al colocar los mismos aerogeneradores, pero para solución a esto existe un perfecto plan para combatir y minimizar todos los riesgos de los mismos, todo este plan conlleva un mejor resultado en la utilización de energía eólica para producir la energía eléctrica. (Castro, 2011).

### **3.4.4 Ventajas y desventajas de las centrales eólicas**

Como la utilización de toda energía renovable tiene sus ventajas por la misma y por su abundancia, al igual que combaten el uso de la combustión de energías fósiles, tiene una ventaja por sus bajos costos y economizarían, al igual que esta

energía es muy limpia y no contamina, en el impacto ambiental se habla que si puede afectar a la fauna y flora pero se lo afecta en lo más mínimo por este motivo no se le coloca como desventaja.

Sino mejor como una ventaja por motivos que no son tan destructivas para animales como lo son otras energías contaminantes, su seguridad es muy alta y confiable.

Las desventajas notable es el cambio repentino del viento pero esto se soluciona con las regulaciones de orientación de las turbinas, una de sus mayores desventajas es la utilización de centrales térmicas cuando las eólicas no pueden funcionar por algunos problemas, la energía que producen no se puede almacenar. (García, 2010).

### **3.5 Generación Biomasa**

Este tipo de energía está conformada por un grupo de organismos vivos que se localizan en la tierra y los océanos los mismos que son microorganismos, plantas o animales. La energía de biomasa, se concentra más en las plantas y árboles. Este tipo de energía pertenece al conjunto de energía renovable.

Las plantas hacen uso de energía solar para poder cambiar el agua que abarcan en sus células y el dióxido de carbono de la atmosfera que se encuentran en materiales vegetales, primordialmente hidratos de carbono como azúcares y celulosa, por lo que el agua y el aire, dan origen a la energía, producen sus propios alimentos, muy diferente a los animales que consumen otros animales para poder tener su propia energía., esquematizando este proceso:  $CO_2 + H_2O + \text{energía solar} \rightarrow \text{materiales vegetales} + O_2$

Gran parte de estos componentes vegetales se desintegran por oxidación, ya sea en existencia del oxígeno en el aire, o luego de ser consumidas por los animales que realizan este cambio por medio de su respiración

### 3.5.1 Funcionamiento de centrales de biomasa

Su funcionamiento es normalmente un poco complejo con relación a otras centrales de generación eléctrica pero estas centrales aprovechan la biomasa para poder generar su energía eléctrica.

Su ciclo térmico es igual o parecido a la de una central térmica convencional, como centrales térmicas utilizan el calor generado para la producción de energía mecánica que la turbina absorbe y la dirige hacia el generador que es el encargado de la producción de energía eléctrica, la biomasa se compone de desechos de árboles y otros tipos de desechos del hombre.



Figura 3. 4: Central de Biomasa

Fuente: (S.A, 2014)

En esta central intervienen un sinnúmero de puntos y de tecnologías que hasta el final generan la energía eléctrica mediante la llamada biomasa, a continuación se analizan cada uno de los puntos de la imagen para detallar paso a paso el sistema de la central para su funcionamiento.

Todo residuo agrícola, forestal o de índole de cultivo se coloca en el punto uno que es donde se transporta y se guarda en la central, luego de su almacenamiento

pasa al punto dos que es donde recibe un correcto tratamiento de astillados para lograr reducir su tamaño.

Como este es un proceso medio tedioso para al punto tres que es un edificio para prepararlo para ser combustible para la central, a continuación se los transporta a las partes cuatro, cinco y seis que son las encargadas de clasificar según el tamaño, si es fino o si es grueso. Cuando ya está todo listo con el combustible para funcionar en la central, pasa al punto siete que se encarga de que entre en combustión para que el agua de la caldera o mejor dicho que pasan por la tubería de la caldera, se convierta en vapor.

La caldera en algunas centrales tiene dos tipos de secciones para hacer combustión, una para el combustible grueso que se encuentra en una parrilla y otra que se encuentra los derivados del petróleo que se combinan con residuos más pequeños o finos, los combustibles fósiles que se mezclan con residuos finos siempre están almacenados en el punto seis para ser transportados con facilidad y producir su correcta combustión.

El tanque de almacenamiento del agua que circula por las tuberías de la caldera se encuentra en el punto diez, el agua antes de entrar al almacenamiento se encuentra en un precalentamiento con los gases que salen de la caldera, esta parte por donde pasa el agua a precalentarse se llama economizador.

En el punto nueve se encuentran los equipos de depuración los cuales son los encargados de limpiar los gases de la combustión y luego soltarlos a la atmosfera, toda ceniza se aloja en el punto ocho que se le llama el cenicero donde posteriormente se llevan a un vertedero.

En toda central del tipo térmica como es esta, todo el vapor que se genera en la caldera pasa al punto doce que es donde se encuentra la turbina de vapor que es encargado de mover el generador eléctrico que se encuentra en el punto trece.

El punto trece que es el generador es el encargado de toda la producción de energía eléctrica de la planta que pasa a los transformadores que elevan su potencia y se encuentran en el punto catorce y una vez que toda la generación y elevación de tensión se produce, pasa al punto quince donde se lleva a las líneas de transporte que son las encargadas de llevar a las subestaciones.

El vapor ya utilizado en la turbina y que sale de la misma se transforma nuevamente en su estado líquido mediante el condensador del punto once y luego se lo envía rápidamente al punto diez que era el de almacenamiento que en este punto se cierra el circuito de la central y se continua con el mismo proceso. (S.A, 2014)

### **3.5.2 Historia de las centrales de biomasa**

La historia dice que este combustible fue el primero que uso el hombre en su vida hasta que llego el vapor en la revolución industrial, normalmente se utilizaba este combustible para la fabricación de cerámica, para la cocina y para cierta variedad de cosas que requerían calentarse, con mayores necesidades que se incrementaban y cada vez en espacios más pequeños, se necesitó del uso del carbón como sustituto de la biomasa para ya en el año 18.

Con el pasar del tiempo fueron incrementando las necesidades por motivo que se requerían otro tipo de combustibles para las necesidades, por ejemplo que tengas o que produzcan una mayor cantidad de calor para cocinas o para fabricar ciertos materiales, y con todo esto se dio por muerta la biomasa hasta que se le encontró una utilidad en centrales de este mismo tipo para poder generar electricidad, ya que si no fuera por esto. Su principal cambio fue a combustibles fósiles que eran más rentables y con mayor combustión.

Aunque casi en su totalidad ha sido reemplazada la biomasa, en algunas industrias la ven indispensable para generar fuego y la utilizan muy a menudo para sus trabajos, al igual que en algunas partes utilizan las centrales a base de la misma. (Energia, 2008).

### **3.5.3 Impacto ambiental de las centrales de biomasa**

Las centrales de biomasa son contaminantes como toda central térmica que utiliza combustible fósil, la única diferencia que tienen estas, es que el material principal que son desechos de otras centrales o leña, son reciclados y por estos motivos no son recursos no renovables por lo que siempre van a ver, lo malo es que general emisiones y ayudan al efecto invernadero del planeta al igual que contaminan el agua de las personas.

La diferencia es el combustible y su tratamiento que se lo puede planear para que no sea un recurso no renovable.

El material que se utiliza para generar la biomasa es desechos reciclables prácticamente de residuos ganaderos, de árboles que ya no se necesitan, residuos de las personas que se reciclan y mayoría de elementos reciclables al igual que comida en descomposición.

### **3.5.4 Ventajas y desventajas de las centrales de biomasa**

Una de sus mayores ventajas es que se la puede considerar una energía renovable por motivos que se genera mediante residuos que tiran los humanos como comida o desechos de animales de granja.

al igual que lo anterior se puede aprovechar los desechos de otras industrias que contaminan, logrando así terminar con una gran contaminación que producen otras industrias provocando no solo terminar con la contaminación sino generando plazas de empleo en zonas rurales que necesita la gente.

Una gran desventaja es que se necesitan enormes espacios de almacenamiento para todo este tipo de desechos, su rendimiento en cuanto a calderas es un poco menor que el de otras centrales térmicas por eso no resulta muy rentable, al igual que hay que secar los materiales y esto es un gasto más de energía.

## **PARTE II APORTACIONES**

### **CAPÍTULO 4**

#### **ECUADOR Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES**

##### **4.1 Energías no convencionales**

En la actualidad del Ecuador el gobierno y las personas que viven en este país se propusieron a cambiar la matriz energética conjunto con CELEC EP, y una de estas formas de cambiar la matriz es iniciando por utilizar energías renovables y al mismo tiempo energías renovables no convencionales que son el futuro del país y del mundo.

Se tienen ya algunos proyectos encaminados para realizar el cambio pero el más notable es el parque eólico de la ciudad de Loja.

Todo el proceso y los proyectos en Ecuador han tenido un enorme avance en estos años, otra gran ventaja que en la actualidad la mayoría de la ciudadanía tiene acceso a la energía eléctrica.

Se estima que el noventa y siete por ciento de todo el país tiene acceso a la misma, aunque en algunos años la demanda del país en cuanto a energía sería mucho mayor gracias al crecimiento de industrias y la población en general, esto sería una gran problemática en cuanto al medio ambiente para su daño, por estas razones en el futuro las energías renovables y renovables no convencionales que el país ya está aplicando.

Los ecuatorianos debemos sentirnos orgullosos con nuestro país por ser un pionero en energías renovables como las hidroeléctricas y no solo estas, sino para todas las energías renovables que se aplican en el país.

Es una guía para países que desean al igual que Ecuador seguir con energías limpias que ayudan al ambiente, una de las fuentes que ayudan y todo son las cocinas de inducción que logran ser una gran iniciativa para ayudar conjunto con las hidroeléctricas.

Se han construidos e invertidos varios millones en nuevas infraestructuras de energías renovables para asegurar el cambio de la matriz energética en general y así

poder ayudar un país en vías de desarrollo en todo sentido, el siguiente cuadro a continuación muestra las energías convencionales y no convencionales del país en general, al igual que los proyectos de las mismas que se tienen en mente o en ejecución en el momento.

**Tabla 4. 1: Tabla de energías convencionales y no convencionales en Ecuador**  
Fuente: Autor

TIPO DE ENERGIA		APLICACION		GRADO DE DESARROLLO
<b>Convencional</b>	<i>Hidroelectrica</i>	Generacion electrica	On-grid	Generacion 90% hidroelectrica a partir del 2016
	<i>Biocombustibles</i>	Consumo Final	Transporte	Incipiente, etanol en Guayaquil, biodiesel en proceso
	<i>Leña</i>	Consumo Final	*Uso domestico *Coccion fogon *Abierto	Utilizada aun por 260000 hogares
<b>No Convencional</b>	<i>Geotermica</i>	Generacion electrica	On-grid	Prospeccion de recurso detenida por 20 años, se retomo recientemente
	<i>Hidro menor a 50 MW</i>	Generacion electrica	On-grid	Existen algunas plantas hidroelectricas conectadas a la red que venden excedentes ( Ejemplo. Simble) y otras en construccion. Esta la regulacion de precios, hay que impulsar el desarrollo de proyectos
	<i>Eolica</i>	Generacion electrica	On-grid	2.4 MW instalados y tres plantas incluidas en el plan
			Off-grid	Nada
	<i>Paneles Fotovoltaicos</i>	Generacion electrica	On-grid(generacion distribuida)	Galapagos
			Off-grid( uso domestico y productivo rural)	Importante en energizacion rural dispersa
	<i>Solar termoelectrica</i>	Generacion electrica	On-gird	Nada
	<i>Biomasa</i>	Biogas	Generacion electrica on-grid y off-grid	Nada
			Calor para usos finales	Nada
		Residuos agricolas y forestales	Calor para usos finales	Se conocen algunos casos ( Ejemplo. Contrachapados ENDESA), falta informacion de otros posibles
			Cogeneracion On-grid y Off-grid	Existen algunos casos (Ejemplo. Ecoelectric, San Carlos, otros), falta informacion de otros posibles
Leña No convencional			*Uso domestico *coccion *cocinas	Nada

Uno de los objetivos y que se ha cumplido a cabalidad en estos años es el cambio de matriz energética y traer la energía renovable y renovable no convencional en todo su esplendor para un país pionero en conservar el medio ambiente y que mejor manera de hacerlo haciendo uso de estas energías limpias.

CELEC EP conjunto con el gobierno nacional son las dos entidades que se han unido para pensar y dar una mejor introducción de las energías renovables al país, mediante la obtención de estudios y proyectos en vías de desarrollo en el ámbito de geotérmica, eólico y biocombustible que son los proyectos más ambiciosos y de mayor factibilidad para un país tercermundista y que tiene una climática favorita para este tipo de energías en especial.

A continuación se nombrar y se describen la intervención del Ecuador en cada uno de los siguientes campos.

#### **4.1.1 Energía Eólica**

En el Ecuador existe el Plan de Acción de Energía Sostenible en cual en su segundo componente analizaron un mapa eólico la cual posee una fuente satelital y que a su vez contribuyo para instalar torres en dos provincias del país, logrando contribuir a una encuesta de medición y a su vez elaborar el actual parque eólico que tuvo apertura a partir del 2011, el mismo que provee de viento a todo el territorio ecuatoriano.

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, estimo un rango de generación de electricidad a causa de los parques instalados en lugares donde se estima que tienen una mejor afluencia de viento.

Por lo tanto se plantea dos escenarios posibles el primero donde existan sitios bajos con un rango estimado de 3500 msnm y que posean velocidades altas de alrededor de 7 m/s, a su vez el segundo el mismo que proveerá a corto y mediano plazo debe considerar distancias menores a 10 km de redes eléctricas. Es por eso que

al estimar un escenario global de potencial disponible bruto de 1670 MW y el de corto y mediano plazo de 900 MW que dan un rango de 20% al 35%.

Actualmente el gobierno nacional posee una fuente eólica de 165 MW distribuidas en cuatro proyectos de los cuales uno se encuentra en ejecución y tres de ellos en estudios preliminares los mismo son: Villonaco en ejecución con una potencia efectiva de 15 MW, Salinas Etapa I estimado 15 MW, Salinas Etapa II estimado 25 MW, Membrillo – Chinchas, estimado 110 MW, respectivamente estos datos constan en la CONELEC, Plan Maestro de Electrificación 2012-2021.

El poder sacar beneficio de este recurso renovable inagotable como es el viento que tiene aparte de ser un recurso que jamás se agota, es que es una energía muy limpia, todo el beneficio que se obtiene de este se ve reflejado en proyectos que CELEC, el gobierno y el INER han puesto en marcha conjunto con nuevos estudios para implementar más proyectos de esta índole.

Ya hace varios años se vienen localizando los mejores lugares para situar estos proyectos en el país que serían exactamente en el norte del país por la cantidad de corriente de viento que existe en el mismo.

Pudiendo dar fe que esto es algo beneficio para el país y que estos lugares son los adecuados, se procederá a seguir con los estudios pudiendo poner en marcha la segunda fase que consta de implementación de torres de medición meteorológica que son dirigidas hacia los cuatro sectores que son los de Olmedo y Cangahua, Tixan y Poalo.

#### **4.1.2 Energía Solar**

El Ecuador en convenio regional emitido en el 2006 en cooperación de la unión europea y ocho países de Latinoamérica nace un programa el cual plantea dar un realce a las condiciones de vida de las familias de dichos países tanto en salud, telecomunicaciones y educación dentro del país en comunidades en donde no poseen dichos servicios básicos.

El programa de integración con diversos países latinoamericanos y la unión europea llamado Euro-Solar y el Fondo de Energización Rural y Urbano Marginal, hace campañas para el total aprovechamiento de estos recursos energéticos en zonas donde no han tenido este servicio porque no poseen redes de distribución cercanas. En conjunto a la inversión privada ha sido posible ejecutar proyectos solares de 1MW que se encontraban cerca de las comunidades.

#### **4.1.3 Geotérmica**

La posición geográfica que tiene nuestro país es muy ventajosa para el desarrollo de este tipo de energía ya que al estar ubicados en el cinturón de fuego, aporta buenas fuentes geotérmica.

Hace varios años ya se había visto esto pero no se lograron concretar los estudios y se dejó de lado, pero en la actualidad es una fuente muy buena de energía no convencional y se acaban de retomar los estudios, la potencia que se puede generar sería un estimado entre los 400 y 500 MW.

Este tipo de energía renovable no convencional es muy especial por el país, ya que se estaban realizando estudios de la misma para futuros proyectos pero todo esto se canceló pero gracias a la mentalidad y las leyes del gobierno, se han retomado los estudios para este tipo de generación eléctrica limpia por ser parte proveniente del calor terrestre.

No solo tiene los beneficios de ser una energía limpia sino de tener muy bajos costos en su etapa de operación, al igual que su nulo requerimiento al utilizar combustibles fósiles, tiene una gran diferencia con relación al tiempo que esta e puede usar y la energía eólica.

La energía eólica solo puede ser utilizada en ciertas horas por motivos de la generación de viento y cuando no existe el mismo, se debe guardar un poco en baterías, lo mismo ocurre con la electricidad generada mediante energía solar, que en

la noche no se puede generar electricidad, todo esto no ocurre con la geotérmica por simple funcionalidad que es la de absorber el calor de la tierra y este calor está presente a toda hora durante todo el año.

Los antiguos análisis y estudios que estaba realizando CELEC EP datan que nuestro país tiene incidencias de energía geotérmica que pueden ser aprovechada para generación eléctrica, los estudios que realizaba CELEC pichincha muestran un alto índice de esta energía en los lugares de Napo, Chalpatan, Tufiño y Carchi, al igual que propuesta con nuestro vecino país Colombia, todo estos proyectos son beneficiosos inclusive en la parte agricultora como lo es la agroindustria y la pasteurización.

#### **4.1.4 Biomasa**

Existen plantas o fabricas que tienen su propia generación eléctrica mediante biomasa ya que lo que ellos fabrican, sus desechos los cogen como combustible para generar calor y producir la energía eléctrica, en ciertos momentos generan mucha electricidad y la venden a la red interconectada eléctrica nacional, la mayoría de estas fábricas con azucareras como lo es San Carlos, Ecoelectric y Ecados que generan 35, 37 y 30 MW respectivamente.

#### **4.1.5 Biocombustible**

El Ecuador es un país con muchas capacidades que pueden desarrollar los biocombustibles para los transportes, este tipo de combustible es muy factible para el ambiente por motivos que no es muy contaminante en comparación a los combustibles fósiles.

Todo este combustible por su parte se puede acoplar de igual manera a combustibles fósiles y una gran ventaja de los mismos que generan un amplio puesto de trabajo en fábricas que se dedique a la caña de azúcar.

Un gran avance y una ciudad pionera en este sentido es Guayaquil que ya integrado el bioetanol a la gasolina con un buen octanaje, claro que es una cantidad baja de bioetanol que llega al cinco por ciento en comparación a la gasolina que interviene en este nuevo biocombustible que es del noventa y cinco por ciento claro que el país piensa en el medioambiente y la ventaja de este nuevo combustible, por motivos que se está invirtiendo para que su gasolina contenga el diez por ciento de bioetanol.

El año 2011 fue un gran tiempo para este combustible por motivos que se cambió la ley para así poder favorecer al medio ambiente con este combustible y para poder invertir en el mismo.

Por motivos de poca inversión en la parte del aceite de palma, se tiene un bajo desarrollo en el biodiesel, no es como en la biogasolina que ya se la tiene circulando, se habla que para los años hasta el 2030 ya se pueda tener una mezcla de biodiesel y se comercialice para los vehículos de transporte como bus.

Se ha cambiado la ley del Ecuador a favor de galápagos para que no existe contaminación en las islas por estos motivos ahora se está obligando a poner el biodiesel que está en desarrollo y la biogasolina para que exista un menor consumo de combustibles fósiles en islas de protección ambiental muy alta.

El proyecto más ambicioso para poder terminar casi por completo con la utilización de diésel que los que más afectan el medio ambiente son los buses, CELEC ha retomado el cambio de diésel por el de aceite vegetal que se obtiene gracias a las semillas de piñón, esto sería el mejor cambio que se podría hacer para combatir la mayoría de emisión de CO<sub>2</sub> que tiene nuestro país.

Todo lo que tenga que ver con la sustitución por fin de los combustibles fósiles es gran una ayuda inclusive para poder frenar la explotación del petróleo en nuestras reservas del yasuní, una reserva ecológica muy diversa y única en el mundo que se está dañando por la extracción de petróleo, todo lo que pueda reemplazar a la gasolina y diésel, en su mayoría por energía eléctrica alimentada por energía renovable, viento, agua o solar es los mejores proyectos para ayudar al ambiente.

## **4.2 Energía y su estrategia en Ecuador**

En nuestro país aún no se ha creado una entidad que permita distribuir y organizar estratégicamente solo la energía eléctrica, existe una que se encarga de esto y a su vez mira la distribución como las comunicaciones y agua, cuyo nombre es un ministerio de coordinación de sectores estratégicos pero a su vez se necesita una entidad sola para la organización y estrategia de la energía eléctrica ya que a lo largo de estos años ha ido creciendo todo este sector.

Claro que el ministerio de coordinación ha realizado un plan de actualización de información y de estrategia integrada, que inicia en la demanda general de electricidad en el país, finalizando en los recursos energéticos, al igual que se incluye al medio ambiente en un país que es importante este tema.

La CONELEC anualmente propone nuevas leyes y regulaciones en el sector eléctrico, de la misma manera sacar de circulación ciertas regulaciones que no ayudan al sector eléctrico, existen planes que plantea la misma entidad, año a año.

La CONELEC no presenta sus planes anuales de hidrocarburos por motivos que ya tienen sus planes a medio plazo establecidos, se analiza la situación del país y sus recursos energéticos los cuales se ve que ya están planteados a nivel estratégico muy relevantes y el gobierno nacional ya tiene conocimiento de lo mismo y ha tomado ciertas decisiones que ayudan al medio ambiente y el sector energético en general.

A continuación se describe cuáles son las estrategias en general:

\*Generación eléctrica: Lo planteado va desde las energías renovables o energías limpias para el país y medio ambiente, al igual que reducir costos de la producción de energía eléctrica y por fin poder suprimir en su totalidad los apagones de electricidad.

- El gobierno está en planes para poder incluir lo más posible a las hidroeléctricas como la mayoría de proyectos de generación eléctrica, en existencia se han inaugurado nuevos proyectos y otros se encuentran en planes de entrar en funcionamiento para el cambio de matriz energética.

- Existen proyectos que están en pie gracias a la revolución ciudadana que ayudaron a cambiar la matriz energética de nuestro Ecuador, se tiene ahora previsto que el cambio es significativo y se tiene un noventa por ciento de hidroeléctrica que son energías del futuro, limpias y renovables, contra un diez por ciento de térmicas que son las más contaminantes que hay por uso de combustibles fósiles.

Los proyectos más significativos son los de Coca Codo Sinclair, Minas de San Francisco y Toachi Pilaton que tienen una generación eléctrica de 1.500 MW, 276 MW, 253 MW respectivamente, y existe otro proyecto más llamado Sopladora con una generación de 487 MW.

- Se tiene planteado la impulsión de la energía mediante energías renovables no convencionales, gracias a las nuevas leyes a favor del medio ambiente se tiene que se ha comenzado a retomar el camino de la energía eólica que es una energía limpia en todo su esplendor

Al igual que se retomaron los estudios para poder aplicar la energía de la tierra o energía geotérmica a favor de nuestro país, favoreciendo así la vida del planeta, se tiene dispuesto el llamado Plan Maestro de Electrificación que está compuesto de una planta geotérmica y parque eólicos que entrarían en elaboración este año, la energía que se entregaría mediante estos proyectos serian de la geotérmica unos 50 MW y la eólica 15 MW.

- Las hidroeléctricas son un proyecto a largo plazo, se tiene previsto nuevo proyectos de esta índole que entren a elaborarse para los años 2020 y 2021, todo sobre la electricidad y energía renovables no convencionales se los tiene en mente en un periodo largo por motivos de demandas de energía eléctrica que hasta el momento ya han sido abastecidas por la construcción de grandes proyectos hidroeléctricos.

- Gracias al plan que se ha tenido y las estrategias gubernamentales que ayudan al desarrollo de un país con fuentes inagotables de energía eléctrica por su precedente renovable.

Esto pone al Ecuador en la actualidad en un punto que dejó de ser un importador de energía eléctrica a los países vecinos y se convierte en un país andino que exporta una parte de su energía eléctrica limpia para el medio ambiente, esto sería una gran ventaja y fuente de ingresos para todo el país con el fin de eliminar las deudas que tenga con ciertas potencias.

\*Biocombustible: Se plantea un desarrollo a un nivel nacional para dos fuentes de combustible como el etanol y biodiesel que se pueden mezclar con los combustibles.

- Uno de los avances es la gasolina ecopáis la cual contiene un porcentaje mínimo de etanol que es producido mediante la caña de azúcar, de ahí su nombre, esto se obtiene de la industria azucarera.

- Un proyecto en mente y que solo falta firma para su ejecución y que interesa al sector transportista ya que es el biodiesel y ayudan a la reducción de la contaminación producida por el diésel de los transportes públicos.

\*Transporte: Es la industria con mayor índice al momento de crecer, claro que en la actualidad que se tiene en mente proteger el ambiente por estos motivos se presenta la utilización de energías renovables ya sea de manera directa como el biocombustible o biodiesel y de manera indirecta mediante la energía eléctrica que se genera con energías renovables.

- Se tiene en mente realizar estudios para ferrovías que implementen ferrocarril eléctrico que su energía provenga de fuentes renovables y limpias, de este modo sustituyendo una parte del transporte público que genera contaminación.

- Otra meta que se estableció y se tiene es la sustitución de líquido combustible que es una idea que ya se ha estado realizando durante años con la introducción de vehículos híbridos, vehículos netamente eléctricos o que acepten en su gran mayoría un biocombustible.

- Se mantienen estrategias para el fomento de la industria automotriz a nivel de comercialización, fabricación e importación de autos con motores de mayor eficiencia y nuevas tecnologías como híbrido y eléctrico.

\*Industria: El área de la industria es muy amplia en todo sentido por estas razones tiene una gran demanda y necesidad de energía eléctrica, por estos grandes motivos existe un beneficio más allá de mejorar no solo para otros sectores, sino mejorar la proveniencia de la energía eléctrica para el sector industrial.

- Se necesita la tecnología de utilización de energías renovables ya sea indirectamente en la generación de energía eléctrica mediante energías renovables

- Una cooperación para aumentar la cogeneración de vapor o frío para que resulten más eficientes las energías renovables

- Promover el uso de energías renovables y energías renovables no convencionales en todo el sector industrial.

- Al pasar un cierto tiempo, se logre completar el cambio total del uso de energías fósiles por la de energía eléctrica.

### **4.3 La constitución y la política pública energética**

\*Art. 15: Se refiere que el estado ecuatoriano ayudara a promover en los sectores tantos públicos como privados la utilización de energías o mejor dicho tecnología que aseguren el medio ambiente, mejor dicho tecnologías limpias, al igual que energías alternativas que no contaminen y tengan un bajo impacto ambiental.

\*Art. 313: El estado Ecuatoriano tiene su reserva el derecho de poder regular, administrar, controlar y gestionar todos los sectores estratégico, con principios de poder tener una sostenibilidad ambiental, una precaución y prevención, la constitución demanda que se deben considerar sectores estratégicos a toda energía en cualquiera de sus formas.

\*Art. 314: El estado Ecuatoriano es aquel que se encarga de provisionar todos los servicios básicos tales como los de saneamiento, telecomunicaciones, vialidad, energía eléctrica, agua potable y todos aquellos que sean determinados por ley.

\*Art. 413: El artículo comunica que el estado Ecuatoriano es el responsable de promover la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, desde luego como energías renovables, de bajo impacto que cumplan lo estipulado que es no poner en riesgo soberanía alimentaria, equilibrio ecológico de los ecosistemas, ni el derecho al agua.

\*Estrategias: Se establece que la energía eléctrica en todas sus etapas como producción, transferencia y consumo de energía se debe estar orientada a ser ambientalmente sostenible a través del fomento de energías renovables y eficiencia energética.

\*Política 4.3: Promover la eficiencia y una mayor participación de energías renovables que sean sostenibles.

\*Ley de Régimen del Sector Eléctrico: es aquel que conjunto con un reglamento que estipulan toda actividad ya sea de generación y prestación de los servicios públicos de transmisión de energía al igual que su debida comercialización para poder satisfacer la demanda nacional aprovechando así a lo máximo los recursos renovables.

\*Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas: Son todas aquellas medidas que se aplican al sector eléctrico ecuatoriano para que se puedan controlar,

reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales drásticos que provocan todas las actividades de generación, transmisión y distribución eléctrica.

\*Regulación CONELEC – 002/11: Propone los parámetros que se deben aplicar en casos de excepción para participación privada de generación eléctrica que se definen en la ley del régimen del sector eléctrico.

\*Regulación CONELEC – 004/11: Establece la conexión a la red de energía del sistema nacional interconectado, como así también sus precios, su forma de conectar aislados de la energía renovable no convencional.

#### **4.4 Proyectos de energía renovable en desarrollo**

Existen varios proyectos que se encuentran en vías de desarrollo en el Ecuador o ya se encuentran en funcionamiento en el mismo, se encuentran más de hidroeléctricas pero los proyectos de mayor relevancia de energías renovables no convencionales son el parque eólico de Loja que es el que se pondrá más énfasis al momento de tratar los proyectos de energías renovables.

Hay algunos proyectos en mente del gobierno para todas estas energías pero se tomara las más importantes.

##### **4.4.1 Sistema Híbrido Floreana**

Es un proyecto que actualmente ya se encontraba en operación en las islas galápagos que entro a funcionar exactamente en el año 2006 pero actualmente dejo de funcionar, producía 21 kWp, otro proyecto de la misma índole es el sistema térmico dual que se encuentra en las islas galápagos con una generación de 138 KW.

Cuenta con dos unidades de diesel y aceite de piñón y su entrada a funcionamiento fue en el año 2011, se prevé la rehabilitación de la planta fotovoltaica que sería su nueva repotenciación, al igual que se logró la

automatización de la operación de sistemas que son el PV y el térmico, se ha mejorado las redes de distribución.

#### **4.4.2 Sistema Híbrido Isabela**

Se compone de una planta que genera 1.1 MWp y a su vez tiene una sistema que almacena su energía de 900 KW, es una planta fotovoltaica, al igual que se tiene aquí un sistema híbrido dual de diésel y aceite de piñón con una generación de 1.2 MW y es una planta térmica, el gobierno tiene en mente la construcción de una nueva subestación eléctrica, se encuentran todos los diseños aprobados y su proceso de licitación empezó en el 2012.

#### **4.4.3 Fotovoltaico Puerto Ayora**

Contiene una planta fotovoltaica de 1.5 MWp junto con el sistema de interconexión de 13.8 Kv, se está poniendo en consideración por sus necesidades un sistema de almacenamiento, las obras estaban previstas para 2012, ya que sus diseños ya se encontraban aprobados.

#### **4.4.4 Eólico Baltra**

Se compone de un parque eólico de 2.25 MW, cuya composición es de 3 aerogeneradores conectados simultáneamente para que produzcan esa energía, al igual que se compone de un sistema de subtransmisión de 50 km submarino y una transmisión de 34.5 Kv, se construyeron sus respectivas subestación de 13.8-34.5Kv, se encuentra en funcionamiento el parque eólico.

#### **4.4.5 Fotovoltaico Baltra**

Cuenta con su planta que genera 300 Kwp y su sistema de almacenamiento de energía de 1 MW, se tiene en análisis que sea de sodio azufre, se construyó una subestación de 0.4-13.8 Kv.

#### 4.4.6 Programa Euro-Solar

Es un plan muy beneficio que se encuentra en funcionamiento gracias en parte al aporte de la unión europea y su beneficio no solo es en Ecuador, sino también en otros país de América latina, estos beneficios cuentan para noventa y un comunidades del sector rural que se les ha otorgado un kit solar de 1100 W y un sistema para poder acceder a internet, los habitantes beneficiados son exactamente de 40000 aproximadamente.

#### 4.4.7 Hidroeléctrica Mira

Es un proyecto de energía no convencional que tiene en planes la república del Ecuador con una central que puede generar 0.96 MW cuyas turbinas son un modelo Francis, al igual que toda hidroeléctrica tiene la construcción de su acceso vial tales como los puentes del rio baboso y mira

#### 4.4.8 Estudios en desarrollo

**Tabla 4. 2: Estudios en desarrollo**  
Fuente: Autor

Nombre del Proyecto	Potencia (MW)	Ubicacion (Provincia/ Canton)	Promotores	Costos de Construccion (USD)	Observaciones
<i>Nanegal</i>	5.3	Pichincha/Quito	MEER	9.000.000	Estudios de Prefactibilidad culminados
<i>Tulipe</i>	4.5	Pichincha/Quito	MEER	12.000.000	
<i>Huarhualla</i>	4.7	Chimborazo/Licto	MEER	8.000.000	
<i>Chanchan</i>	7.2	Chimborazo/Alausi	MEER	8.000.000	
<i>Chuquiragua</i>	2.3	Cotopaxi/Pujili	MEER	8.000.000	
<i>Puente del Inca</i>	2.03	Loja/Catamayo	MEER/PROMECC/Municipio de Catamayo	5.820.000	Estudios de Factibilidad culminados
<i>Caluma - Pasagua</i>	3.44	Bolivar/Caluma	MEER/PROMECC/Municipio de Caluma	3.857.000	
<i>Cebadas</i>	6.95	Chimborazo/Cebadas	MEER/PROMECC	10.623.000	
<i>Huapamala</i>	3.26	Loja/Saraguro	MEER/PROMECC/Municipio de Saraguro	4.759.000	
<i>Tigreurco</i>	2.84	Cotopaxi/Salinas	MEER/PROMECC	4.069.000	

#### **4.5 Ecuador y la energía eólica como proyecto pionero de energías renovables no convencionales**

Esta clase de energía es una de las más limpias que existe en el mundo ya que proviene del movimiento que produce el viento, pudiendo mediante este crear una energía cinética que permite posteriormente la transformación de la misma en energía mecánica para el accionamiento del generador eléctrico.

Por todo lo que implica esta energía renovable es que el INER es un pionero al momento de realizar los estudios eólicos para nuevos proyectos de esta índole, esta energía eólica fue la iniciadora y más destacable su proyecto en el parque eólico de Loja, que da un inicio a las energías renovables no convencionales en toda su radiantes.

##### **4.5.1 Parque eólico Villonaco pilar para energías eólicas y energías renovables no convencionales**

Este parque eólico fue el pionero para futuras energías no convencionales del tipo de viento o de otro tipo, su funcionamiento empezó en el año 2011 con una potencial inicial de 16.5 MW.

Se constituye de exactamente once aerogeneradores de 1.5 MW respectivamente, es aquel proyecto inicial y motivacional para un Ecuador que se dirige al cambio de matriz energética y pionera por ser el unió parque en el mundo con una velocidad promedio del viento de 12.7 m/s.

Gracias a que se encuentra a 2700 metros sobre el nivel del mar, es una extensión grande de terreno que puede ser visitada por turistas al igual que personal que le interese del tema, su ubicación es en la provincia sur llamada Loja, en su cantón que lleva su mismo nombre.

Los aerogeneradores son especificaciones técnicas del tipo GW70/1500, su altura es de los 2700 metros sobre el nivel del mar, su amplitud territorial donde se

encuentra el proyecto se extiende hasta dos kilómetros, como todo parque eólico tiene una subestación para almacenar energía en caso de que no exista viento para generar más.

Su capacidad de reservorio es de 25 MWA y es una subestación de elevación de 34.5 KV a 69 Kv, su conexión principal es una barra y para transferencia, se construyó una instalación de una bahía que es la que permite la conexión hacia el sistema nacional de transmisión.

Un proyecto pionero en todo sentido para Ecuador y el mundo desde que entró en funcionamiento hasta los días de hoy que se mantiene de forma segura y constante, el cual aporta una energía aproximada de 358.63 GWh, que los análisis han concluido hasta enero del año pasado, el cual fue muy provechoso al reducir los índices de dióxido de carbono en relación a 32 mil toneladas por año.

Otro gran aporte fue la obtención de 254 plazas de trabajo y ayudando a sustituir la antigua importación de energía eléctrica de nuestros vecinos países y así beneficiar a más de 200 mil personas en general.

Este proyecto fue de gran beneficio, ya que a él se pudieron implementar escuelas para la provincia de Loja, y con lo que se ahorra el estado al no importar energía eléctrica de otros países, se ha podido mejorar notablemente la infraestructura de ciertos centros educativos y centros públicos.

La siguiente imagen muestra los aerogeneradores que están instalados y en funcionamiento en la central de Loja, se aprecia que es una sola recta alrededor de las montañas que la cubren.



**Figura 4. 1: Parque eólico Villonaco**  
**Fuente: (Ecuador, 2017)**

Las extensiones del parque reflejadas en la imagen muestran una amplitud de terreno muy grande, se puede decir que si hay dos kilómetros de territorio pero en cuanto a montaña, por otra parte la siguiente imagen muestra una perspectiva de más lejana acerca del parque eólico y la completa visualización de sus aerogeneradores.



**Figura 4. 2: Otra perspectiva del parque eólico Villonaco**  
**Fuente: (Ecuador, 2017)**

Se aprecia como salen unas puntas al final de la imagen, esas son las bases de los aerogeneradores que aún no han sido colocados, la central ya entro en pleno funcionamiento por lo que los generadores que faltan, ya fueron colocados en esas bases que se muestran en la figura, teniendo así una generación de 16 MW.

Un parque eólico por definición es el conjunto de aerogeneradores que se conectan entre sí para transformar la energía cinética del viento en energía mecánica para impulsar las turbinas y a su vez que puedan impulsar el generador que es el encargado de generar la energía eléctrica.

El proyecto villonaco es un gran aporte al cambio climático reduciendo las emisiones de dióxido de carbono en un nivel muy bueno que son cuarenta y cinco mil toneladas por año siendo así un gran aporte al igual que su bastante generación eléctrica anual, una de las muchas ventajas que tiene es la parte financiera que ayuda mucho a la ciudadanía por su bajo costo de cobro en planillas de luz.

Una ventaja es que cumple con los estándares internacionales y que su recuperación a nivel monetario a su inversión es en seis años exactamente, a partir de esa fecha ya todo es ganancia y para poder invertir en próximos proyectos del mismo tipo, pudiendo aparcar el cuarenta por ciento de la demanda de energía eléctrica de las provincias de Loja, Zamora y morona.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONEXIÓN DE GENERADORES NO CONVENCIONALES A LA RED NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

#### **5.1 Requerimientos técnicos para la conexión**

En la regulación 004/15 Arconel da a conocer la siguiente regulación "Requerimientos técnicos para la conexión y operación de generadores renovables no convencionales a las redes de transmisión y distribución"

##### **5.1.1 Objetivos**

Crear los principios y requerimientos asociados con las uniones de los generadores renovables no convencionales a las redes de transmisión y distribución, con la finalidad de: mantener el rendimiento de la energía eléctrica, en el lugar del dominio del generador, tener siempre la cota de corriente y tensión del sistema adentro de sus valores dados, y confirmar la acción eficaz y confiable de la red.

##### **5.1.2 Importancia**

Los requerimientos dados en la Regulación corresponden a la ejecución obligada para: compañías distribuidoras, compañía de transmisión, Operador Nacional de Electricidad –CENACE- (Centro Nacional de Control de Energía) agentes encargados en elaborar documentos de producción, y competidores del área eléctrica que trabajan en proyectos de producción renovable no convencionales.

La Regulación da para los generadores para empalmar o unirse en medio y alta tensión, en la cual la potencia nominal supere o sea igual a los 100 Kw, sin culminación mayor de una potencia, salvo para mínimas centrales hidroeléctricas en la cual la potencia es superior a 10 MW.

### 5.1.3 Conceptos

– Disposición de la utilidad técnica: característica del área eléctrica que se vincula con el seguimiento que garantiza el servicio. Se estima el cálculo del número y la perdurabilidad de los intervalos del servicio.

– Confiabilidad del producto: características del área eléctrica, relacionado a la configuración en las señalización de la tensión y la intensidad otorgadas se arreglan a lo necesario para la acción necesaria de las máquinas empalmadas a la red.

– Amplitud para sostener la falla: es la amplitud de un generador para regularse en el trabajo en el lapso de la falla, por lo cual sostiene el hueco de la tensión en bornes dado por el mismo.

– Compensador sincrónico estático – STATCOM- es el mecanismo de inspección usando en las líneas de transmisión de intensidad alterna. Da paso para poder suministrar un valor dado de potencia reactiva por consiguiente a la modulación dada de un transformador electrónico examinado por la tensión.

– Compensador estático de potencia reactiva - SVC- instrumento de inspección de potencia reactiva usado en líneas de transmisión de intensidad alterna. Ayuda a insertar o agotar la potencia reactiva por medio del intercambio automático de los inductores, dirigidos por tiristores. Da una solución dinámica inferior de confiabilidad asociado con un STATCOM.

– Producción convencional: producción de energía eléctrica con datos de producción entrelazadas de forma directa con la línea a través de un equipo sincrónico que posean los siguientes datos:

- a) Hidroeléctricas con amplitud superior a los 10MW
- b) Termoeléctricas de periodo sencillo que utilizan combustibles fósiles y nucleares

– Generador renovable no convencional – GRNC – contiene las centrales de producción que hacen de uso de las tecnologías que se detallan a continuación:

- a) Solar fotovoltaica y solar termoeléctrica
- b) Eólica
- c) Centrales hidroeléctricas cuya potencia nominal es inferior o igual a los 10MW
- d) Geotérmica
- e) Biomasa
- f) Biogás
- g) Mareomotriz

– Generador de inducción doble alimentado – DFIG – este tipo de técnica hace uso con frecuencia de la producción eólica, utiliza un generador de inducción en el que el rotor es bobinado y nutrido por medio de un convertidor electrónico con el fin de tener amplitudes de comprobación de producción y soluciones mecánicas elevadas al logrado con un generador asincrónico de aguante variable.

– Generador eólico de convertidor completo: en este campo se puede hacer uso de un generador sincrónico o generador de inducción, en el cual los bornes de estator se entrelazan a un convertidor electrónico haciendo que la potencia obtenida corra por el convertidor. Este convertido mueve al generador y tren de transferencia mecánica de la línea, lo que hace que entregue elasticidad en relación al dominio d potencia activa y reactiva.

– Hueco de tensión: descenso rápido de tensión de un dato colocado en el 10% y 90% de la tensión nominal, con un tiempo de persistencia de 0.5 periodos hasta de 1 minuto, continuamente de la reposición de la tensión.

– Isla eléctrica: sector del Sistema Nacional Interconectado que logra funcionar automáticamente, el cual posee amplitud de producción, autoproducción y denominación de frecuencia, para dar el servicio eléctrico a las personas.

– Ejecutante de red: compañía de transferencia, que se ocupa en la parte administrativa, acción, conservación y ampliación de las líneas de transferencia, según acordado.

– Ejecutante del sistema: se refiere al trabajador Nacional de electricidad – CENACE - , que es el ejecutante técnico del Sistema Nacional Interconectado – S.N.I.

– Zona común de entrelazado -PCC-, es el sitio del método eléctrico en el cual el generador se entrelaza con la línea de transferencia, en el que este se convierte en accesible para el vínculo de otros beneficiarios de la línea. Por asamblea, los requerimientos de importancia se deben tomar en la zona misma.

– Pendiente de potencia: cambio lineal de la potencia con relación al ciclo. El aumento de la potencia será directamente proporcional a la pendiente de la variación.

#### **5.1.4 Aplicación para el ingreso**

Antes de realizar la petición del título de ocupante, el beneficiario en llevar a cabo el estudio de GRNC debe hacer el proyecto técnico cuyo propósito sea constatar que la entrada del GRNC no realizará efectos hostiles en el área al cual se unirá.

El encargado de la línea otorgará los datos técnicos de la línea que necesite el GRNC para la elaboración de los proyectos.

Los proyectos elaborados se deben entregar al encargado de la transferencia, según como toque, para que el mismo revise los datos obtenidos y analice la posibilidad del enlace de GRNC a su línea.

El origen de los proyectos debe ser analizado en unos documentos que coincidan con el software de los proyectos que posea el operario de la línea. Esto cuenta como un requerimiento principal para la petición de aproximación a la línea.

En el caso de los estudios presentados para su introducción a la línea de transferencia, en los proyectos especifiquen que cuentan con una eficacia al S.N.I, el transmisor necesitara la comprobación complementaria a los proyectos por el CENACE. Después de la comprobación este enviara al transmisor un documento con los datos necesarios de acuerdo a la posibilidad del enlace de GRNC.

Individualmente de la potencia del generador y del modelo de la línea al cual se entrelazaran, el cual hará los proyectos elaborados que se detallaran siguientemente con la unión descrita en la Ley temporal segunda:

#### **5.1.4.1 Contexto a analizar**

Los proyectos que se detallan siguientemente, deben poseer las siguientes condiciones:

- Línea carente el generador renovable
- Línea con generador renovable
- Línea de distribución con generador renovable, en la ocasión que sea necesario en la actividad en la isla eléctrica.

Incorporando en los proyectos disponibles se debe contar con el equipo de producción, traslado, seguimiento, seguridad y emisión que se dispone a ser incorporado al instante que se entrelazan con GRNC al área eléctrica.

Se revisaran también los datos necesarios de solicitud y producción convenientes a las fases después de la entrada de GRNC. Para lo que el operario de la línea otorgara datos de la distribución espacial de los requerimientos de los nodos necesarios del GRNC, sobre los documentos de los requerimientos pedidos y producción dados en el programa de difusión correspondiente.

#### **5.1.4.2 Movimiento de potencia**

El GRNC realizara proyectos de movimiento de potencia tomando en cuenta la introducción del nuevo montaje, en caso de muchas o pocas solicitudes.

Otros casos de solicitudes, que den dificultades en la ejecución, se los podrá pedir en los proyectos, todo dependerá del operario de la línea que considere que sean necesarios.

La conclusión de estos flujos de potencia tiene que ser revisada su objetividad, y el desempeño de la tensión en los nodos de esta técnica.

No se permitirá que el estudio ocasione, estando estable, recarga en los equipos de la línea externamente del valor dado por el operario de la línea. Si se presenta este caso, el generador dará opciones que ayudaran a resolver las fallas que se hayan presentado en el sistema.

#### **5.1.4.3 Análisis de cortocircuito**

El GRNC elaborara análisis de cortocircuitos, trifásico y monofásico, para las necesidades de las solicitudes requeridas y topología que identifiquen las intensidades de cortocircuito menores y mayores, en los sitios de la línea que se crean más delicados en relación a la introducción de la nueva producción.

El operario de la línea determinara los sitios de la línea en el cual sean necesarios hacer el estudio de los cortocircuitos.

#### **5.1.4.4 Análisis de organización de protecciones**

El GRNC elaborara proyectos de organización de protecciones, para ordenar las áreas de seguridad del generador que será montado en la red de interconexión, con los que se encuentran en la línea.

Este proyecto tiene que tener la presentación de por lo menos defectos trifásicos y monofásicos, con o carente de resistencia de defectos para estas últimas. Considerar dos opciones que estén disponibles al momento que ocurran estas fallas, las cuales una sea de menor y otra de mayor potencia de cortocircuito.

La conclusión de estos proyectos, tiene que dar confianza a la organización de las diferentes ayudas que se deben tener al momento de realizar el manipuleo del generador y del sistema.

#### **5.1.4.5 Análisis de la importancia del producto**

El GRNC tiene que hacer proyectos en los que este estipulado la importancia del producto que se ofrecerá en el PCC, estos proyectos deben poseer las condiciones de confiabilidad: flicker, desbalance de la tensión y armónicos.

Los parámetros de confiabilidad estos proyectos, deben ser revisados, y así mismo deben constar dentro de los términos establecido en la Regulación. Si no se ejecuta, el generador tiene que dar las posibles soluciones.

#### **5.1.4.6 Análisis de equilibrio**

Todos estos análisis realizados no son necesarios para algunos GRNC, tanto que el operario de la línea lo dictamine, en conjunto con CENACE, de acuerdo a los requerimientos que ellos dictaminen convenientes.

- Equilibrio del ángulo: El GRNC llevara a cabo los proyectos de equilibrio y de mínima señal con el propósito de detallar la conducta del ángulo del generador, en requisitos normales y en diferentes fallas. Se debe revisar que el GRNC y el área se encuentran normales para cualquier tipo de carga encontrada después de las solicitudes requeridas

Para los proyectos de equilibrio pasajeros, se tiene que presentar las fallas más graves para el cuidado del área. Las fallas más graves son las que tiene una

elevada desestabilización de producción – requerimientos y las que al mismo tiempo dañan el área que el mismo abandone los componentes de comprobación de potencia activa/reactiva de grandes longitudes.

– Equilibrio de tensión: El GRNC tiene que realizar proyectos de equilibrio de tensión, con la finalidad de obtener el producto de entrada de una nueva producción en el equilibrio de tensión en los nodos del área, total para restricciones normales y así mismo para alteraciones.

Equilibrio de frecuencia: El GRNC tiene que llevar a cabo los proyectos de equilibrio de frecuencia, con el fin de denominar el efecto de la introducción de la nueva producción en el equilibrio de frecuencia del área, tanto para restricciones normales como para las alterantes.

### **5.1.5 Acreditaciones y legalización de las maquinas**

El operario de la línea tendrá que revisar que se lleve a cabo los principios dados, las solicitudes y normativas dadas en el diseño, producción, elaboración y coincidencia de unión del generador y las máquinas ligadas.

Para todo esto el operario de la línea deberá tener un asesor, que revise la labor para ver el cumplimiento de los diferentes estudios tomando en cuenta las normativas.

#### **5.1.5.1 Requerimientos de acuerdo a las tecnologías**

Para este tipo de tecnologías se debe ejecutar de acuerdo a las normativas establecidas que den paso a la certificación de la unión del GRNC a la línea de transferencia o distribución.

### **5.1.5.2 Eólica**

Con el fin de revisar la coincidencia de la conexión de los patrones del estudio realizados de la producción eólica, el lugar dado del montaje, se realizaran certificaciones de las máquinas y corroborar que las mismas tengan principios de planteamientos dados, por lo que se deberán tomar en cuenta:

- Análisis de desenvolvimiento de potencia del aerogenerador. Con dicho análisis se tendrá el arco de la potencia del aerogenerador en el lugar del montaje, mismo que se solicitara para evaluar la generación de la energía de todo el año. Para la elaboración del informe se tomara en cuenta los datos de las NORMA IEC 61400-12.
  
- Prueba y revisión de la confiabilidad de la potencia de turbinas eólicas entrelazadas a la línea. Esta prueba es solicitada para llegar a la conclusión de la marca de la turbina eólica cuanto a la confiabilidad de la onda de tensión y con eso revisar las solicitudes de confiabilidad de la tensión. Para llevar a cabo todo este informe se deberá seguir los datos dados por la NORMA IEC 61400-21.
  
- Acreditación de la aprobación en la que se revisa que el generador eólico tengan los requerimientos del diseño, elaboración e instalación. Tomando en cuenta para esta acreditación la NORMA IEC 61400-22

### **5.1.5.3 Solar fotovoltaica**

Para esta situación el área de producción solar fotovoltaica se necesitara revisar que los inversores fotovoltaicos tengan las siguientes solicitudes:

- Obtener acreditación de los dispositivos de prevención de la isla no internacional de acuerdo a la NORMA IEC 62116
  
- Clase de onda de tensión que se encuentre en el rango dado de la Regulación, para esto se debe tener en cuenta la NORMA IEC 6100-4

#### **5.1.5.4 Solar térmica, biomasa, geotérmica y mínima hidroeléctrica**

Para esto el GRNC, la unión de la línea se deberá llevar a cabo por medio del generador sincrónico de tal que este se parezca a un generador convencional, dado en la regulación establecida a técnica de producción, y en los requerimientos de alcance de la línea que conceptualicen el operario del área y el operario de la línea.

#### **5.1.6 Marcas de mensaje y comprobación**

Este tipo de marcas de mensaje y comprobación tendrán que depender del GRNC las mismas que estarán sometidas a los requerimientos relativos a la materia, por lo que esto hace que, la regulación del área de comercialización y regulación de control de la producción mencionada en la conceptualización de GRNC de la Regulación. En el caso de las líneas alejadas, la distribución estará dada por los requerimientos de las marcas de control, en este caso la matriz de las regulaciones antes mencionadas.

Considerando, el CENACE en conjunto con el operario de la línea requerirán señales necesarias en las regulaciones antes mencionadas, como lo son los datos de los estudios y áreas de las maquinas den paso a la dirección en SCADA, de acuerdo con la regulación de revisión y supervisión en el espacio pertinente del S.N.I.

Los GRNC que se encuentran ligados, deben dar a conocer al CENACE, el cálculo de la generación de la energía de cada día, las cuales deben estar en los parámetros estipulados en el procedimientos dados, a acepto que el operador lleve a cabo el cumplimiento diario.

El GRNC se encuentran en unión al S.N.I y el CENACE adhiere los datos que se encuentren en vínculo con el generador con la finalidad de tomar en cuenta su incidencia técnica y monetaria en la ejecución de la acción en el área económica. Los dueños de esas unidades cuentan con el compromiso de dar los datos pedidos por el CENACE.

### **5.1.7 Cálculo comercial**

Sistema que el cual debe otorgar lo solicitado en la regulación estipulado a áreas de revisión económica vigente.

### **5.1.8 Acción mercantil**

– Como acción dispensable para la unión de la línea de transferencia, el GRNC tienen que tener un documento habilitado que lo represente para llevar a cabo las actividades de producción y tener realizado todos los requerimientos dados descritos en el documento.

– El GRNC puede ser nombrado en cualquier instante como acción mercantil, aparte de ejecutar todas los requerimientos de diseño dados en el Capítulo I del regulación, así mismo con lo que se refiere a los requerimientos dados en el documento habilitante, este tendrá que contar con la licencia para dar paso a la ejecución mercantil y con los datos de la unión del CENACE, según sea la situación. La licencia debe estar en reconocida por el ARCONEL.

### **5.1.9 Verificación de potencia activa**

El GRNC debe tener en cuenta:

– Poseer el control de la potencia activa dada en el PCC. Por lo que se necesita de las maquinas pertinentes para dar respuesta a os requerimientos pedido por el CENACE para mantener la potencia activa en el PCC. El requerimiento pedido debe estar acorde al parámetro de ejecución de las áreas de producción y a los recursos de energía primaria.

– Poseer la amplitud para corregir el cálculo de los desniveles que se presenten en la potencia activa global en el PCC requerido por el CENACE.

- Certificar un lado del arranque el cual disminuya el choque en la línea, el cual dará como resultado la reproducción activa ejecutado en los análisis de acceso, para los requerimientos que se necesiten

- Trabajar con frecuencia de 60 HZ. El GRNC tendrá que tener los conocimientos pertinentes para trabajar adentro de los parámetros de frecuencia válidos para ejecución, dados en los medios de ejecución.

- Poseer controles para elaborar una disminución veloz de la potencia activa en el PCC, en caso del que CENACE lo solicite en caso de emergencia.

No se obligara que los GRNC se involucren en la regulación primaria de frecuencia. El CENACE obtendrá del GRNC que labore tomando en cuenta los valores mínimos de su potencia activa global obtenida, con el fin de poseer de amplitud de limitando esta en caso de minimizar la frecuencia de la línea.

#### **5.1.10 Vigilancia de la potencia reactiva y tensión**

El GRNC tendrá que tener en cuenta las solicitudes requeridas en lo que tenga que ver con la vigilancia de la tensión y potencia reactiva:

- Disponer de la amplitud de generación e imbibición de la potencia reactiva como solicitud para transferir la potencia activa, y arreglar sus reactivos de acuerdo a lo requerido por el CENACE, o el representante en caso de las líneas alejadas.

- No tomando en cuenta el nivel de la tensión, se debe tener presente la amplitud del dominio del factor de potencia desde 0.95 en retraso hasta 0.95 en caso de que se adelante. Este factor de potencia tendrá que permanecer estable y encontrarse dentro del parámetro para las potencia reactiva las cuales cambian

entre 20% y 100% de la potencia nominal detallada en la sede de GRNC, para la ejecución.

- Si se necesita que el sistema mejore, se dispondrá de la ejecución automática de la tensión en el PCC. El resultado obtenido de acuerdo al control de la tensión se revisara su desenvolvimiento mínimo que dicte el CENACE en el cual no modifique el sistema.

- Si se necesitase reajustar el parámetro de dominio de la potencia reactiva y la rapidez de solución del control en relación a la tención por límites para equilibrar en la transferencia de la potencia, por lo que se pedirá requerir a los generadores el montaje de unas máquinas de nivelación de potencia reactiva.

- El GRNC que se encuentren unidos a la línea de transferencia, la tensión en acción solicitada por el PCC tendrá que estar adentro de los datos dados en la regulación relativos a las acciones ejecutadas.

### **5.1.11 Calidad Del producto**

En el punto de conexión a la red de distribución conjunto con el sistema, tienen que estar definidos cuales es lo máximo de los límites para el contenido armónico, al igual que los Ficker que son las variaciones que sufre el voltaje por periodos, y ciertos desbalances que pueden sufrir los voltajes.

#### **5.1.11.1 Niveles máximos armónicos**

En el punto de conexión de la red, el dicho generador de energía renovable una onda que sus niveles armónicos no superen los valores especificados en la siguiente tabla descrita, las unidades de la tabla se representan en porcentaje del voltaje nominal.

**Tabla 5. 1: los niveles armónicos máximos de voltaje**  
**Fuente: Autor**

Orden de la Armonica	Medio voltaje (0.6 Kv ?Vn?400 Kv)	Alto voltaje (40 Kv ?Vn)
<i>Armonicos Impares No Multiplo de 3</i>		
5	5	2
7	4	2
11	3	1.5
13	2.5	1.5
17? h ?49	1.9x(17/h)-0.2	1.2x(17/h)
<i>Armonicos Impares Multiplo de 3</i>		
3	4	2
9	1.2	1
15	0.3	0.3
21	0.2	0.2
21? h ? 45	0.2	0.2
<i>Armonicos Pares</i>		
2	1.8	1.4
4	1	0.8
6	0.5	0.4
8	0.5	0.4
10? h ? 50	0.25 x (10/h)+0.22	0.19 x (10/h)+0.16
<i>THD (%)</i>	6.5	3

### 5.1.11.2 Variaciones de la amplitud del voltaje ( flicker)

Se debe de evaluar la amplitud de voltaje que sabe ocurrir cada cierto tiempo, de la siguiente manera:

- Indicadores de voltaje cuya variación es a un corto plazo: Son los encargados de medir y registrar que tan grave son las variaciones de voltaje en un periodo corto de tiempo, tan pequeños son los intervalos de tiempo que se los registra cada diez minutos y su unidad son los p.u.
- Indicadores de voltaje cuya variación es a un largo plazo: Son los encargados de medir y registrar que tan grave son las variaciones de voltaje en un periodo largo de plazo, más o menos cada dos horas.

Los generadores que se conectan a la red nacional no deben darse el lujo de causar niveles de emisión individual que no estén en los rangos que se expresan en la tabla dos

Indicador	Limite
PSTmax	0.35
PLTmax	0.25

**Tabla 5. 2: Máximo de nivel flicker**  
Fuente: Autor

Del mismo modo, la gravedad que existe entre los tiempos de variación de las amplitudes de voltaje, que tienen su origen en varias instalaciones, tienen una formula específica para ser calculadas:

$$Pst = \sqrt[3]{\sum_i Pst_i^3}$$

$$Plt = \sqrt[3]{\sum_i Plt_i^3}$$

Las formulas antes descritas son necesarias para poder hallar los niveles que tienen de variación cada cierto tiempo, la amplitud del voltaje que puede resultar de diferentes fuentes, tales fuentes como una central de generación que se forma a partir de la unión de varias de las mismas, para estos casos se debe de leer la tabla dos.

### 5.1.11.3 Desbalance del voltaje

Existe una norma que rige este problema de desbalance y es la IEC 61000-4-30, se calcula los componentes de la secuencia negativa y cero del voltaje, referente a su contraparte que es la componente positiva, el desbalance máximo debe ser del 5%.

### 5.1.11.4 Ámbito de aplicación

Lo máximo que debe de existir por inyección de armónicos, al igual que los periodos de variación del voltaje y el desbalance del mismo, no están ligados a la

potencia del generador y a su nivel de voltaje, de la misma forma para cada tecnología que se habla en la definición del generador de energía renovable.

#### **5.1.11.5 La supervisión y el control**

La central de generación está en la obligación moral y por ley de cumplir todo estándar de calidad que se refiere y los que estarán a cargo para que la central cumpla con las normas es la CNEL. La misma dirigirá cada proceso de control.

Si el CENACE observa alguna irregularidad con respecto a la central, está en su derecho de pedir a la CNEL que haga unas revisiones extras para constatar que todo se encuentra bien y si no es el caso, obligar a que lo corrijan, al igual que puede pedir alguna auditoria y todo este proceso será cancelado por la central de generación, aunque existen normas como la IEC 61000-4-30 que es por la cual se debe de regir para hacer las auditorias en las centrales, en todo esto no interviene la ARCONEL.

#### **5.1.12 Resultados ante defectos exteriores**

En caso de todos los GRNC que se encuentren unidos a la línea de transferencia, separados del modelo, tiene que tener la amplitud estar como base de los defectos – FRTC- que significa fault ride through capability, para los defectos en la línea.

##### **5.1.12.1 Esquema de tensión**

Las seguridades y los GRNC tendrán que asegurar el seguimiento del abastecimiento, sin olvidar su firmeza, ante los defectos que se presenten en la línea, en el lapso de superior de la expulsión del defecto, tolerando el golpe de la tensión hecho por el mismo, para el trazo de magnitud y perdurabilidad del orificio de tensión mostrado en la figura siguiente. En este tiempo el generador tendrá que otorgar la potencia reactiva requerida, la cual este adentro de los parámetros de producción. Luego para la independencia de los defectos temporales la industria

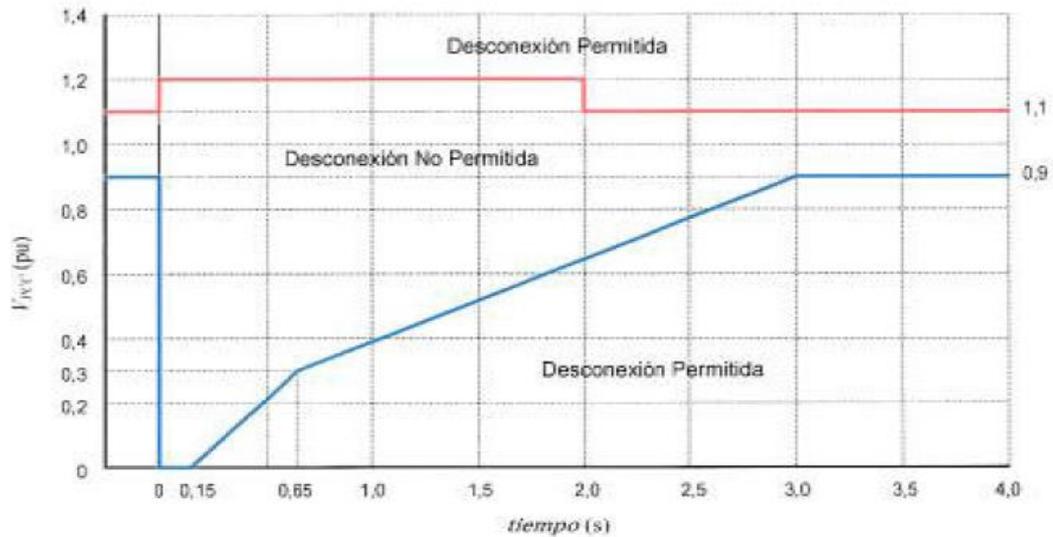
tendrá que entregar potencia reactiva y sostener el derrame de reactivos que se poseía anterior a la falta.

#### **5.1.12.2 Entrega de intensidad**

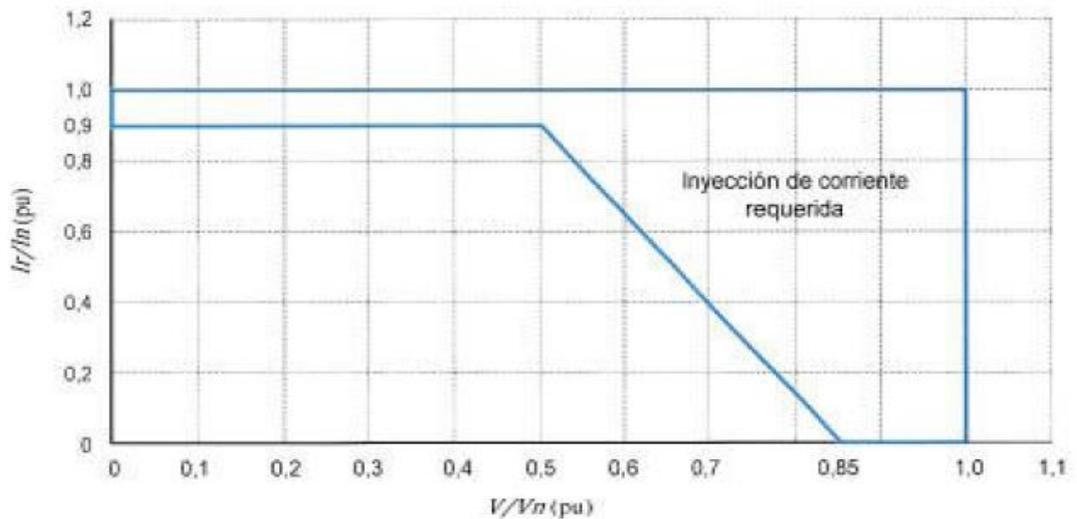
En el proceso de la falta y por consiguiente la reparación del sistema, los equipos deben entregar la mayor intensidad reactiva necesaria. La entrega de intensidad reactiva en el lapso de un orificio de tensión generado por una falta trifásica, bifásica o monofásica tendrá que replicar al sitio donde está la curva de la intensidad reactiva, conceptualizada en figura siguiente, por lo que:

- El incremento de intensidad reactiva tendrá que seguir inclusive hasta conseguir la restauración de la tensión que logre alcanzar los niveles de ejecución en el sitio normal.
- Se logra disminuir la generación de potencia activa en el proceso de las fallas de la red, con el propósito de incrementar la potencia reactiva.
- Si es el suceso en que las faltas son recurrentes, en este caso el generador tendrá que desconectarse con el principio de no operar en isla eléctrica y no correr las generalidades del equipo.

No es aceptable, que los datos del PCC, que el uso de la potencia activa o reactiva en los lapsos de las faltas trifásicas, monofásicas, bifásicas y restauración del sistema, que quiere decir que se genera las faltas hasta que la tensión en la línea se encuentran adentro de los parámetros de ejecución.



**Figura 5. 1: Tolerancia de apoyo del vacío de la tensión solicitada**  
Fuente: Autor



**Figura 5. 2: Entrega de intensidad reactiva solicitada**  
Fuente: Autor

### 5.1.12.3 Argumentos conforme la tecnología

- Producción eólica: En el caso de la producción eólica, sea convertidos completo, el control del mismo tiene que tener una configuración que cumpla con las solicitudes necesarias antes mencionadas.

No se necesita base de faltas cuando se encuentran en acción cuando se encuentran en trabajos menores del 10% de su tolerancia nominal o en el lapso del proceso de mayor aceleración de viento.

En el caso de que no se cuente con la disponibilidad para la entrega de intensidad reactiva por parte del GRNC ante el daño, el operario de la línea tiene que pedir el montaje de reparación reactivo además en el PCC.

- Producción solar fotovoltaica: El manejo del convertidor tiene que ser mejorado para cumplir con las expectativas de los requerimientos detallados anteriormente. No se necesita base de daño cuando ejecuten a menor valor del 10% de su capacidad nominal.
- Producción solar térmica, biomasa, geotérmica y menor hidroeléctrica: Se deben cumplir con los pedidos necesarios solicitados anteriormente descritos antes en una rediseño del registro automático de tensión del generador sincrónico, y del ordenador de rapidez del mismo.

### **5.1.13 Requisitos generales**

Los datos que no estén dados de y expresados en la regulación, se respaldaran en la en los datos proporcionados en la Regulación No. CONELEC-006/00 Procedimiento de despacho y operación.

#### **5.1.14 Requerimientos temporales**

- Las centrales de producción hidroeléctrica que contengan una amplitud superior a 10MW se las describirá como producción convencional, en relación a los datos técnicos de uniones que posean, los cuales se acogerán a las solicitudes de uniones para los generadores de acuerdo a sus modelos.
- Los datos que son necesarios para la producción de la regulación para lo que es GRNC cuya amplitud sea mínima al 1MW no serán obligatorias, en un supuesto caso el operario de la línea y el operario del sistema así lo dictaminen, tomando en cuenta sus datos de unión de los generadores

### **5.2 Requisitos y procedimientos para las etapas de prueba técnica de operación experimental**

En la Regulación 002/16 Arconel da a conocer lo siguiente: " Requisitos y procedimientos para las etapas de prueba técnicas y de operación experimental, previas al inicio de la operación comercial de centrales o unidades de generación"

#### **5.2.1 Objetivo**

Definir las clausulas y el método a proseguir de los títulos acreditar para la generación, para crear fases de estudio y de acción efectiva de centrales, antes a su afirmación en ejecución mercantil.

#### **5.2.2 Importancia**

Determinar los datos y métodos a seguir que se deben cumplir, de modo de que los encabezados de los títulos acreditados para la producción como lo es el CENACE, den comienzo a las fases de evaluaciones técnicas y de acción practica de centrales de producción.

Anterior a su declaración en acción comercial, tal cual como lo es los datos otorgados para la terminación de energía dada al procedimiento de dichas faces.

### 5.2.3 Conceptos

La regulación manda ciertos tipos de conceptos que se deben de tener en claro al momento de leer la ley y saber el significado para poder aplicarla, a continuación se nombran esos conceptos:

– Central de producción: montaje de la producción de energía eléctrica, constituida por varias o una sola unidad de producción.

– Precio cambiante de generación: se refiere al precio cambiante dicho por las centrales de producción para el departamento financiero, con orígenes a las reglas determinadas.

– Exposición en ejecución comercial: hecho en el cual, el CENACE autoriza el comienzo de la acción comercial de dicha central de producción, después de poseer los datos técnicos y legales requeridos. El registro de acción comercial está dado en el título acreditados a la fecha.

– Acción comercial: representa al seguimiento operativo en el que dicha central de producción, es tomada en cuenta dentro del departamento de despacho y culminación que inicia el CENACE.

– Acción experimental: representa a la fase que ha dado por finalizada los datos técnicos, en la que las centrales de producción, regulan con el CENACE, se unen con el sistema eléctrico, para terminar que el trabajador revise la acción continúa y permanente verifique la acción directa y regular de la central de producción.

– Estudio técnico: es el estudio de se lleva a cabo a las centrales de producción, con la intención de comprobar el movimiento del grupo de instrumentos y métodos, como lo es con su desempeño en todos los ámbitos técnicos de la central en la que se encuentran.

– Método de cálculo comercial (SISMEC): es la agrupación de instrumentos, proyectos y métodos de correspondencia, que dan paso a calcular los diferentes casos eléctricos, con el propósito de verificar los intercambios de electricidad que lleven a cabo los miembros del Sector Eléctrico Ecuatoriano. "SEE"

– Titulado de un encabezado dispuesto para la producción: agente jurídico que firma un documento inscrito para llevar a cabo la tarea de producción de energía eléctrica.

– Unidad de producción: máquinas que dan paso a cambiar el principio de energía primordial o alternativa de la energía eléctrica.

#### **5.2.4 Fase anterior a los datos dados en ejecución mercantil de centrales de producción**

– Fase de ejecución técnica: este tipo de estudios se llevan a cabo en centrales de producción en acción las mismas que se encuentran retiradas y en sincronización en conjunto con el sistema eléctrico.

– Estos estudios técnicos se llevan a cabo para las centrales que están iniciando a la producción, como lo es las que se encuentran en actividad mercantil, con finalidad de demostrar el pleno desempeño de las fases técnicas y los métodos de desarrollo de la central de producción.

– Fase de acción experimental: en dicha fase, CENACE vigila la acción persistente y definitiva de la central de producción en sincronización con la técnica establecida. Para dicha central que se encuentren en acción mercantil, esta fase es ejecutada si ocurre el caso que se necesite restauración de la central de producción.

– Las centrales de producción que se encuentren en acción y se las haya movilizadas a otras instalaciones, la ejecución se la realizara con el CENACE con el principal del documento habilitado.

El CENACE dará el visto bueno a los estudios que se realicen en la central de producción para ingresar en acción mercantil. Para la gratificación de la energía producida durante el estudio, se procederá a entablar en los puntos más adelante.

#### **5.2.5 Requerimientos para dar pasó a las fases de estudio técnico y de acción experimental de las centrales de producción**

– Requerimientos para dar paso a las fases de estudio técnico: para poder a proceder con este estudio técnico, el encargado del título en acción de la producción, necesita tener:

Necesita tener/ poseer de una media evaluación comercial que esté aprobado por el CENACE, el cual da pasó a cuantificar con medida la energía que se ha generado.

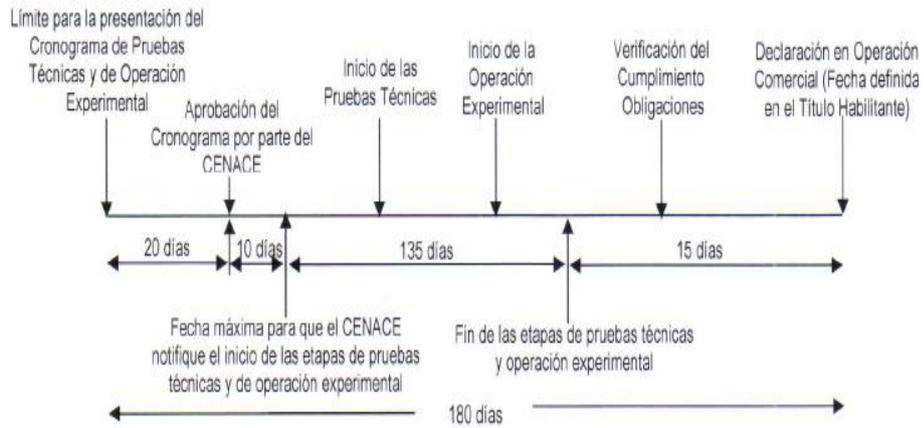
Necesita tener/poseer un medio indispensable para el seguimiento y supervisión en la central de producción, aprobado por el CENACE.

– Requerimientos para dar paso a la fase de ejecución experimental: para llevar a cabo esta fase de ejecución experimental, se requiere tener cumplido el estudio técnico de la central de producción y revisado por el CENACE.

#### **5.2.6 Cronograma para la comunicación de acción comercial de la central de producción**

Si una central de producción quiere ser declarada en acción mercantil, deber cumplir con todas las fases de estudio técnico y ejecución experimental.

Para poder llevar a cabo todo este proceso, se debe presentar al CENACE, un cronograma especificando de manera correcta las labores a desarrollar con su respectiva descripción.



**Figura 5. 3: Pasos para el inicio de las fases de estudio y acción experimental**  
**Fuente: Autor**

La presentación de dicho cronograma se la realiza antes de los 180 días antes de la fecha dada para la ejecución mercantil de la central de producción, especificada en el título. Adjunto a este cronograma se presentara también los documentos de la memoria técnica del proyecto, documentos requeridos por la CENACE.

Una vez presentado todos esos papeles pertinentes se debe cumplir un plazo de 20 días en el cual el CENACE, revisara toda la información y dará el permiso pertinente para poder llevar a cabo las actividades que se encuentran especificadas en el cronograma presentado.

### **5.2.7 Elaboración de las fases de estudio técnico y de acción experimental de las centrales de producción.**

La ejecución del estudio técnico, separado así mismo como el sincronizado con dicho sistema eléctrico, de fase de acción experimental de la central de producción se la llevara a cabo de acuerdo a lo planteado en el cronograma registrado y dado visto bueno por parte del CENACE.

El CENACE deberá describir todos los puntos técnicos que se deberán desarrollar en las centrales de producción en dicho proceso del estudio técnico y de acción experimental,

Una vez culminado este proceso de estudio técnico y de acción mercantil de las centrales de producción, el CENACE, en un tiempo de 5 días dará como resultado al titular, sobre el proceso, como estado dado en el ítem 11 de la presente regulación.

#### **5.2.8 Gratificación de la energía otorgada al sistema en el lapso del estudio técnico.**

No se gratificara la energía generada el lapso del estudio técnico de ninguna de las centrales de producción.

#### **5.2.9 Gratificación de la energía otorgada al sistema en el lapso del estudio de acción experimental**

La energía generada por las centrales hidroeléctricas en el lapso de las fases de ejecución experimental se las gratificara en ejecución de los valores cambiantes dados por la normativa pertinente.

La energía generada por las centrales termoeléctricas de producción, en la fase de acción experimental, se gratificara con el valor cambiante de generación dado por el CENACE.

#### **5.2.10 Reembolsos por haberes**

En el proceso del estudio técnico y de ejecución experimental, no se examinará ningún puesto relacionado a las vacantes de la central de producción.

#### **5.2.11 Argumento en acción mercantil de la central de producción**

Una vez culminado las fases de estudio técnico y de ejecución experimental, el CENACE en un tiempo aproximado de 5 días, dirá al ARCONEL sobre el desarrollo incalculable de estas fases, y dispondrá a su al ARCONEL la adecuación de la central de producción en el sector eléctrico, con normativa de ejecución de lo ya dado en el título habilitado y más normas establecidas ya hace tiempo.

El ARCONEL en 5 días deberá dar un resultado sobre la adecuación de dicha central de producción a la CENACE. Por otro lado la CENACE tendrá 5 días igualmente para emitir la fecha, respectiva, en la que la central de producción será habilitada para su ejecución en el área mercantil y así mismo informara al apoderado del título y al ARCONEL-

### **5.3 Conexión a la red**

Cundo se tiene pensado en realizar un proyecto con energía renovable, se debe también pensar que se hará una alianza o acuerdo con la distribuidora nacional de electricidad en Ecuador.

Por ejemplo para la construcción de un parque eólico o una hidroeléctrica en la ciudad de Guayaquil, la entidad encargada de la distribución de la energía eléctrica en esta ciudad que es CNEL, esta entidad debe dar el visto bueno para que se puedan conectar a la red de distribución. En el acuerdo y contrato que se llegan entre estas dos entidades, consta que la comercialización y venta de la energía que producen las centrales de energía renovable no convencional se la venda exclusivamente a CNEL, aparte de este acuerdo legal que lo respalda la ley por derecho, se debe incluir los permisos y todo lo que le permita a la central lograr ser una proveedora de energía eléctrica para CNEL.

Las obligaciones que tiene CNEL, es de poder detallar información a la central de cómo se encuentra la línea de distribución, al igual de la población del lugar y su demanda energética, no solo eso, sino de posibles ampliaciones, el crecimiento de la misma y demás requerimientos técnicos que la central le sean de ayuda y necesite. Toda esta información tiene un fin en la central generadora, ya sea para saber qué datos técnicos y qué tipo de generadores se deben de colocar en dicha central y otros equipos técnicos que se debe tener, al igual que ciertas tecnologías, como todo esto ayuda en poder realizar modificaciones en lo que se llevara a cabo el proyecto. El acuerdo y contrato que se firma por las dos entidades, se menciona que CNEL brindara información y ayuda para la conexión de la central a la red de distribución que desean.

## **CAPÍTULO 6**

### **CONEXIÓN DE GENERADORES NO CONVENCIONALES A NIVEL INTERNACIONAL**

#### **6.1 Alemania**

Como ya en la actualidad se sabe y muchos de los países copian su manera de llevar las energías y sus recursos naturales para la obtención de su máximo beneficio sin dañar el medio ambiente en el cual viven sus habitantes.

Alemania es un pionero o mejor decir el país número uno en cuanto a energías renovables no convencionales, al igual que su potencia instaladas en su territorio que es la más grande del mundo.

Los alemanes han sabido invertir y crear leyes y sistemas de vanguardia que favorecen a este tipo de energías por motivos que es un gran incentivo para las empresas y compañías para poder invertir en esta clase de negocios que en la actualidad están resultando rentables.

Al igual que ayudan a fortalecer sus plantas de este tipo de generación a base de energías renovables, aunque no es tan fácil como todo parece ya que tienen unas leyes estrictas para poder tener bien estructurado cada ámbito de instalación de energías renovables.

Como en cada país para poder conectarse a la red de transmisión de energía se establecen ciertas reglas y leyes para los generadores y para las redes de transmisión, son un cierto número de obligaciones que rigen, al igual que un proceso que se debe de cumplir de parte y parte en la conexión para que todo sea seguro y favorable para las personas.

En Alemania dicha ley se le denomina EEG esta ley como sus siglas establece que toda central o generador de energía no convencional que se encuentre en territorio alemán cumplirá con la norma de conectarse al punto de interconexión que

se encuentra en sus proximidades en línea recta al momento en donde se encuentra el lugar establecido de la central generadora.

Otro factor que debe cumplir es que la línea a la que se va a conectar debe asegurar y aguantar la tensión que genera esta central para que así no exista colapso.

Esto en cierto modo ayuda y beneficia a la central generadora ya que no debe realizar ninguna construcción extra en infraestructura para poder conectarse a la red por esto se dice que Alemania tiene mucho desarrollo en la parte renovable de las energías, ya que en esta ley se ve como promueve esto ayudando aunque sea en lo mínimo a la industria de este tipo.

Lo único que cancela o el gasto que realiza la central para la conexión es pagar a los trabajadores para que conecten a la central a la red de transmisión al igual que el cableado necesario o mejor dicho su red de distribución que toda central tiene, al igual que cada equipo técnico necesario, no necesitan construir más red de transmisión del gobierno que en algunos casos sucede para poder conectarse, solo su red de transmisión.

En el caso de que las centrales ya deciden introducir su electricidad a la red nacional alemana, el dueño de dicha generadora debe reforzar, optimizar todo el sistema para que desde luego se puede tener por seguro la adquisición y transmisión de la electricidad generada.

Como ya se ha dicho todo gasto en cables o cualquier cosa necesaria que sea técnica para conectar y enviar energía cuenta por gasto de la central, si existen dos puntos para poder conectarse a la red de transmisión, toda central tiene su derecho a aceptar la que más le convenga y señalar cuál es la que quiere.

Si ya se encuentra lejos y esa es la que la central desea en ese caso si debe asumir los gastos que toda la instalación represente para poder conectarse a la red.

Toda central generadora de energía renovable no convencional debe de tener las condiciones técnicas suficientes para que se pueda regular constantemente siempre y cuando la red nacional varíe de alguna manera.

Son equipos tecnológicos de amplia gama que toda central debe tener instalada que le avise el momento exacto que ocurra alguna variación en la red de transmisión, si varía su potencia real de alimentación y de este modo lograr regularla para mantener todo al nivel necesario, todo esto pasa a ser gastos de la central por motivos que son datos técnicos y tecnologías que toda central debe tener.

Se debe tener siempre una comunicación entre los operadores de la red de transmisión y la de la central generadora para que se puedan tener los estándares en los que están, como por ejemplo la potencia instantánea suministrada, por parte de la red de transmisión también se debe de tener los mismos datos de la potencia para que puedan operar de la mejor manera.

Los alemanes y sus leyes obligan que tanto operadores de central y de red estén siempre comunicados, pero más exigencia hay que los operadores de la red deban siempre informar el caso de sobrecarga que pueda existir para prevenir un daño, de igual forma reportar sobre cualquier posible riesgo que se suscite.

No siempre estar dependiendo de los equipos para saber cuándo se debe regular, la constante información ayuda para saber cuándo se deben de calibrar nuevamente los circuitos para estar en óptimas condiciones

### **6.1.1 Proceso de cómo conectar**

En este país es tan normal estas energías que no se necesita tanta formalidad para poder conectarse a redes de alto y bajo voltaje, todos los operarios de red son responsables de poder determinar cuándo y cómo conectar la energía de la central a la red eléctrica nacional.

Lo único que se debe de hacer es un procedimiento individual que se publica en internet respectivamente en el sitio web de la entidad y los formularios y todo documento necesario, en el siguiente orden normalmente se realiza el procedimiento de conexión hacia la red de transmisión.

- Se debe solicitar mediante la central una conexión a la red de transmisión

- Posterior a la solicitud entra en actuación la entidad para poder localizar el punto exacto a realizar dicha conexión y el responsable de la misma es el operario de la red, a su vez le presenta este punto a la central a ver si es la que le conviene para de este modo llegar a un acuerdo

- Una vez que la central revisa la propuesta para conectarse en este punto, la central acepta y llega a un trato con la entidad que maneja la red de transmisión o mejor dicho el operario de la red

- El último paso para dar como finalizado todo el proceso es conectar la central al punto establecido cumpliendo con todo lo que la ley le demanda y que entre en funcionamiento la central.

Como las leyes alemanas son muy diferentes a las nuestras y es un trabajo normal la conexión de este tipo de centrales, no se realiza ningún tipo de contrato para realizar acabo esta labor, lo cual solo deja en financiamiento la red para que la central se pueda conectar.

Cuando los sistemas sobrepasan los 100 MW si existe una formalidad para realizar este tipo de conexión a la red de transmisión, siempre y cuando estos sistemas de 100 MW estén conectados a redes más altas que los 100 Kv, el procedimiento a seguir sería el siguiente en todo caso:

– Como en la parte anterior se debe solicitar la debida conexión al operador de la red

– Luego que se informa al operario de la red de la posible conexión, este después de dos semanas manda un informe nuevamente para comunicar a la central sobre que estudios necesitan al igual que sus pruebas y cuánto va a costar todo aquello para poder evaluar la capacidad que tiene la línea.

– Todo costo para estudios y pruebas para las líneas son estrictamente responsabilidad de la central de generación.

– El operario de la red cuando ve que los estudios y pruebas son factibles y si tiene la posibilidad de conexión de la central hacia la red, se debe cancelar todo para poder realizar la conexión de la misma y esto es anunciado que se realizara en los próximos tres meses, desde luego sin tener ninguna deuda la central con la red de transmisión.

– Se señala una hoja de ruta aprobada por ambos lados.

– Se realiza su respectiva conexión y puesta en marcha del sistema de la central y confirmación de que todo pasa con normalidad y se finaliza todo.

Al igual que en el caso anterior, todos los dos lados son responsables y por ley de enviarse y mantenerse comunicado continuamente para saber que se debe regular en la central para que siga en un óptimo funcionamiento y se pueda entregar con normalidad la energía eléctrica.

## **6.2 España**

En el top 10 de mejores países con incentivos y leyes para favorecer las energías renovables no convencionales, justo después de Alemania en el segundo

lugar se encuentra España, tiene un plan que ayuda a este tipo de energías que es muy jugoso para las mismas, denominado Plan de las Energías Renovables.

Todo lo que se propone este país en cuanto a energías renovables se llega a la meta como cuando en el año 2010 alcanzaron su objetivo de tener una producción a nivel de país del 30% de energías renovables, lo cual indica que ese porcentaje de electricidad está cubierta por energías renovables.

Existen decretos que manda el gobierno a los ciudadanos e industrias y en este caso de conexión de energías renovables no convencionales tiene su propio decreto denominado Real Decreto 661/2007, el cual en sus hojas detalla los derechos que tienen las centrales o productores de energía eléctrica en base a energías renovables en el momento que las mismas se quieran conectar al servicio de transmisión y hacer el proceso de entrega de electricidad que la central produce, desde el punto de vista que no tenga ningún inconveniente y se pueda conectar.

Como España es un país ejemplo en cuanto a este tipo de energía, siempre le dan prioridad a toda electricidad que resulte de energías renovables.

Toda central productora que desea entregar su energía a la red interconectada de transmisión en todos los casos debe de presentar una solicitud para este tipo de requerimiento, mediante operador a operador.

Todo lo necesario es evaluado en dicha solicitud como por ejemplo lo que es la capacidad para recibir la producción de electricidad, al igual que toda central piensa en un futuro, se deben de detallar que ampliaciones se tiene en mente hacer en un futuro, al igual que su seguridad, su equipo técnico y como opera dicha central.

En cuanto a dinero y gastos que representa la instalación a la red interconectada, el que siempre debe hacerse cargo es la parte de la central, toda la conexión lleva una nueva estructura para poder acoplarse a la red y esto es lo que tiene que pagar la central si desea conectarse a entregar energía, toda la red y comunicación que se realiza entre el operario de la central y la red son a base de

ciertos estándares que los define las personas de la red de transmisión, como toda central debe estar equipada con tecnologías para poder facturar y controlar la entrega de energía.

La potencia máxima que se admite no debe superar el cincuenta por ciento de la capacidad de transformación para todo caso de una subestación, en el caso de las centrales de energías renovables que se conectan al sistema.

### **6.2.1 Proceso de cómo conectar**

La ley o bajo el decreto 661/2007, dice que se puede conectar las centrales eléctricas no convencionales de la siguiente manera, conjunto con un contrato que expide el personal de la red de transmisión antes de conectar.

Existen dos tipos de redes, las que son de transmisión y otra de distribución, la que a continuación se va a describir el proceso es la red de distribución con sus debidos pasos a seguir:

– El primer paso a seguir para la conexión es su respectiva solicitud enviada a la parte de red de distribución.

– Como ya se ha mencionado anteriormente, el personal u operador de la red realiza los respectivos estudios para comprobar si es factible la conexión de la central, al igual que debe verificar si es necesario ampliaciones o si en un futuro las van aplicar o si en el caso que fuera necesario poner más refuerzos, existen dos variables como lo son la parte económica que es un problema y puede cancelarse la conexión al igual que si existe una irregularidad de parte técnica que no se pueda solucionar.

– Existe la posibilidad de que se niegue la solicitud, puede o no puede proponer alternativas y que se pueden evaluar nuevamente si son factibles.

– Cuando ya todo está perfectamente revisado y aprobado para poder hacer la conexión y a continuación se firma el contrato para comenzar las obras

- a) Se establecen los puntos de conexión y otro para realizar medidas, se establecen los equipos necesarios y cuáles son los equipos que tiene la central, al igual que su conexión, seguridad y medida.
- b) Se debe tener en cuenta las especificaciones de la energía que se consume y la que se debe dar a la empresa o a la red, incluso para saber la manera que debe estar distribuida la potencia, producción, su generación, la venta y compra de la energía eléctrica.
- c) Se cancela el contrato en caso de que la energía que suministra la central no se pueda recoger en su totalidad mediante la red de distribución.

El organismo que regula la red de transporte es la red eléctrica nacional, en el año 2005 fue que se le otorgo esta condición a la red eléctrica, esto le permite ser el único organismo para la transportación de la energía eléctrica.

– La persona que desea conectarse a la red eléctrica o una central que se desea conectar a la misma, necesita enviar una solicitud de manera formal a la red eléctrica y toda la solicitud debe contener la información para evaluar si se puede conectar y haya capacidad disponible.

– Los operadores de la red eléctrica deben informar si ocurre algo malo en la solicitud enviada para poder arreglar las anomalías en la solicitud y en la central para poder conectarse a la red

– Máximo en un periodo de dos meses, el personal de la red eléctrica debe entregar un informe para que los de la central tomen medidas si es el caso que no sea factible la conexión.

– Si se puede realizar la conexión en la red eléctrica, los operadores de la central deben presentar el proyecto en su totalidad conjunto con su manera de proceder y ejecutar el proyecto.

– La red eléctrica analiza condiciones técnicas de la central y su proyecto y si existen restricción alguna por si acaso no esté en plenas condiciones para generar y conectarse.

– Entra en funcionamiento el proyecto cuando se ha garantizado todo y no existen restricciones, y puede comenzar todo el trabajo.

– Existe una entidad reguladora que resuelve los problemas que tengan las centrales con la red nacional eléctrica.

### **6.3 Brasil**

Una ventaja que tiene Brasil es que no tiene casi intervención de energías como combustibles fósiles en su proceso de generación eléctrica, por esta razón es otro pionero en el ámbito de energías renovables, su matriz energética se compone en mayor parte de energías renovables en Sudamérica es una gran ventaja para ingenieros eléctricos ir hacer una maestría a este país que está desarrollado en este ámbito y económica e intelectualmente es mejor en el campo eléctrico.

Toda o su mayoría de intervención de energía renovable y generación eléctrica e mediante las hidroeléctricas que tiene este país, su energía renovable que subsidia las necesidades de residenciales e industriales es casi en un 50% a nivel de toda la energía que necesita el país, en su caso el 80% es proveniente de energía de las hidroeléctricas.

Aunque las centrales hidroeléctricas son limpias casi en la totalidad pero tiene un problema con el amazonas que tiene perdidas medioambientales en esta área,

aunque en la actualidad están progresando en medida a las centrales no convencionales.

Se ha creado el PROINFA por sus siglas es el Programa de Incentivo a las Fuentes Renovables de Energía que se lo puso en marcha en el año 2002, la mentalidad que tiene el gobierno para realizar este proyecto fue el de incentivar a la producción de energías renovables convencionales, de tal manera para darle movimiento su matriz energética.

Gracias a este proyecto se hicieron inversiones de ochenta y cinco billones de dólares entre generadores SH y empresas distribuidoras, fue el año 2004 hasta el 2005 que fueron los máximos proyectos e inversiones que se realizaron en este proyecto, ayudaron a una producción de 4100 MW con un total de ochenta plantas y la mayoría Mato Grosso do sul

El problema que tuvieron fue que las redes de transmisión y distribución no eran tan tecnificadas que no soportaban esta cantidad de carga y existen problemas en cuanto a la absorción de la energía eléctrica, por todos estos motivos no se puede terminar de construir todos los proyectos y así tienen problema con poca carga.

Aunque ya han puesto en mente y planificar como solucionar este problema y se han unido las EPE y la Distcos y diseñaron una solución para esta dificultad, basándose en poder transmitir todos los costos de aplicaciones y poder reforzar todas las redes de distribución a todos los consumidores industriales y residenciales.

Todo con regulaciones y normativas de la ANEEL, aunque hubo un problema y esta regulación termino totalmente desorganizada y no hubo buenos resultados, el EPE tuvo problemas para plantear los reforzos de la red necesaria y la Distocs no podían diseñar las redes.

Llegaron los inversionistas de todas las pantas y propusieron la solución que llegaron a la conclusión de instalaciones compartidas para generadores, y sus especificaciones son:

– La Planificación: Se contrata un equipo técnico para poder tener la integración de la red con la cooperación EPE, el organismo que aprueba es la ANEEL.

– Los Costos: Como en la mayoría de los países, las centrales deben pagarse las infraestructuras para poder conectarse a la red

– La Construcción: En caso de Distocs ceden la construcción con la integración de la red.

Se utilizan estaciones colectoras, que quiere decir que recoge la energía de algunas centrales que están a su alrededor y un sola línea se conecta a la red, ya no cada una de las centrales individualmente se conecta a la red y no existe el problema de sobrecarga a la misma, esto ayuda mucho a todo el sistema.

Para ya entonces en el dos mil ocho ya se tenía todos los proyectos en funcionamiento sin ningún problema eléctrico, con una capacidad de 3.7 GW.

Para Brasil todas las cosas funcionaron de la mejor manera y todos sus proyectos en la actualidad son pioneros en energías renovables que ayudan al medio ambiente y ponen a pensar al resto del mundo para que sean más lo que utilicen estas medidas para así proteger nuestro ecosistema.

#### **6.4 Reino Unido**

Es una de las potencias a nivel mundial y como es de esperarse debería ser uno de los principales países en ayudar al medio ambiente y poner en primer plano las energías renovables pero ese no es el caso, sino al contrario que la mayoría de su energía eléctrica es producto de combustibles fósiles, específicamente del gas y del petróleo.

Ellos tienen grandes reservas de las mismas gracias al Mar del Norte pero tienen una desventaja que estas fuentes no son eternas y ya les queda poco para finalizar su reserva, por estas y muchas razones más es que la población y el gobierno del Reino Unido han puesto manos a la obra para cambiar su matriz energética e incentivar el uso de recursos renovables para la obtención de electricidad.

Entre el año 2000 y 2005 con todos los incentivos que se ha hecho, se produjo un incremento de este tipo de energía en un treinta por ciento anual pero esto no es suficiente para poder ayudar al medio ambiente y con todas las medidas que se ha hecho se esperó que en el dos mil veinte ya el cuarenta por ciento de la electricidad sea producida por energías renovables.

La EA por sus siglas en inglés Electricity Act es la ley encargada de regular todo tipo de estas energías renovables y ayuda a diferenciar los tipos de energía de las mismas, en las épocas pasadas se utilizaba las cuotas para el pago de planillas pero vino la Energy Bill para modificar la EA y de tal manera ha ido cambiado esta estructura para que se implemente de a poco la feed-in, este Energy Bill establece todo lo que tiene que ver el contrato entre las dos partes que son la central y la red de transmisión.

Lo primero que se indica es que la central de generación eléctrica tiene todo su derecho al tener un contrato y a su vez las personas de la red de transmisión por ley tienen que firmar y conectarse a dicha central que suministra energía eléctrica.

se le da incluso prioridad a las centrales para que se puedan conectar a la red de transmisión, aunque en el contrato que se firma de parte y parte debe estar estipulado cuáles son los límites que tiene para conectarse verificando la capacidad que tienen la red en cuanto a la entrada para el punto de conexión.

Como en todos los casos, todo costo que se para poder conectarse a la red debe ser asumida por completo por la central de generación, al igual que toda ampliación o tecnología extra que necesite para su conexión debida.

Toda central debe enviar su solicitud de conexión a la National Grid, entidad encargada de las redes de transmisión y a continuación se detallan los pasos a seguir para lograr la debida conexión.

– La notificación: Notificación entregada sobre el proyecto que se pretende montar al igual que cada uno de los detalles que contiene el mismo para que la National Grid pueda establecer el debido presupuesto y cuan factible es dicho proyecto, no solo puede hacer esto, sino aconsejar y dar ciertas sugerencias sobre donde debería ir la central y diversos aspectos técnicos.

– La presentación técnica: Todo esto debe incluir información totalmente detallada para la entidad encargada de la red eléctrica, si la entidad necesita cualquier tipo de diseño, estos papeles lo deben de incluir, si el caso no tienen diseños técnicos, la National Grid los realizara pero los que deberán cancelar obligatoriamente por los mismos, son los que harán la central eléctrica.

– Planes y permisos: Para cada proyecto nuevo o si se necesita una conexión extra se deben de sacar los debidos permisos que adjudiquen su elaboración, todo el proceso dependerá solo de las autoridades competentes y de los fabricantes de las centrales que son los encargados de pedir permisos de todo tipo, ya sean de edificios o tecnologías o de otras infraestructuras.

– Acuerdos con Meter Operator: todo este tema depende del fabricante o la persona que va a invertir en las energías renovables y su central, conjunto con el ente encargado de regular todo aquello que es la National Grid, pudiendo tener y establecer todo detalle que tenga que ver con la central y la conexión a la debida red eléctrica, en este punto se debe asegurar todo hasta la seguridad.

Se ponen de acuerdo para establecer las responsabilidades que adquiere la Central y cuales adquiere la National Grid, cuando lo estimado en

energía es demasiado alto, quiere decir un proyecto bien grande, se piden los permisos especiales al OFFER.

– El diseño: La National Grid y los inversionistas del proyecto revisan los diseños, todos los detalles deben de verificarse como los voltajes que se conectan, mantenimiento de transformadores y donde irán colocados los mismos al igual que todo lo que tiene que ver con los equipos de generación eléctrica, toda la seguridad instalada.

Todo nivel térmico está dado por los dispositivos que usan en la central, del mismo modo que cualquier potencia que se instale en la red y su límite de energía a utilizar se da por los mismos dispositivos que controlan la temperatura.

#### **6.4.1 Proceso de cómo conectar**

Como ya se mencionó anteriormente, todo sistema de generación que se quiera conectar a la red, debe de estar sujeta a la ley que lo demanda la Electricity Act, ya se ha hablado que tienen prioridad las energías renovables pero también tienen una norma de no ser discriminadas, al igual que los contratos que se deben de firmar entre la entidad encargada de la red eléctrica y la central.

A continuación se detalla en orden como se debe de proceder para conectarse a la red de transmisión.

– Se deben de pagar los llamados costos de ingeniería al igual que registrar y enviar una solicitud pidiendo la conexión de la central hacia la red de transmisión, todo estos costos de ingeniería son para poder estudiar todo el proyecto y caso que presenta la central

– La entidad National Grid tiene un plazo máximo para entregar los estudios y luego que entrega los estudios y evalúa todo, realiza su respectiva oferta, en esta oferta que recibe la central analizan cuan viable es la conexión y cuánto será el impacto del presupuesto, se termina por informar cuantos estudios más se necesitan para la central.

– Es una oferta que tiene una vigencia también de tan solo tres meses para que se pueda aceptar o rechazar para continuar y ver otras medidas para poder solucionarlo todo.

– Se le llama un acuerdo Bilateral de Conexión cuando las dos entidades llegan a un acuerdo que si les parece bien la conexión, luego de esto pasa a acordarse la construcción del proyecto, todo esto se firma sabiendo cuales son todas las capacidades que tiene la conexión y transmisión.

## **6.5 Guatemala**

Una de las grandes ventajas que tiene este dichoso país es su ubicación, que gracias a ello se pueden ejecutar varios proyectos con recursos renovables que abundan por este sector.

Pero todo este potencial se ve enormemente desperdiciado por la implementación de enormes centrales termias que son impulsadas mayormente por combustibles fósiles como el petróleo y por el carbón natural que son altamente contaminantes para el ambiente.

Aunque en la actualidad y al pasar de los años el gobierno toma conciencia de todo el daño que ocasionan todo este tipo de generación termoeléctrica y por esto se plantea la utilización de los recursos renovables que abundan en el país.

La NGD por sus siglas es una normativa que puso el gobierno para poder incentivar la producción de energía con recursos renovables, pero como le falta mucha expansión e investigación a Guatemala en este sector eléctrico, se plantea generar pequeños proyectos.

La principal función de la NGD es poder ayudar a la comercialización de toda esta energía ya sea hacia una libre venta de energía, venta a la red de transmisión del estado o tal vez en una licitación.

Todo proyecto que es apoyado por esta normativa no debe excederse de los 5MW para poderse conectar, y todas estas centrales tienen una ventaja de no pagar una tasa o peaje para poder llevar en la red de distribución.

La Comisión Nacional de Energía es la entidad que emite las normas técnicas que las generadoras deben de cumplir para poder conectarse a la red de distribución y todo gasto para poderse conectar, ya sea de infraestructura o cualquier otra necesidad, debe estar cubierta por la central generadora.

Se deben de tener claras otras exigencias al momento de realizar las conexiones:

- La capacidad que soporta el punto al que se va a conectar, al igual que se debe de verificar si se puede realizar alguna ampliación en caso de no poderse conectar, todo estos costos serán cancelados por la central.

- Debe tener listo y entregar toda información requerida para poder desarrollar el proyecto para que se inicie desde el diseño de conexión.

- Tener en cuenta que se debe tener instalados todos los sistemas de seguridad del proyecto para poderse conectar a la red, al igual que los sistemas de desconexión

- Cada cierto tiempo se debe de realizar los respectivos mantenimientos preventivos y correctivo para que no suceda ningún tipo de daño.

### **6.5.1 Proceso de cómo conectar**

Toda conexión debe seguir un proceso ya sea formal o informalmente y en el caso de Guatemala que aunque no le den mucha importancia a la energía renovable, de igual manera tendrá su proceso

– La solicitud que presenta la central en este caso tiene un nombre distinto a las que se ha visto en otros países, el gobierno guatemalteco le ha puesto que es un dictamen de capacidad y conexión, su contenido es el siguiente:

- a) Debe de informar cuantas personas van a intervenir en el proyecto y una información detallada del mismo
- b) Se debe estipular cual es el punto que ellos desean conectarse y mostrar el mapa correspondiente.
- c) Debe estar todas las especificaciones técnicas de la central en el informe

– Los operarios de la red de distribución o transmisión deberán cumplir un tiempo de quince días para poder entregar cual sería el posible punto para conectar el generador a la red

– Para ya finalizar el proceso se hace un informe final por parte de la red eléctrica hacia la Comisión Nacional para que ellos analicen la situación de la capacidad y conexión.

– Esta entidad al leer el informe de los operarios de la red eléctrica tienen la situación de aceptar o no la conexión, son lo que dan la última palabra y si necesitan más información para llevar a un veredicto, están en su derecho.

– Cuando ya han dado el visto bueno final, se procede a realizar los trabajos de conexión hacia la red.

## **6.6 Nueva Zelanda**

Nueva Zelanda es un país que le pone énfasis a los recursos renovables y la manutención del ecosistema tal como es, por estos motivos ellos le dan tanta

importancia que son unos pioneros en conservación ambiental y en utilización de energías no contaminantes, ya el 66% que llega de energía eléctrica es producido por estos dichos recursos renovables.

Tanto es así su compromiso que tienen de proteger su medio ambiente que se han propuesto llegar a la meta de que toda su energía eléctrica sea producida por recursos renovables hasta el año 2025.

Un beneficio que tiene este glorioso país y mediante esta poder incentivar a producir energía eléctrica limpia, se lo debe todo a sus condiciones naturales que le favorecen.

Es tan prodigiosa esta tierra que la gente hace conciencia sobre lo que tiene, de la misma forma que inversionistas quieran invertir en estos recursos en este país que el gobierno no ha tenido que crear leyes para promover el uso de estos recursos, que simplemente la gente viene a invertir en ellos.

Uno de los recursos que ayudan y hacen que esto florezca es la energía del viento que tiene unas condiciones óptimas, las energías que utilizan en este país son la eólica en un 46%, la geotérmica en un 10% por sus condiciones exitosas en cuando a generación, fue casi el primer país en color este tipo de centrales geotérmicas.

La empresa que se encarga de todo el sistema de compra y venta de energías o mejor dicho de la red de transmisión o distribución se llama Transpower que hace sus trabajos conjunto con la National Grid.

Esta primera entidad llamada transpower es la que se encarga también de ver todo los casos de centrales de este tipo que se quieran conectar a la red nacional eléctrica, al igual que todo lo que tenga que ver con mantenimientos y ampliación de la red nacional.

Otro trabajo que debe cumplir la entidad es la de llevar la línea hasta donde se encuentran la centrales generadoras e introducir ciertos refuerzos si se los necesitase.

### **6.6.1 Proceso de cómo conectar**

El proceso de conexión de una central a la red nacional es seguir los siguientes pasos:

- Se debe presentar un previo aviso no más de que se requiere realizar la conexión por parte de la central hacia el personal encargado en la transpower.

- En el caso de que la central sea de una potencia mayor a los 10 MW, se debe presentar todo el informe referente hacia la red, sobre la central

- Se deben de poner de acuerdo la parte de la red nacional y los de la central generadora para que se elabore un plan que asegure la conexión y que se pueda poner en marcha.

Cabe recalcar que el proceso antes mencionado de cada punto son para cierto tipo de centrales que tengas un capacidad superior a los de 1 MW. Existe otro estudio que la entidad a cargo de la red nacional, diseña y su nombre es High Level Response Report, cuyo propósito es el siguiente:

- Si es eficaz y factible la conexión que se propone hacia la red

- Poder analizar todos los riesgos y saber si no existirán problemas con la conexión que se intenta realizar

- Evaluar cuales serían los gastos totales que representan este tipo de proyecto.

- Evaluar posibles daños al medio ambiente o a la red nacional

– Saber cuánto es la capacidad de transmisión de voltaje y saber si la red y el punto donde se conectara la central, aguanta esta medida.

Como en mayoría de casos, existe un contrato que se debe de firmar por parte de las os entidades, la central y la transpower pero sin antes mencionar que todo estudio y los anteriores que hace transpower son pagados por esta mismo.

Son varios informes que se hacen como inclusive la Declaración de Capacidad de Activos que se debe detallar toda la información de la central que se está construyendo, ya que las personas de la red nacional deben de saber todo respecto a la central y sus capacidades, cuando ya todo esto está, se hace un reporte final para así tener cual es la configuración.

Luego de todo esto, ya se empiezan a realizar todo tipo de obras que fueron previstas, y sin antes firmar un contrato para detallarse todo el calendario del proyecto y saber si se cumplen todos los estudios necesarios para el mismo, cuando ya termina la etapa de revisión que hace la High level, todo estudio y obra es cancelado en su totalidad por la central generadora.

## **6.7 Costa Rica**

Es un gran país en vías de desarrollo y no solo en su cultura, política o en otros aspectos, sino en la parte de conservar su medio ambiental, tal es el caso que tiene una meta propuesta que está por cumplir.

Siendo así querer lograr ser el primer país en el mundo que desea tener su electricidad generada a base de recursos renovables, es algo de admirar por estar comprometidos tanto por el medio ambiente.

Este país sufre de gran dependencia de lluvia, y con el medio ambiente y el efecto invernadero que hoy en día es algo común y que a todos los países afecta, y

costa rica no es la excepción, sus lluvias no son totalmente regulares y como en todo lugar, la demanda de energía eléctrica crece cada vez más cada año.

Por eso el motivo de proponerse ser el primer país hasta 2021 en operar totalmente con energía limpia, no solo hidroeléctricas, sino también de eólica y geotérmica que es en gran medida unos recursos muy abundantes en este país.

Como es de esperarse, costa rica también necesita hidrocarburos por motivos que importan la mayoría de los mismos, siendo la mayor tasa de las importaciones para este mercado, esta es otra de las razones que alimentan a este país ser totalmente limpio, ya que no tienen fuentes petroleras para poder explotar y así generar electricidad mediante estos.

El país mediante la ley ha dispuesto que tienen prioridad para todo este tipo de energías renovables en cuanto ponerla en funcionamiento, este país incentiva a producir más centrales eléctricas con este tipo de energía mediante la obtención de las centrales una exoneración de pago por cualquier insumo o maquinaria eléctrica

Pero eso si toda responsabilidad recae en la central para poder llevar a cabo la conexión la red nacional eléctrica.

El país se basa en fortalecer el sector público en sentido de la electricidad universal y solidaria, esta ley del gobierno propone crear una entidad que regule todas las partes que intervengan en la generación eléctrica y que no exista ningún tipo de discriminación por generación de diferentes tipos.

En el país toda industria de transmisión de energía, debe estar guiada a construir sus redes por efecto de la demanda creciente en dicho territorio al contrario de las empresas que distribuyen la energía eléctrica que deben ampliar y adecuar toda red conforme lo demande la población para que así se pueda entregar satisfactoriamente.

### **6.7.1 Proceso de cómo conectar**

El ICE es el ente encargado de analizar cada proyecto de centrales generadoras y a su vez se encarga de comprar la energía para el país, existe por el gobierno una regulación o ley para este sector eléctrico que se le describe como la ley 7200, la cual ayuda en cierto modo a los inversionistas que quieran ponerse su central al igual que ayudar a las central de energía renovable.

A continuación se detallan todo referente a la ley:

- Toda central debe tener una capacidad que sea inferior a los 20 MW
  
- Debe considerarse solo la energía proveniente del agua y de energías no convencionales
  
- Un porcentaje del capital o de inversionistas debe ser de costa rica seria un 60% de la totalidad del valor
  
- No tenía que estar conectado al sistema nacional, en previa instancia.

Se libera de impuestos toda la importación de maquinarias y equipo para la parte eléctrica de las centrales y se entregan créditos y todo lo relacionado.

- Se presenta una solicitud a la entidad que es la ICE, esta entidad tiene un plazo para entregar de cuatro meses
  
- Se debe de tener un estudio de impacto ambiental y se debe de presentar al ministerio de recursos
  
- La central debe tener la concesión para realizar el trabajo
  
- El IECE también debe evaluar si la central y la conexión son viables y se debe acordar lo siguiente:

- a) Se debe dar un resumen de todo el proyecto hacia la entidad encargada de ver si es factible o no.
- b) Se debe presentar permisos para saber si los recursos van a estar disponibles durante la disponibilidad del proyecto.
- c) De la misma manera se deben de presentar los planos de la central generadora.
- d) Presentar cuanta energía mensualmente y anualmente se va a distribuir a la red.
- e) Al igual que todo el proyecto se debe presentar cuantos los costos son de todo el trabajo que se va a realizar.

## 6.8 Resumen de países

<b>Pais</b>	<b>Prioridad de conexion a Generacion Renovable</b>	<b>Quien paga infraestructura de transmision</b>	<b>Quien paga ampliaciones y refuerzos de red</b>
<i>Alemania</i>	Si	Generador	Operador de red
<i>España</i>	Si	Generador	Operador de red
<i>Brasil</i>	No ( interes estatal)	Generador, pero gran financiamiento estatal	Operador de red
<i>Reino Unido</i>	No	Generador	Generador
<i>Guatemala</i>	No	Generador	Generador
<i>Nueva Zelanda</i>	No	Generador	Operador de red
<i>Costa Rica</i>	Si	Operador de red	Operador de red
<i>Noruega</i>	No	Generador	Generador
<i>Chile</i>	No	Generador	Generador

**Tabla 6. 1: Países de energía renovable**  
Fuente: Autor

## DIFERENTES NORMATIVAS Y LEYES INTERNACIONALES

PAIS	LEY O NORMATIVA	REQUISITOS O SOLICITUDES
ECUADOR	Regulación 004/15 ARCONEL Regulación 002 16 ARCONEL	Requerimientos técnicos pruebas estudios generales técnicos y económicos
ALEMANIA	Ley EEG	Exige conexión en línea recta al punto de interconexión y q soporte la tensión subministrada
ESPAÑA	Decreto real 661/2007	Detalla derechos de productores y prioridades, exigencias técnicas como no superar el 50% de la capacidad de transformación
BRASIL	PROINFA	80% de energía es hidroeléctrica Por problemas técnicos en la red de transmisión esta exige la utilización de estaciones colectoras donde solo una línea se conecta a la red para evitar sobrecargas
REINO UNIDO	Ley EA (Electricity Act)	Detalla derechos de contratos q las personas de transmisión por ley deben firmarlo y cumplir con los requisitos como planos permisos estudios técnicos etc...
GUATEMALA	Normativa NGD	Se creó como incentivo para la producción de energías renovables , no debe excederse de los 5MW deben entregar la información técnica y comercial ,realizar mantenimientos periódicos
NUEVA ZELANDA	Transpower	66% de energía producida es renovable eólica, geotérmica Presentar aviso previo de conexión , informe técnico para potencias mayores a 10MW estudios de soporte de tensión en punto de interconexión
COSTA RICA	Ley 7200	Detalla q la capacidad debe ser inferior a los 20MW, porcentaje de accionistas o capital debe ser de Costa Rica , estudios técnicos, presentación de solicitudes, subsidios en importaciones

Tabla 6. 2: Requerimientos entre Ecuador y otros países

Fuente: Autor

## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1 Conclusiones**

La conclusión de este estudio es poder dar una iniciativa en cuanto a energías renovables se habla, no solo de estas sino de las no convencionales también, poder saber de la infraestructura de las centrales y tener un poco más de conocimiento en todo lo que demanda este ámbito importante.

Mostrar a estudiantes de años superiores como realizar una debida conexión de las centrales mediante las normas establecidas no solo en este país que les da tanta importancia, sino para otros países que son pioneros en estas energías y demostrar cuál es la manera a seguir y tener un cambio de matriz energética para todo un bien de la sociedad ecuatoriana.

Fomentar el estudio más a fondo de las normas y regulación para llevar a cabo la conexión de centrales generadoras eléctricas a base de energías renovables no convencionales, pudiendo de la misma manera ayudar en una maestría ecuatoriana que se enfoque en este tipo de energías que en el país se están abriendo cada día más el campo de las mismas para poder trabajar.

Poder mostrar las iniciativas que tienen otros países y las regulaciones que los mismos manejan ante la situación que son las energías renovables, observar como ellos ponen prioridad a este tipo de inversiones para que así el Ecuador pueda seguir avanzando hacia este camino de cambio que tanto lo necesita, no solo el país, los estudiantes y profesionales eléctricos lo necesitan para entender un poco más las leyes del sector eléctrico.

Fomentar el estudio de la ingeniería eléctrica y sus reglamentos para poder seguir al pie de la letra, lo que especifican para no tener jamás ningún problema de este tipo.

## **7.2 Recomendaciones**

Se recomienda analizar más a fondo todas las leyes del sector eléctrico que intervengan las energías renovables no convencionales, no solo estas sino también las renovables normales con el fin de entender un poco más al sector eléctrico en su totalidad.

Revisar las leyes de otros países que se nombran en este estudio para mayor comprensión de lo que se habla del mismo, no solo para el lector, si no para personal que desee sacar como referencia de este trabajo, ayudando así a estudiantes d todos los niveles que estudian carreras afines.

Se recomienda que se analicen y se fortifique el sector eléctrico en cuanto a normas y regulaciones que pueda expedir el MEER y poner más énfasis a este tipo de energías para poder ayudar al país, tomando en cuenta el ejemplo de otras naciones que están más adelantadas en este campo eléctrico.

Se recomienda que se intenten romper ciertas barreras que existen en cuanto la obtención de energía eléctrica por medio de energías renovables no convencionales, al igual que se logra promover un poco más de las mismas, y muchos proyectos de la misma índole para poder ayudar al medio ambiente y al país a ser algo mejor en todo sentido eléctrico.

## REFERENCIAS

- (NAP), G. d. (2002). *Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicacion*. Recuperado el 2018, de [http://www.coit.es:file:///C:/Users/ecuador/Downloads/energia\\_solar\\_fotovoltaica\\_2e5c69a6.pdf](http://www.coit.es:file:///C:/Users/ecuador/Downloads/energia_solar_fotovoltaica_2e5c69a6.pdf)
- Alicia, G. U. (2013). *Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Recuperado el 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3037/1/15T00547.pdf>
- Castro, H. (2011). *Equilibrio*. Obtenido de <https://www.expoknews.com/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-eolica/>
- Copesa, G. (2012). *ICARITO*. Obtenido de <http://www.icarito.cl/2009/12/74-1304-9-energia-hidroelectrica.shtml/>
- Ecuador, R. d. (2017). *Ministerio de Electricidad y Energia Renovable*. Obtenido de <http://www.energia.gob.ec/villonaco/>
- Energia, S. d. (2008). *Energia Biomasa*. Argentina: Tecnologia de la informacion. *energia-nuclear.net*. (s.f.). Recuperado el 2017, de [energia-nuclear.net](http://energia-nuclear.net)
- Garcia, V. (2010). *Etenologia*. Obtenido de <https://etecnologia.com/medio-ambiente/energia-eolica>
- Godoy, T. (2015). *Conectate al sol*. Obtenido de <http://conectatealsol.com/news/que-impacto-ambiental-tiene-la-energia-solar-fotovoltaica/>
- Gomez Quiñones, J. (2013). *protgen*. Obtenido de <http://www.mty.itesm.mx/etie/deptos/ie/profesores/jgomez/ie/prodgen.pdf>

- GUAMANTICA, J. A. (2015).  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0552\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0552_EA.pdf). Obtenido de  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7995/1/UPS-KT00978.pdf>
- Harper, E. (2004). *El Libro practico de los generadores, transformadores y motores electricos* . Mexico : Editorial Limusa S.A de C.V Grupo Noriega Editores .
- Harper, E. (s.f.). *Tecnologias de Generacion de Energia Electrica* .
- Hinestrosa Magan, A., & Saenz, J. (2013). *Curso Basico de Ciencia y Tecnologia Nuclear*. Madrid: Lavel Industria Grafica S.A.
- Martin Blas, T., & Serrano Fernandez, A. (2014). *Magnetismo*. Obtenido de  
<http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/default.htm>
- S.A, E. (2014). *endesa educa*. Obtenido de  
[https://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/viii.-las-centrales-termicas-convencionales](https://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/produccion-de-electricidad/viii.-las-centrales-termicas-convencionales)

## **GLOSARIO**

Centro Nacional de Control de Energía.....	CENACE
Compensador sincrónico estático.....	STATCOM
Compensador estático de potencia reactiva.....	SVC
Generador renovable no convencional.....	GRNC
Generador de inducción doble alimentado.....	DFIG
Sistema Nacional Interconectado.....	S.N.I.
Zona común de entrelazado.....	PCC
Agencia de Control y Regulación de Electricidad.....	ARCONEL
Corporación Nacional de Electricidad.....	CNEL

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **AMORES SALVATIERRA DAMIÁN ALEJANDRO**, con C.C: # **0921128360** autor del trabajo de titulación: **Análisis de los requerimientos técnicos y normativos para la conexión de generadores no convencionales a la red eléctrica** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICO CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL** 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, 8 de Marzo de 2018

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **AMORES SALVATIERRA DAMIAN ALEJANDRO**  
C.C: **0921128360**

**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS PARA LA CONEXIÓN DE GENERADORES NO CONVENCIONALES A LA RED ELÉCTRICA		
<b>AUTOR(ES)</b>	AMORES SALVATIERRA, DAMIÁN ALEJANDRO		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	ING. HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL		
<b>FACULTAD:</b>	FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO		
<b>CARRERA:</b>	INGENIERÍA ELÉCTRICA - MECÁNICA		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	INGENIERO EN ELÉCTRICO - MECÁNICO MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	8 MARZO 2018	No. DE PÁGINAS:	152
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	ELÉCTRICO, MECÁNICA		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	ENERGÍA RENOVABLE, GENERADORES NO CONVENCIONALES, ELECTRICIDAD, CONEXIONES ELÉCTRICAS, ENERGÍA LIMPIA, DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras): Este proyecto de titulación tiene como objetivo dar a conocer las diferentes conexiones que existe hoy en día para incluir a la red eléctrica la generación no convencional. El mundo en la actualidad poco a poco se va adaptando a la generación eléctrica renovable, la fuentes renovables para la generación de energía eléctrica se encuentran en los ríos, océanos, atmosfera donde se aprovecha los corrientes de vientos para la generación de energía eólica, la fuente de energía limpia más abundante que tenemos es la radiación del sol que utiliza paneles fotovoltaicos para la captación de esa energía, también se puede aprovechar las zonas geotérmicas que existen alrededor de todo el mundo principalmente en aquellas zonas que se encuentra el cinturón de fuego aprovechando ese calor que se genera en el subsuelo; todas estas formas de captar energía limpia tiene que seguir normas y especificaciones técnicas para el correcto funcionamiento y la adaptación a la red eléctrica de cada ciudad. Es por eso que en este trabajo se analizara y se profundizara las diversas configuraciones que existe hoy en día para la instalación de un generador no convencional en relación a la potencia a suministrar de manera continua o a plena carga de acuerdo con las especificaciones técnicas de los diferentes fabricantes. En la fundamentación teórica se pondrá énfasis a los diferentes generador de acuerdo a la fuente de energía renovable y se dará a conocer la configuración más eficiente para el respectivo análisis y la futura aplicación en la red eléctrica del Ecuador, aportando con información técnica y analítica, también se dará a conocer lo requisitos técnicos relacionados con la conexión de los generadores renovables no convencionales a las redes de transmisión y distribución a fin de no degradar la calidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica en la zona de influencia del generador.			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593995312392	<b>E-mail:</b> alejo.amores88@gmail.com	
<b>CONTACTO CON LA</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui, Luis Orlando		



**Presidencia  
de la República  
del Ecuador**



**Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes**



**SENESCYT**  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

<b>INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>TELÉFONO:</b> (04) 2 20933 ext. 2007
	<b>E-MAIL:</b> luis.philco@cu.ucsg/ute@cu.ucsg.edu.ec
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>	
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	