



UNIVERSIDAD MONTEÁVILA  
COORDINACIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ESPECIALIZACIÓN EN PLANIFICACIÓN, DESARROLLO Y  
GESTIÓN DE PROYECTOS

# **DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICO EN VENEZUELA**

Trabajo Especial de Grado presentado para optar al Título de Especialista en  
Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos

Presentado por:

**ING. DIANA M. COLORADO ROMERO**  
C.I.: 15.761.257

Tutor Académico:  
Msc. María Elena González

CARACAS, FEBRERO DE 2010

---

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN  
ELÉCTRICO EN VENEZUELA**

**Línea de Trabajo:** Control de Gestión

**Tutor Académico:** Msc. María Elena González

---

## DEDICATORIA

Me gustaría dedicar este trabajo de Especialización a muchas personas especiales que me han brindado su amor, amistad, apoyo, ánimo y compañía en las diferentes etapas de mi vida. Algunas están aquí conmigo, otras me acompañan en la distancia, y en mi recuerdo y corazón quedarán para siempre aquellas que han partido a un mundo mejor. Sin importar donde estén o si alguna vez llegan a leer estas líneas, quiero darles las gracias por formar parte de mi vida, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

A la memoria de mi madre, que aunque físicamente ya no esté conmigo, su fortaleza y ejemplo me acompañarán siempre.

A los seres que más amo, mis niñas Natalia y Laura por llenar de alegría mi vida; a mis queridas hermanas, Sole, Martha, Yandita y Julieta, por su apoyo incondicional; a mi sobrino Daniel por ser tan especial, y a mis cuñados.

A todos mis amigos que, aún sin nombrarlos, porque gracias a Dios me ha regalado muchos, no excluyo a ninguno. Ellos me han acompañado siempre, aunque a veces sea solo para molestar.

Al más especial de todos, a ti mi Dios, por que todos los días me llenas de bendiciones e hiciste posible que este esfuerzo se hiciera realidad.

***Diana***

---

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo de Especialización ha visto la luz, gracias a la colaboración y ayuda de amigos que laboran en el área que hemos abordado aquí, pero no mencionaré sus nombres, pues podría afectar su estabilidad laboral. A ellos, mil gracias.

Doy las gracias a toda mi familia, por su apoyo incondicional y la confianza y paciencia que me brindaron a lo largo de esta especialización y, en especial en los últimos arduos meses de trabajo.

Un agradecimiento a la profesora Laura Contreras, por su colaboración en el desarrollo de este trabajo, además de su experiencia que me brindó el basamento metodológico para concretar esta tesis.

Un especial reconocimiento a la profesora María Elena González, por aceptar ser la tutora de este trabajo y brindarme su apoyo y paciencia a lo largo del desarrollo del mismo.

Al Ingeniero José Mendoza, por servirme de guía y brindarme su tiempo y experiencia, que me sirvieron como base para llevar a buen término el presente trabajo de grado.

A mis amigas Arlen, Yairis y María Nieves, por apoyarme y ayudarme en los momentos críticos de este trabajo.

A la loca de Luisa, por su compañía a lo largo de esta especialización, que con sus ocurrencias y ánimo lograron que los días de trabajo fueran más agradables.

A mis compañeros de clases, por ser personas tan especiales y pacientes y soportar mis locuras sin protestar.

Mil y Mil Gracias a todos ustedes y que Dios los bendiga.

---

**COLORADO, Diana. “DIAAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN ELECTRICO EN VENEZUELA”. Universidad Monteávila. Especialización en Planificación, Desarrollo y Gestión de Proyectos. Caracas, Venezuela. Febrero de 2010.**

## **RESUMEN Y PALABRAS CLAVES**

**El Sistema Eléctrico Nacional (SEN)** se desarrolló en democracia, siendo uno de los principales puntos de planificación e inversión de recursos de los gobiernos de la segunda mitad del siglo XX, como bien lo reseña Adriana Rivera en su artículo de el Nacional del 24 de Enero del 2010. Fue durante los años 60 y 70 que se construyó la mayor parte de la infraestructura del sistema actual. Venezuela llegó a ser el puntero en cuanto a la capacidad de generación de energía en la región durante los años 70 y 80, solo siendo adelantado por Estados Unidos y Canadá.

A comienzos de los años 70 se hicieron estudios que proyectaban lo que pasaría en el sector durante los próximos 20 años. En ellos se contemplaba la creación de Plantas Generadoras como la de Guri y Caruachi; se planificaron subestaciones de alimentación a escala nacional y se trazaron las líneas que conectarían la energía eléctrica del país. Se contempló también en este plan, la forma de transportar grandes bloques de energía producida en el Caroní al centro del país, donde se concentraba la mayor demanda. Para ello se diseñó un Sistema de Transmisión adecuado y su interconexión.

Para 1993, el 90,1% del país estaba electrificado y una década después esta cifra se ubicó en 94,3%. Esto quiere decir que el Sistema de Transmisión que existe ahora en Venezuela es el mismo que se tenía antes de 1998. En los últimos 10 años, según la investigación realizada, poco se ha invertido en el SEN, y ésta es la principal causa de la crisis que atraviesa en la actualidad. El presente trabajo compila y analiza la información necesaria para emitir el **Diagnóstico del Estado Actual del Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela**, asumiendo este diagnóstico como un medio básico en la planificación y gestión de los proyectos necesarios para garantizar una óptima transmisión de la energía eléctrica a nivel nacional.

**Palabras Claves:** Diagnóstico, Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional, líneas de transmisión, generación, crisis, planificación, indicadores.  
Correo Electrónico: [dianamani@gmail.com](mailto:dianamani@gmail.com)

Tutor Académico: Msc. María Elena González.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES .....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
1.1. <i>Definición del Problema</i> .....	3
1.2. <i>Justificación</i> .....	3
1.3. <i>Objetivos</i> .....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEORICO .....	6
2.1. <i>Síntesis</i> .....	6
2.2. <i>Sistemas de Transmisión Eléctrico:</i> .....	7
2.2.1. <i>Definición:</i> .....	7
2.2.2. <i>Componentes:</i> .....	7
2.3. <i>Líneas de Transmisión</i> .....	9
2.3.1. <i>Tipos de líneas de transmisión:</i> .....	10
2.3.2. <i>Componentes de las líneas de transmisión:</i> .....	12
2.3.3. <i>Fallas más frecuentes en las líneas de transmisión:</i> .....	16
CAPITULO III.....	18
MARCO SITUACIONAL.....	18
3.1. <i>Reseña histórica del Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela:</i> ...	18
3.2. <i>Sistema Eléctrico Nacional:</i> .....	20
3.2.1. <i>Sistema Interconectado Nacional</i> .....	20
3.2.2. <i>Sistema de Transmisión Troncal</i> .....	24
3.2.3. <i>Problemáticas del Sistema Eléctrico en Venezuela</i> .....	25
CAPITULO IV .....	28
MARCO METODOLOGICO .....	28
4.1. <i>Metodología Empleada</i> .....	28

4.2.	<i>Diseño de la Investigación</i> .....	30
4.2.1.	<i>Elección del Tema</i> .....	32
4.2.2.	<i>Acopio de bibliografía básica sobre el tema</i> .....	32
4.2.3.	<i>Delimitación del tema de trabajo:</i> .....	33
4.2.4.	<i>Técnicas de Investigación a utilizar:</i> .....	33
4.2.5.	<i>Elaboración del esquema de trabajo:</i> .....	35
CAPITULO V .....		37
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		37
5.1.	Opinan los Expertos: .....	38
5.2. 1	<i>Evolución de la Capacidad Instalada vs. La Demanda Máxima del SEN:</i> ...	56
5.2. 2.	<i>Capacidad Instalada del SEN por fuente primaria</i> .....	59
5.2. 3.	<i>Generación, Intercambio y Consumo de Energía Neta del SEN</i> .....	61
5.3.	Comportamiento del Sistema de Transmisión del SEN .....	64
5.3.1.	<i>Evolución de la Red de Trasmisión del SEN</i> .....	65
5.3.2.	<i>Número total de Interrupciones por kilómetro de línea</i> .....	67
5.3.3.	<i>Tiempo Promedio de Interrupciones</i> .....	69
5.3.4.	<i>Tiempo Total de Interrupciones por kilómetro de línea</i> .....	70
5.4.	Indicadores del Funcionamiento del Sistema de Transmisión del SEN ..	71
5.4.1.	<i>Cumplimiento de la Planificación</i> .....	71
5.4.2.	<i>Número Total de Interrupciones por KM de Línea</i> .....	72
5.4.3.	<i>Tiempo Promedio de Interrupción (HRS)</i> .....	72
5.4.4.	<i>Tiempo Promedio de Interrupción por KM de Línea (HRS)</i> .....	73
CAPITULO VI .....		74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		74
6.1.	Conclusiones.....	74
6.2.	Recomendaciones.....	77
Referencias.....		78

---

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Relación de los elementos de un sistema eléctrico normal. ....	8
Figura 2-2 Línea de Transmisión Aérea. ....	10
Figura 2-3 Línea de Transmisión Simple Terna .....	11
Figura 2-4 Línea de Transmisión Simple Terna .....	11
Figura 2-5 Línea de Transmisión Doble Terna.....	11
Figura 2-6 Línea de Transmisión Doble Terna.....	11
Figura 2-7 Línea de Transmisión Multicircuito. ....	12
Figura 2-8 Componentes de la Línea de Transmisión. ....	13
Figura 2-9 Conductor Eléctrico. . ....	13
Figura 2-10 Herrajes para Transmisión de Energía.. ....	13
Figura 2-11 Aisladores Poliméricos. ....	14
Figura 2-13 Cable de guarda de fibra óptica. ....	14
Figura 2-14 Estructuras para Líneas de Transmisión.....	15
Figura 2-15 Fundaciones tipo pilotes. ....	15
Figura 2-16 Cable de guarda de fibra óptica. ....	16
Figura 3-1 Sistema Interconectado Nacional. ....	21
Figura 3-2 Sistema de Transmisión Troncal. ....	25

## INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 3-1 Evolución de la Generación 1985-2005. ....	27
Gráfica 5-1 Comportamiento de la Capacidad Instalada vs. La Demanda Máxima del SEN (MW) .....	58
Gráfica 5-2 Composición de la Capacidad Instalad del SEN (MW): Período 2005 a Noviembre del 2009. ....	61



Gráfica 5-3 Generación Intercambio y Consumo de Energía Neta del SEN (GWh)	63
Gráfica 5-4 Composición de la Energía Generada del SEN (GWh): Período 2005 a Noviembre del 2009. ....	64
Gráfica 5-5 Evolución de la Red de Transmisión del SEN (GWh): Período 2005 a Noviembre del 2009. ....	66
Gráfica 5-6 Frecuencia de Interrupción por KM de Línea: Período 2006 a Noviembre del 2009. ....	67
Gráfica 5-7 Indisponibilidad Programada del STEN: Período 2006 a Noviembre del 2009. ....	68
Gráfica 5-8 Indisponibilidad Forzada del STEN: Período 2006 a Noviembre del 2009. ....	69
Gráfica 5-9 Tiempo Promedio de Interrupción (HRS). Período 2006 a Noviembre del 2009. ....	70
Gráfica 5-10 Tiempo Total de Interrupción por KM de Línea (HRS). Período 2006 a Noviembre del 2009. ....	71

## INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1 Longitudes aproximadas del Sistema Interconectado Nacional.....	23
Tabla 5-1 Evolución de la Capacidad Instalada vs. La Demanda Máxima del SEN (MW): Período 2006 a Noviembre del 2009.....	57
Tabla 5-2 Composición de la Capacidad Instalada del SEN (MW): Período 2005 a Noviembre del 2009.....	60
Tabla 5-3 Generación, Intercambio y Consumo de Energía Neta del SEN (GWh): Período 2005 a Noviembre del 2009.....	62
Tabla 5-4 Longitud Total de Líneas del SEN (Km): Período 2006 - 2009.....	65



---

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de saber el origen de la crisis que atraviesa en la actualidad el Sector Eléctrico en Venezuela, y ver la relación de ésta con el estado en que se encuentra la red de transmisión nacional fue la causa principal que motivó al autor a escoger como tema de Trabajo Especial de Grado: ***“El Diagnóstico sobre el estado actual del Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela”***.

Este tema es vital para el desarrollo profesional del autor, así como para el desarrollo del país. El investigador quiso evaluar los resultados de la investigación desde el punto de vista de control de gestión, empleando para ello herramientas adquiridas en esta especialización.

En el ***capítulo I*** del presente trabajo de grado se plantean las motivaciones para realizar el ***“Diagnóstico del estado actual del Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela”***, el cual se convierte en el objetivo general de esta tesis. También se definen en este capítulo los objetivos específicos que sirven como materia prima para el desarrollo de los otros capítulos.

En el ***capítulo II*** se le da respuesta a los objetivos específicos uno y dos, respectivamente, mediante:

- La definición de los componentes del equipamiento de un Sistema de Transmisión Eléctrica.
- La descripción de los elementos, por orden de importancia, que afectan el Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela.

---

El desarrollo que ha sufrido el Sistema Eléctrico Nacional, desde sus inicios hasta la actualidad, es expuesto en el **capítulo III**, se hace una breve reseña histórica y se muestra como está dividido el Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional (STEN).

La presente investigación es de tipo **descriptiva**, basada en **fuentes documentales**, pero con un **trabajo de campo**, ya que se realizaron entrevistas no estructuradas para dar sustento a los resultados obtenidos en la revisión documental. Todo el basamento metodológico es desarrollado en el **capítulo IV** del presente trabajo.

Por último, en el Análisis de los Resultados, se da respuesta tanto al objetivo general **“Realizar el diagnóstico de la situación actual de la Red de Transmisión Eléctrica en Venezuela”**, como al objetivo específico número tres **“Identificar los indicadores que se deberán manejar como alarmas de la situación del sistema eléctrico del país, bajo el enfoque de Proyectos”**.

---

## CAPITULO I

### 1.1. *Definición del Problema*

La ***Necesidad de diagnosticar y evaluar el estado actual del sistema de transmisión eléctrico en Venezuela***, es la problemática que se quiere abordar en este trabajo. El problema de investigación planteado es de carácter práctico, y busca satisfacer una necesidad surgida últimamente en el sector eléctrico venezolano, debido al incremento periódico en la demanda de energía y la situación crítica que presentan las redes de transmisión del mismo.

### 1.2. *Justificación*

La prensa nacional y regional ha registrado en sus primeras páginas durante los últimos meses, varias interrupciones del sistema eléctrico en el país, lo que hace pensar que algo está pasando. Esta ***necesidad de saber qué ocurre***, fue una de las causas que llevó a la selección del tema propuesto, el cual aspira diagnosticar el estado actual del ***Sistema de Transmisión Eléctrico Venezolano***. Se pretende mantener una visión general de la situación y ahondar sólo en los aspectos más relevantes del tema propuesto.

Según cifras indicadas por Emilio López el (29/08/ 2008):

“cada año el sistema eléctrico interconectado debe sumar **1.000 megavatios** nuevos de potencia para atender el

---

crecimiento de la demanda nacional que es de **9 a 12%** interanual, pero a la fecha, no se hacen las inversiones para los proyectos que garanticen tal exigencia". (p.1).

De lo antes expuesto, y de los resultados obtenidos en la investigación, se puede asumir que no son casos fortuitos o aislados los que están apagando la luz, sino la falta de expansión y de mantenimiento de los sistemas que suministran el servicio de energía eléctrica en el país.

El reloj y el almanaque avanzan junto a la demanda que crece rápidamente. Venezuela está experimentando una crisis energética que ahora se empieza a notar en Caracas, porque los apagones son poco frecuentes y en la capital hasta hace pocos días no se realizaba racionamiento de electricidad. Sin embargo, el resto del país los vive, y principalmente en el occidente.

El estado **Falcón**, es particularmente vulnerable a los apagones eléctricos, y todos los que por un motivo u otro han estado allí lo han sufrido; **Mérida, Táchira, Trujillo y Barinas** no son la excepción, en ellos el racionamiento se ha convertido en parte integral de la vida de sus "ciudadanos". Lo que está ocurriendo en el occidente de Venezuela debería tomarse como una advertencia de lo que pudiera ocurrir en el resto del país, si no se da un mantenimiento adecuado ni se expande el sistema eléctrico, manteniéndolo a la altura de la demanda.

Este es un tema que además es importante para ampliar el campo de conocimiento del área donde se desarrolla profesionalmente el autor del presente Trabajo de Grado, lo cual lo motivó a realizar la investigación y a destinar gran parte de su tiempo a ella.

El tema seleccionado tiene vinculación con las líneas de investigación definidas por la **Universidad Monteávila**, para la Especialización de Estudio, específicamente la que se refiere a **"Proyectos de Control de Gestión"**. Ello queda evidenciado en la formulación de los **indicadores**

---

***adecuados***, que es la esencia del objetivo específico número tres del presente Trabajo de Grado.

### **1.3. *Objetivos***

- ***Objetivo general***

Realizar el diagnóstico sobre la situación actual de la Red de Transmisión Eléctrica en Venezuela.

- ***Objetivos Específicos***

1. Conocer los componentes del equipamiento de un Sistema de Transmisión Eléctrica.
2. Describir los elementos, por orden de importancia, que afectan el Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela.
3. Identificar los indicadores que se deberán manejar como alarmas de la situación del Sistema Eléctrico del país, bajo el enfoque de Proyectos.

---

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. *Síntesis.*

El suministro eléctrico es una de las formas más efectivas y económicas de conducir la energía primaria de los sitios donde puede obtenerse, hasta los lugares donde se requiere para ser convertida en formas de energía capaces de satisfacer las necesidades de los usuarios.

Con el objetivo de realizar una descripción de la situación actual de las líneas de transmisión eléctrica en el país, se analizaron las proyecciones de demanda de electricidad y se evaluó si el alcance de los proyectos a desarrollar en el futuro en esta materia, es suficiente para atender la demanda eléctrica en el país. Los datos para este estudio provienen de los diferentes informes de grandes empresas que desde el 31 de julio de 2007, conforman la **Corporación Nacional Eléctrica (CORPOELEC)**, y que hasta esta fecha funcionaban independientemente, como son la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico (CADAPE) y CVG Electrificación del Caroní, C.A (EDELCA). Estos datos se recopilaron hasta el 2008 en el informe anual de la **Oficina de Operación de Sistemas Interconectados (OPSIS)**, el cual genera una visión a nivel nacional del funcionamiento y eficacia de cada una de las empresas eléctricas del país.

En este capítulo del presente trabajo, se desarrollan y definen conceptos básicos como: ¿Qué es un Sistema de Transmisión Eléctrico?;



---

¿Cuáles son sus componentes? Se explica más ampliamente que son líneas de transmisión, sus características, componentes y las fallas más frecuentes que suelen presentar.

## **2.2. Sistemas de Transmisión Eléctrico:**

### **2.2.1. Definición:**

“Uno de los grandes problemas de **la electricidad** es que **no puede almacenarse**, sino que debe ser transmitida y utilizada en el momento mismo que se genera” (Wildi, 2007, p. 767). Para que ésto se realice, es necesario contar con un **Sistema de Transmisión de Energía Eléctrico** el cual se puede definir como el medio de conexión entre los consumidores y los centros de generación, y cuya función principal es la de permitir el intercambio de energía entre los involucrados a todo lo largo de su recorrido.

### **2.2.2. Componentes:**

Los principales componentes de un **Sistema o Red de Transmisión** son las **líneas de transmisión** y las **subestaciones**.

Una red se caracteriza por poseer diferentes niveles de voltaje de operación. Esta diversidad técnica necesaria, permite que el intercambio se dé en condiciones que minimicen las pérdidas de energía y de esta forma lograr el uso eficiente de la energía por parte de todos los integrantes del sistema eléctrico.

Toda Red de transmisión está compuesta por elementos tales como:

- La central eléctrica

- Los transformadores, que elevan el voltaje de la energía eléctrica generada a las altas tensiones utilizadas en las líneas de transporte
  - Las líneas de transmisión.
  - Las subestaciones donde la señal baja su voltaje para adecuarse a las líneas de distribución
  - Las líneas de distribución
  - Los transformadores que bajan el voltaje al valor utilizado por los consumidores (Wildi, 2007, p.708).
- La figura 2-1 muestra la interrelación de cada uno de esto elementos.

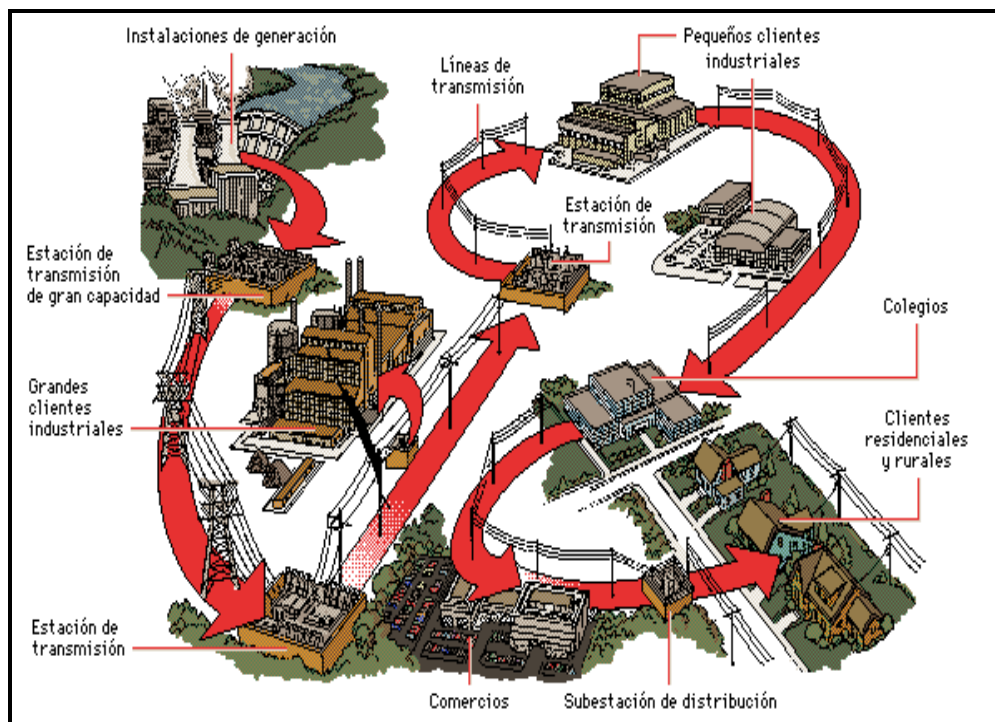


Figura 2-1 Relación de los elementos de un sistema eléctrico normal. Extraído de la pagina virtual <http://www.monografias.com>

Estos elementos en una instalación normal, se relacionan de la siguiente manera: los generadores de la **central eléctrica**

---

suministran voltajes de 26.000 voltios; voltajes superiores no son adecuados por las dificultades que presenta su aislamiento y por el riesgo de cortocircuitos y sus consecuencias. Este voltaje se eleva mediante **transformadores** (elevadores) a tensiones entre 138.000 y 765.000 voltios para la **línea de transporte** primaria (cuanto más alta es la tensión en la línea, menor es la corriente y menores son las pérdidas, ya que éstas son proporcionales al cuadrado de la intensidad de corriente).

En la **subestación**, el voltaje se transforma en tensiones entre 69.000 y 138.000 voltios para que sea posible transferir la electricidad al sistema de distribución. La tensión se baja de nuevo con **transformadores (reductores)** en cada punto de distribución. La industria pesada suele trabajar a 33.000 voltios (33 kilovoltios), y los trenes eléctricos requieren de 15 a 25 kilovoltios. Para su suministro a los consumidores se baja más la tensión: la industria suele trabajar a tensiones entre 380 y 415 voltios, y las viviendas reciben entre 220 y 240 voltios en algunos países y entre 110 y 125 en otros (Rivadeneira, 2008, p.2).

Para éste estudio sólo se tomarán en cuenta las **líneas de transmisión** y su situación actual en Venezuela.

### 2.3. Líneas de Transmisión

Tomando en cuenta lo expuesto por Rivadeneira y la experiencia propia del autor del presente Trabajo de Grado, se puede definir una **Línea de Transmisión**, como un conjunto de elementos que sirve para transmitir o guiar energía de un punto a otro, las cuales pueden ser de muchas formas y tamaños. Según el voltaje transportado pueden ser:

- **Líneas primarias:** entre (138.000 y 765.000 voltios)
- **Líneas secundarias:** entre (138.000 y 69.000 voltios)
- Cuando el voltaje es menor, se habla de **líneas de distribución**

A primera vista, se puede identificar el tipo de línea por el tamaño de las torres o apoyos, la distancia entre conductores, las largas series de platillos de que constan los aisladores y la existencia de un cable de guarda o un cable más fino que es la línea de tierra.



*Figura 2-2 Línea de Transmisión Aérea.* Colorado, D. Dossier Fotográfico.

### **2.3.1. Tipos de líneas de transmisión:**

Las **Líneas de Transmisión Eléctrica** pueden ser de dos tipos:

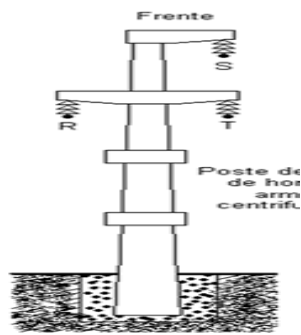
- **Aéreas:** Consisten en conductores desnudos, suspendidos en el aire.
- **Subterráneas:** Consisten en conductores aislados, ubicados bajo nivel.

Cuando se diseñan **líneas de transmisión eléctrica**, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

- La cantidad de energía activa que tiene que transmitir.
- La distancia a la que se debe llevar la energía.
- El costo (la línea aérea tiene un costo inicial entre 5 y 8 veces menor que el cableado subterráneo).
- Consideraciones estéticas, congestión urbana, facilidad de instalación y crecimiento de carga esperado.

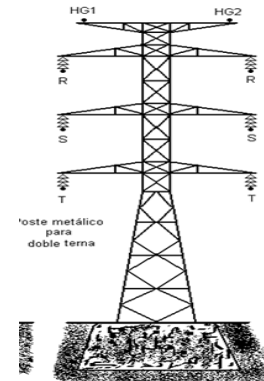
Tomado en cuenta estos aspectos, entre las líneas de transmisión aéreas encontramos tres tipos:

**Líneas de Transmisión Simple Terna:** Está formada por una terna que a su vez está constituida por tres fases de Conductores.

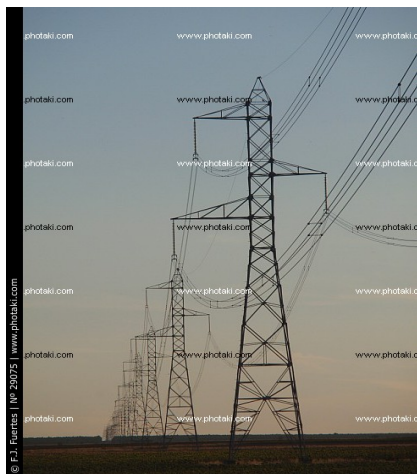


**Figura 2-3 Línea de Transmisión Simple Terna.**

**Líneas de Transmisión Doble Terna:** Está formada por dos ternas de tres fases de conductores, estas fases pueden ser de uno o múltiples conductores.



**Figura 2-5 Línea de Transmisión Doble Terna.**  
Wildi, T. 2007. (p.709).



**Figura 2-4 Línea de Transmisión Simple Terna.**  
Extraído de la Página Web de Andalucía imagen.



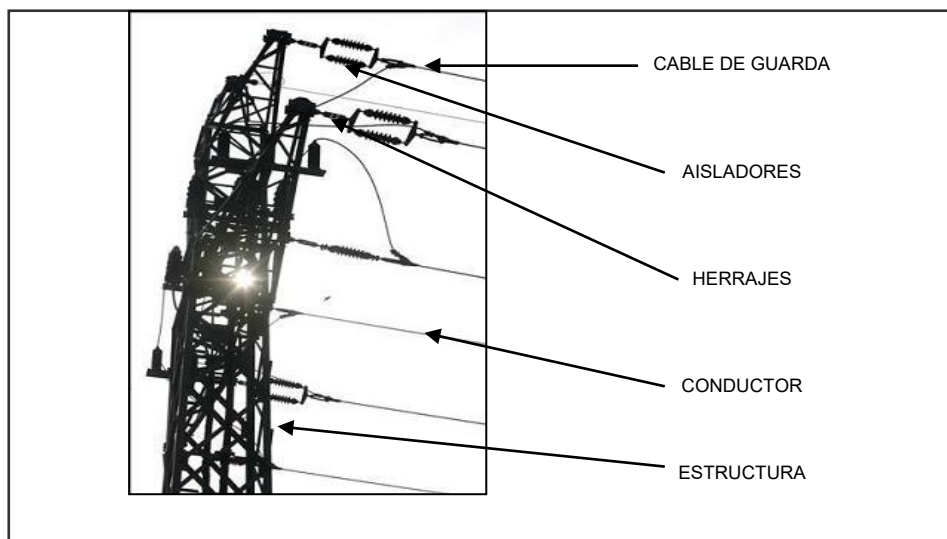
**Figura 2-6 Línea de Transmisión Doble Terna.**  
**Planta Centro – Isiro.**  
Colorado, D. Dossier

**Líneas de Transmisión Multi-circuitos:** Está constituida por más de dos ternas de conductores, cuyas fases pueden ser de uno o múltiples conductores.



*Figura 2-7* Línea de Transmisión Multicircuito. Colorado, D. Dossier Fotográfico.

### 2.3.2. Componentes de las líneas de transmisión:



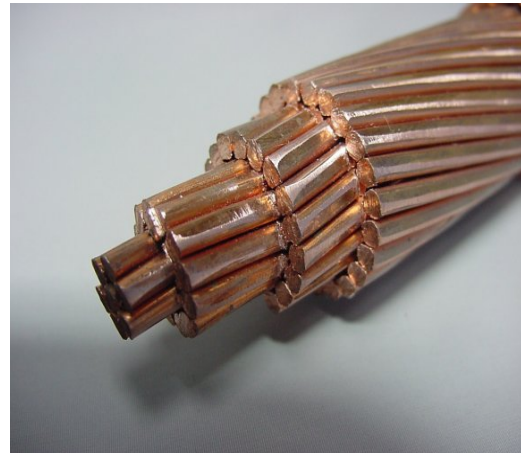
*Figura 2-8 Componentes de la Línea de Transmisión.* Extraído de la Página Web de Infolatam.

Los elementos que conforman las **líneas de transmisión** de alta tensión son:

- **Elementos Conductores**

- ✓ **Conductor:**

Es el componente que justifica la existencia de la línea, en rigor toda la obra se hace para sostenerlo. En transmisión de energía eléctrica los materiales utilizados son cobre, aluminio y aleación de aluminio.



*Figura 2-9 Conductor Eléctrico.* Extraído de la Página Web de jesmanzan5 wordpress.



*Figura 2-10 Herrajes para Transmisión de Energía.* Extraído de la Página Web de Industrial Mal-Jo.

- ✓ **Herrajes o morseteria**

Son los accesorios que sirven para fijar las cadenas de aisladores a las torres y los conductores a la cadena de aisladores.

✓ **Aisladores:**

Cumplen la función de sujetar mecánicamente el conductor manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores, es decir son los encargados de aislar eléctricamente el conductor de la torre, soportando la tensión en condiciones normales y anormales, y sobretensiones hasta las máximas previstas; Históricamente se han utilizado distintos materiales, porcelana, vidrio, y actualmente materiales compuestos, como los polímeros.



*Figura 2-11 Aisladores Poliméricos.*  
Extraído de la Página Web de Ingeluz.



*Figura 2-12 Aisladores de Porcelana.*  
Extraído de la Página Web de Ingeluz.



*Figura 2-13 Cable de guarda de fibra óptica.* Extraído de la Página Web de Condumex.

✓ **Cable de Guarda:**

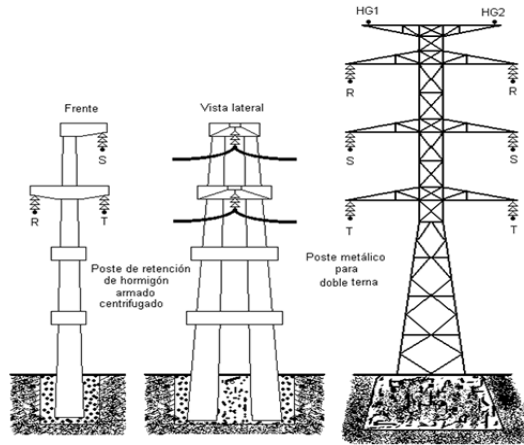
Se encarga de proteger la línea aérea de sobretensiones atmosféricas, se colocan en el extremo más alto de los soportes y se conectan mediante la misma estructura del soporte a tierra. En los últimos tiempos la fibra óptica ha venido a remplazar la función de la guaya de acero, que ha sido utilizada como hilo de guarda tradicionalmente.



- **Elementos Soporte**

- ✓ **Apoyos:**

Son las estructuras que soportan a los elementos conductores, pueden ser postes o torres de acero galvanizado.



*Figura 2-14 Estructuras para Líneas de Transmisión. Wildi, T. 2007.(p.796).*



- ✓ **Fundaciones:**

Están diseñadas para sustentar los elementos conductores y los apoyos; pueden ser tipo pilotes de concreto; tipo parrilla o tipo zapata.

*Figura 2-15 Fundaciones tipo pilotes. Colorado, D.*

✓ **Puesta a Tierra:**

Su función consiste en limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan llegar a presentar las masas metálicas; garantizar la actuación efectiva de las protecciones a personas y disminuir o anular el riesgo que supone algún tipo de avería en el material utilizado.



*Figura 2-16 Cable de guarda de fibra óptica. Extraído de la Página Web de Cigsac, c. a.*

La elección de cada uno de estos elementos, es de suma importancia para el buen funcionamiento y el máximo período de vida útil posible de la línea de transmisión, para ellos se debe tomar en cuenta lo dicho por Gil y Jiménez (2006):

Todos los elementos constructivos de una línea aérea deben ser elegidos, conformados, y construidos de manera que tengan un comportamiento seguro en condiciones de servicio, bajo las condiciones climáticas que normalmente es dado esperar, bajo tensiones de régimen, bajo corriente de régimen, y bajo las solicitaciones de cortocircuito esperables (p. 161).

### **2.3.3. Fallas más frecuentes en las líneas de transmisión:**

Aún cuando las principales fallas tienen su origen en las unidades generadoras, no serán tomadas en cuenta en el presente trabajo, ya que solo se hará referencia a los problemas que presentan las **líneas de transmisión**, los cuales pueden ser:

- **Caída de las líneas de transmisión:**

Éstas suelen suceder principalmente debido a **cortocircuitos** provocados por diversas causas, desde condiciones climáticas y contaminación de aisladores, hasta electrocución de aves.

Según lo expuesto por Vela (1978):

Para prevenir estas fallas, todas las líneas de transmisión deberían contar con sistemas de protecciones que frente a un cortocircuito en una fase, despejan la falla y reconectan automáticamente en tiempos cercanos a los 800 mili segundos, evitando la pérdida de suministro (p.123).

También se pueden dar interrupciones cuando el Sistema de **Puesta a tierra** de las líneas se ve afectado generalmente por descargas atmosféricas.

- **Caída de las torres soporte de las líneas de transmisión:**

En muchas ocasiones, las **estructuras** que soportan los elementos conductores, por algún evento externo (contaminación, viento, caída de árboles, etc), colapsan. Se debe tener en cuenta que según la tabla de **vida útil** de los bienes físicos de activos inmovilizados del Colegio de Ingenieros de Venezuela, la vida útil de los proyectos de líneas de transmisión se estima entre 25 y 30 años según la ubicación geográfica de la misma. Gran parte de las **Líneas de Transmisión** en Venezuela tienen más de 30 años.

Los imperfectos en las Centrales Generadoras son más controlables, debido a que tienen una ubicación fija, cuyas fallas se solucionan por reparación programada o forzada. En cambio, en las **Líneas de Transmisión** las perturbaciones son más frecuentes; por este motivo es conveniente que la solución de la falla se pueda hacer desde las centrales eléctricas, tal como es el caso de los sistemas interconectados.

---

## CAPITULO III

### MARCO SITUACIONAL

#### **3.1. *Reseña histórica del Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela:***

A lo largo de la evolución de la humanidad, uno de los temas que más ha ocupado al hombre ha sido la energía en todas sus formas y Venezuela no es la excepción. Desde finales del siglo XIX, se conoce el origen estructurado del Sistema Eléctrico Venezolano, cuando se constituyeron las primeras empresas de energía eléctrica, la mayoría de ellas de carácter privado. Las fechas y datos de los acontecimientos descritos a continuación fueron obtenidos del informe de la Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica (CAVEINEL). “Venezuela: 100 años de electricidad”

Esta reseña histórica comienza concretamente en 1886, cuando la municipalidad de Puerto Cabello firma el primer contrato de suministro eléctrico, pero el suministro en si comenzó a finales del siglo. En 1888, Maracaibo se convierte en la primera ciudad de Venezuela y la segunda de Sur América en tener un suministro eléctrico regular y continuado; un año más tarde el sistema eléctrico de Valencia comienza a operar. En julio de 1896, se pone en funcionamiento la primera planta hidroeléctrica del país, la cual tenía como función inicial alumbrar la plaza Bolívar de Barquisimeto; la ciudad de Caracas fue iluminada en 1897, por la segunda central Hidroeléctrica de América y una de las primeras del mundo.

---

En el siglo XX, con el inicio de la explotación del petróleo, se acelera la expansión del sistema eléctrico venezolano, el cual se basa fundamentalmente en el aprovechamiento de la energía hidráulica y es así como en 1933 entran en funcionamiento las plantas hidroeléctricas de Mamo, Caoma y Carapa, con una capacidad conjunta de 7.600 KW. En 1950, se inicia el Plan Nacional de Electrificación, el cual contempla la adquisición por parte de la Compañía Venezolana de Fomento, de numerosas empresas de suministro de electricidad que operaban en muchas partes del país de forma totalmente desordenada.

En esta década, el desarrollo de importantes proyectos económicos para Venezuela, los cuales demandaban grandes cantidades de energía, hizo que el gobierno nacional creara una oficina especial denominada para la época ***Comisión de Estudios para la Electrificación del Caroní***, la cual dependía directamente del Ministerio de Fomento. Esta comisión era la encargada de revisar todos los estudios efectuados hasta la fecha sobre el potencial energético del río, y define el primer anteproyecto de una central en el sitio denominado Macagua, cuya construcción comienza en 1956 y finaliza en 1959, con la entrada en funcionamiento de las primeras seis unidades de Macagua I, marcando un hito en la historia hidroeléctrica nacional, ya que tuvo gran significado para la región de Guayana, pues contribuyó en gran parte a crear un dinamismo que aun hoy en día no se detiene.

En 1963, después del éxito anotado por el ejecutivo nacional con la construcción y puesta en servicio de Macagua I, se da inicio a la construcción de la Central Hidroeléctrica de Gurí, la cual comienza a operar con las primeras diez unidades en 1968. Diez años más tarde concluye la primera etapa de Guri y se da inicio a la construcción de la etapa final, la cual concluye en 1986. Al finalizar la obra, la capacidad instalada de esa central es de 10.000 MW, la más grande del mundo en ese momento.

---

En 1968, las principales empresas (CADAFE, EDELCA y La Electricidad de Caracas) iniciaron negociaciones con el fin de interconectar sus sistemas, dando origen a lo que hoy día se conoce como **El Sistema Interconectado Nacional**. Con el ingreso de la Compañía de Energía Eléctrica de Venezuela (ENELVEN) en 1988, se configuró un sistema con un mayor alcance.

El proceso de nacionalización del sector eléctrico del país, comienza en 1976, cuando el Fondo de Inversiones de Venezuela, de propiedad estatal, adquiere las acciones mayoritarias de ENELVEN y ENELBAR, propiedad de una compañía canadiense. A finales del año 2000, el Gobierno Nacional anuncia su intención de privatizar nuevamente estas compañías, pero la situación política que se vivió en el país durante los primeros años de esta década, lo llevan a cambiar de opinión. Esta decisión fue postergada hasta el 31 de julio de 2007, cuando el gobierno crea la **Corporación Nacional Eléctrica (CORPOELEC)**, mediante el Decreto 5330, publicado en Gaceta Oficial 38736. De esta forma CORPOELEC se convierte en la empresa operadora estatal encargada de la realización de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de potencia y energía eléctrica.

### **3.2. Sistema Eléctrico Nacional:**

#### **3.2.1. Sistema Interconectado Nacional**

Tomando en cuenta lo publicado en la página virtual de EDELCA, se puede decir que:

Venezuela cuenta con un sistema de transmisión que interconecta los desarrollos hidroeléctricos construidos por EDELCA, en la región de Guayana, los cuales satisfacen los requerimientos de energía de los grandes

y medianos consumidores radicados en la zona, así como parte de los requerimientos del resto del país, el suministro se realiza mediante un sistema de transmisión que opera a 765 kV, 400 kV y 230 kV. Esta red de transmisión se interconecta a su vez con los sistemas eléctricos de empresas (que en la actualidad conforman a CORPOELEC) como son: la Compañía Anónima de Administración y Fomento Eléctrico (CADAFE), C.A. La Electricidad de Caracas, Energía Eléctrica de Venezuela (ENELVEN) y C.A. Energía Eléctrica de la Costa Oriental del Lago (ENELCO), quienes finalmente llevan el servicio eléctrico a sus clientes a lo largo de la geografía nacional. La operación del Sistema Interconectado Nacional (**S.I.N**), estuvo coordinada hasta el 2008, por la **Oficina de Operación de Sistemas Interconectados (OP SIS)**, que trabajaba de manera conjunta los Centros de Control y Despacho Regionales de las empresas que conforman este sistema. Hoy en día estas funciones son ejercidas por el **Centro Nacional de Gestión (CNG)**. En la figura 3-1, se puede observar como esta conformada la red de transmisión del **S.I.N**



Figura 3-1 **Sistema Interconectado Nacional**. Extraída de la Página Web de EDELCA.

---

La operación coordinada de estas empresas está destinada a cumplir objetivos de seguridad y economía mediante la realización de las siguientes funciones:

- Operación de la red troncal de transmisión a escala nacional (765, 400 y 230 kV).
- Coordinación de la operación de las unidades de generación y asignación de la reserva.
- Control de los niveles de voltaje.
- Coordinación de los trabajos de mantenimiento en la red troncal.
- Programación, control y facturación de los intercambios de potencia y energía entre las empresas.
- Realizar acciones correctivas en situaciones de emergencia.

En el sistema interconectado existen redes a 400 kV y 230 kV, cuya finalidad es enlazar las diferentes áreas de consumo entre sí, con los centros de generación, se pueden agrupar estas redes según su ubicación geográfica en tres sistemas, los cuales son:

- **Sistema oriental:** parte desde el Sistema Regional de EDELCA a 400 kV y llega hasta la subestación El Furrial 400/115 kV. El sistema de la Electricidad de Caracas se conecta al sistema interconectado mediante dos nexos de interconexión. Uno de estos nexos lo conforman dos circuitos a 230 kV que parten desde la subestación Santa Teresa 400/230 kV, y el otro nexo lo representa la conexión de los transformadores 765/230 kV de la subestación SUR.
- **Sistema central:** En él se diferencian dos redes a 400 kV, que no tienen interconexión entre sí. La primera red está representada por la interconexión a 400 kV entre las subestaciones San Gerónimo - Santa Teresa - Ciudad Lozada. La segunda red, a 400 kV en el sistema central, está conformada por las subestaciones La Horqueta, La



Arenosa, Planta Centro y Yaracuy. Estas subestaciones se encuentran interconectadas mediante líneas de transmisión a 400 kV y 230 kV.

- **Sistema occidental:** parte desde la subestación Yaracuy 765/400/230 kV, por medio de tres líneas a 400 kV y una a 230 kV hasta la subestación El Tablazo; dos líneas a 230 kV desde la subestación Yaracuy hasta las subestaciones Barquisimeto (Enelbar) y Cabudare. Para el suministro de Enelven, la red troncal atraviesa el Lago de Maracaibo mediante una línea simple terna a 230 kV desde la subestación El Tablazo hasta la zona occidental del Lago, así como la existencia de dos líneas a 400 kV que cruzan el Lago y permiten un nexo fuerte de interconexión entre la costa Oriental y la Occidental del lago de Maracaibo. Adicionalmente en la red occidental se encuentra otro sistema a 230 kV que tiene como objetivo alimentar la región andina, esta acción se lleva a cabo mediante la línea Morochas II – Buena Vista.

Existen cuatro puntos de intercambio de energía eléctrica a Colombia desde el Sistema Eléctrico Nacional, dos de ellos en los estados Apure y Táchira en 13.8 y 115 kV respectivamente, y una a 230 kV por el estado Táchira.

En la tabla 3-1 se puede ver las longitudes aproximadas de las líneas que conforman el Sistema Interconectado Nacional, según datos obtenidos de el informe anual 2008 de la OPSIS

**Tabla 3-1** Longitudes aproximadas del Sistema Interconectado Nacional.

Línea de Transmisión a 765 Kv.	2.083 Km.
Línea de Transmisión a 400 Kv.	3.606 Km.
Línea de Transmisión a 230 Kv.	5.794 Km.
Línea de Transmisión a 138 Kv. y/o 115 Kv.	311 Km.

*Nota.* Datos tomados de Informe anual 2008 de la OPSIS

---

### **3.2.2. Sistema de Transmisión Troncal**

El **Sistemas de Transmisión Troncal** fue diseñado por la necesidad de transportar grandes bloques de energía a largas distancias, y en niveles de voltaje muy elevados, utilizando subestaciones y líneas de extra alta tensión. Estos sistemas, por sus características, demandan requerimientos muy especiales para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

Según información aportada por la Página Web de EDELCA, esta compañía, con la finalidad de colocar parte de la energía hidroeléctrica generada en Guayana y exportar el resto a los centros de consumo distribuidos a lo largo del país, puso en operación en 1986 el sistema de transmisión troncal a 765 kV, que constaba de dos líneas de unos 630 kilómetros de longitud cada una, una subestación emisora en Guri, dos intermedias (Malena - Estado Bolívar y San Gerónimo - Estado Guárico) y dos subestaciones terminales: La Horqueta en el Estado Aragua y La Arenosa en el Estado Carabobo. Su ejecución permitió reforzar la Interconexión Eléctrica Nacional en forma considerable. En 1991 se puso en servicio la segunda etapa del sistema de transmisión a 765 kV, el cual representa en la actualidad la columna vertebral de la transmisión de energía a nivel nacional.

El recorrido del Sistema de Transmisión Troncal Nacional se puede observar en la Figura 3-2.

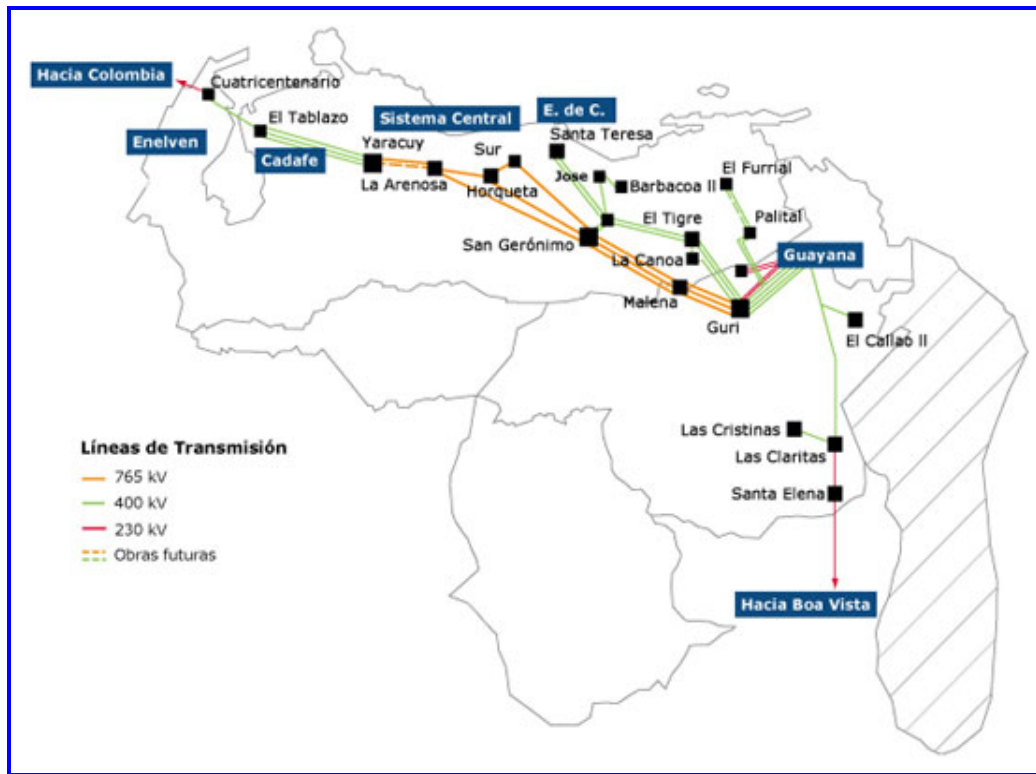


Figura 3-2 **Sistema de Transmisión Troncal.** Extraída de la página virtual de EDELCA.

### 3.2.3. Problemáticas del Sistema Eléctrico en Venezuela

En los últimos años, Venezuela está viviendo una serie de apagones a nivel nacional que por su frecuencia se están convirtiendo en costumbre. Cuando la situación se hace crónica, como está ocurriendo de manera generalizada en el país, (según artículos de prensa como el de López, E. del 30/04/2008; León, M. del 10/01/2010), se puede empezar a hablar de que se está entrando en una crisis.

Lo más delicado de este tema es que, según datos extraídos de los Informes Anuales de la Oficina de Operación de Sistemas Interconectados (2006 al 2009), la demanda ha crecido aceleradamente en los últimos años. Las redes de hoy manejan un 25% más electricidad de la que manejaban

---

hace una década, pero son esencialmente las mismas, con contadas excepciones.

Las líneas de transmisión que actualmente posee Venezuela fueron construidas en su mayoría en la década de los 70; se calcula que la vida útil de estas líneas es de 25 a 30 años y al revisar los planes de inversión y la planificación de las compañías eléctricas, podemos notar que no se están tomando las suficientes medidas para su remplazo.

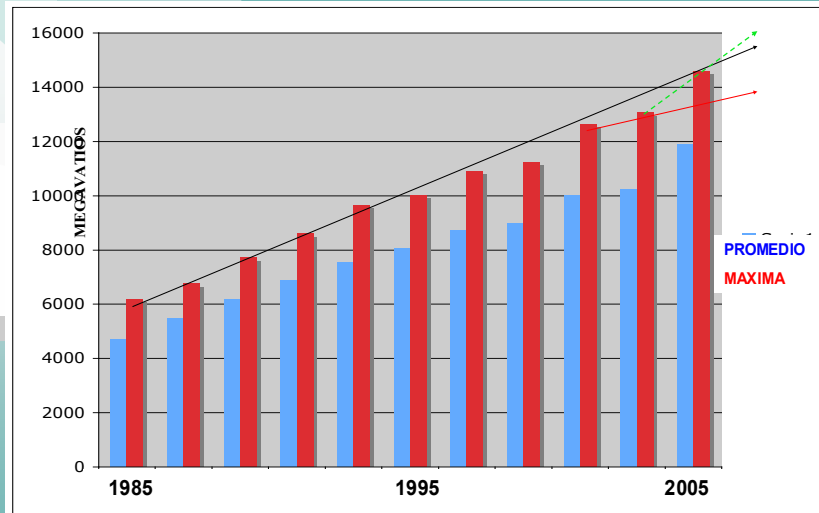
Hechos como el apagón del 28 de Abril del 2008, que afectó a más de la mitad del territorio nacional, dejan al descubierto el notorio abandono en el mantenimiento de la red de transmisión en Venezuela.

Una forma adecuada para situarse en el presente es la de examinar la evolución del suministro eléctrico en las últimas dos décadas (1995-2005), reflejada en la **gráfica 3-1**, y a partir de allí visualizar las probables tendencias hacia el futuro y ver los inconvenientes que podrían tener.

Tomando en cuenta lo planteado por Quintine Rosales (2005), en conferencia dada en el Colegio de Ingenieros de Caracas, se tiene que:

Un rápido examen de la gráfica permitirá determinar que durante el lapso bajo consideración, la demanda se incrementó en algo más de 8000MW, es decir alrededor de 400 MW/año, mientras que la carga promedio tuvo un crecimiento del orden de los 5000MW, equivalentes a 250MW/año. Puede observarse que durante los primeros diez años mostrados, la tendencia de crecimiento ha sido bastante uniforme, mientras que en los últimos diez, la tendencia ha sido bastante irregular. (p.1).

## EVOLUCION DE LA GENERACION 1985 - 2005



FUENTE: OPSIS

Gráfica 3-1 **Evolución de la Generación 1985-2005**. Extraída de la página virtual [http://www.acading.org.ve/docum/suministro\\_electrico\\_vzla.doc](http://www.acading.org.ve/docum/suministro_electrico_vzla.doc)

---

## CAPITULO IV

### MARCO METODOLOGICO

#### 4.1. *Metodología Empleada*

Para poder realizar una clasificación acertada del presente proyecto, fue necesario conocer los diversos tipos de investigación, ya que se puede obtener información sobre un mismo problema, empleando diferentes métodos y técnicas, propias de cada uno de estos métodos de investigación.

A continuación se definen la metodología que caracteriza el presente trabajo:

Según la fuente a consultar la *investigación* puede ser de dos tipos:

- ***Investigación de Campo:*** Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, (2003), la define como “el análisis sistemático de problemas en la realidad con el propósito bien sea para describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia...” (p.5). ***Con lo que se puede concluir, que en este tipo de estudio, los datos son tomados directamente del contexto donde se ubica el problema.***
- ***Investigación Documental:*** Se puede definir como parte esencial de un proceso de investigación científica, constituyéndose en una estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades (teóricas o no) usando para ello diferentes tipos de

---

documentos. Indaga, interpreta, presenta datos e informaciones sobre un tema determinado de cualquier ciencia, utilizando para ello, un método de análisis; teniendo como finalidad obtener resultados que pudiesen ser base para el desarrollo de la creación científica. Según Hernández Sampieri, “y otros”, 2003). esta investigación se caracteriza por:

- ✓ La utilización de documentos; recolecta, selecciona, analiza y presenta resultados coherentes.
- ✓ Utiliza los procedimientos lógicos y mentales de toda investigación: análisis, síntesis, deducción, inducción, etc.
- ✓ Realiza un proceso de abstracción científica, generalizando sobre la base de lo fundamental.
- ✓ Realiza una recopilación adecuada de datos que permiten redescubrir hechos, sugerir problemas, orientar hacia otras fuentes de investigación, orientar formas para elaborar instrumentos de investigación, elaborar hipótesis, etc.
- ✓ Puede considerarse como parte fundamental de un proceso de investigación científica, mucho más amplio y acabado.
- ✓ Es una investigación que se realiza en forma ordenada y con objetivos precisos, con la finalidad de ser base a la construcción de conocimientos.
- ✓ Se basa en la utilización de diferentes técnicas de: localización y fijación de datos, análisis de documentos y de contenidos.

En resumen, se puede entender a la investigación documental como un proceso de búsqueda que se realiza en fuentes impresas (documentos escritos). Es decir, se realiza una investigación bibliográfica especializada para producir nuevos asientos bibliográficos sobre el particular. **(p.59).**

---

Según (Danhke, citado en Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2003), la investigación o estudio, de acuerdo a su alcance, se puede clasificar en: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

- **Estudios Descriptivos:** “Los Estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de persona, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Danhke, citado en Hernández Sampieri “y otros”, 2003). (p.117).

Mariano Tamayo y Tamayo (1999), la define como:

La investigación descriptiva comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. (p.54).

En conclusión se puede decir que el objetivo fundamental de este tipo de investigación es la de recolectar datos que permitan establecer las características, propiedades y rasgos de mayor importancia del objeto estudiado.

#### **4.2. Diseño de la Investigación**

Para poder cumplir con los objetivos propuestos o dar respuestas a las preguntas de investigación planteadas, se debe seleccionar un diseño de investigación específico.

**Diseño No Experimental:** éste se puede utilizar cuando se realicen investigaciones en las cuales no se efectúe la manipulación intencional de las variables independientes. Este concepto es claramente definido por Kerlinger (2002) “En la **investigación no experimental** no es posible



---

manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o tratamientos” (p.420).

Básicamente, lo que se hace en la investigación no experimental es observar fenómenos, tal como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. En este tipo de investigación no es posible construir ninguna situación, por el contrario se observan situaciones ya existentes, ni se puede tener ningún tipo de control sobre las variables, por que ya sucedieron, al igual que sus efectos.

Los diseños no experimentales se pueden dividir, de acuerdo al número de momentos en el tiempo en los cuales se recolectan los datos en:

***Investigación Transicional o transversal:*** “recolecta datos en un sólo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (...). Es como tomar una fotografía de algo que sucede” Hernández Sampieri “y otros” 2003. (p.270).

***Investigación Longitudinal:*** Se utiliza cuando en el tema de la investigación es necesario analizar los cambios de los fenómenos a través del tiempo. Según la definición dada por Sampieri “y otros” (2003). Los diseños longitudinales son aquellos que “recolectan datos a través del tiempo en puntos o períodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. Tales puntos o períodos por lo común se especifican de antemano en el enfoque cuantitativo, y se van determinando conforme avanza el estudio en el enfoque cualitativo” (p.278).

Tomando en cuenta la naturaleza del Proyecto, los objetivos del estudio, la perspectiva de análisis y las técnicas a emplear, entre ellas la entrevista no estructurada, se puede concluir que la presente ***investigación*** será de tipo ***descriptiva***, de modo documental bibliográfica, pero con un componente de trabajo de campo y ***diseño no experimental Longitudinal***, con la cual se pretende abarcar, como su nombre lo indica, la descripción, registro, análisis

---

e interpretación del estado actual del **Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional**, basado en fuentes documentales.

#### **4.2.1. Elección del Tema**

El conocimiento previo del tema de estudio fue primordial en la elección del mismo, ya que se presume que hay un problema latente que debe ser evaluado y solucionado lo antes posible.

#### **4.2.2. Acopio de bibliografía básica sobre el tema**

En esta primera etapa, se trató de reunir la mayor cantidad posible del material publicado sobre el tema, tales como: artículos, estudios críticos, monografías, ensayos, documentos de archivo, libros, tesis, etc.

La obtención de la data necesaria para el desarrollo de la propuesta se extrajo de documentos tales como: los informes correspondientes a los años 2006, 2007, 2008 y la recopilación de los informes mensuales (Enero a Noviembre del 2009) de la **OPSIS**; Las estadísticas consolidadas del período comprendido entre el 2005-2007 de la **Cámara Nacional de la Industria Eléctrica Venezolana (CAVEINEL)**; la planificación de los proyectos principales publicada en la Página Web de CORPOELEC; información necesaria para saber como esta conformado el Sistema Troncal y el Sistema Interconectado Nacional, extraída de la Página Web de EDELCA y los criterios expresados por cada uno de los expertos entrevistados.

Se consultaron textos específicos, para tratar de explicar cómo está compuesto y cómo funciona un sistema de transmisión de energía eléctrico. El conocimiento previo del tema sirvió para realizar una lectura rápida del material recopilado, de la cual se extrajeron las ideas principales.

---

La consulta de textos específicos del área se hizo con la finalidad de poder armar el marco conceptual, y poder describir como está constituido y cómo funciona el **Sistema Eléctrico del país**.

#### **4.2.3. Delimitación del tema de trabajo:**

Después de la lectura rápida del material se delimitó el tema, ya que gracias a estas consultas se logró ver su dimensión y alcance, su aspecto formal y su complejidad, lo que llevó a reducir el campo de acción, que en una primera instancia se pensó en diagnosticar y dar soluciones a los posibles problemas encontrados.

El tema o problema quedó delimitado a la **Necesidad de Diagnosticar la situación de las Redes de Transmisión Eléctrica en Venezuela**.

#### **4.2.4. Técnicas de Investigación a utilizar:**

Las técnicas de investigación documental centran su principal función en todos aquellos procedimientos que conllevan el uso óptimo y racional de los recursos documentales disponibles en las fuentes de información.

La **entrevista** es la práctica que permite al investigador obtener información de primera mano. Ésta se puede llevar a cabo de forma directa, por vía telefónica, en sesiones grupales, etc. En este caso, se utilizó la forma directa, de tipo no estructurada.

Como se definió anteriormente, ésta investigación es de tipo **descriptiva**, con un componente fundamental en el análisis documental, pero con trabajo de campo, ya que en ella se hará uso de la **entrevista no estructurada**, como técnica para la recolección de datos que sirvan para dar respuesta al objetivo general **“Realizar el diagnóstico de la situación**

---

**actual de la Red de Transmisión Eléctrica en Venezuela”,** y como base para la solución del objetivo específico **“Identificar los indicadores que se deberán manejar como alarmas de la situación del sistema eléctrico del país, bajo el enfoque de Proyectos”,** del presente trabajo de grado.

Aún cuando la entrevista es no estructurada, se llevó una secuencia lógica en la formulación de las preguntas, que permitió tener unos resultados consistentes y coherentes. Este instrumento se aplicó a dos tipos de personas, diferenciados en Grupo I y Grupo II.

Grupo I: constituido por Gerentes y Líderes de Proyecto.

Grupo II: conformado por técnicos y supervisores.

Todos los entrevistados cuentan con una amplia trayectoria ya que se han desarrollado profesionalmente en el área de construcción y mantenimiento de líneas de transmisión. Esta segmentación se realizó con el objeto de ver cómo se percibe la situación actual del Sistema de Transmisión Eléctrico en el país, desde dos ópticas totalmente diferentes.

Los puntos que se abordaron a través de esta entrevista fueron:

***Perfil del Entrevistado:***

- Nombre de la Empresa donde trabaja
- ¿Qué cargo desempeña y cuántos años tiene en él?
- ¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?

***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional***

***(STEN):*** se realizó a través de las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál cree usted que son las causas principal de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?
2. ¿Qué opina sobre la situación actual del STEN?

- 
3. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?
  4. ¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?
  5. ¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?
  6. ¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?
  7. ¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN?
  8. ¿Cómo evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?
  9. ¿Cree usted que esto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?
  10. ¿Cuáles son las señales o variables más importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN?

Para dar respuesta al objetivo general ***“Realizar el diagnóstico de la situación actual de la Red de Transmisión Eléctrica en Venezuela”***, se tomaron en cuenta las respuestas obtenidas en las preguntas de la uno a la nueve.

Mientras que para la solución del objetivo específico número tres ***“Identificar los indicadores que se deberán manejar como alarmas de la situación del sistema eléctrico del país, bajo el enfoque de Proyectos”***, se evaluaron las respuestas a las preguntas uno y diez.

#### **4.2.5. Elaboración del esquema de trabajo:**

El esquema del proyecto consta básicamente de:

- Identificar el tema a desarrollar.

- 
- Búsqueda y recopilación de información.
  - Delimitación del tema.
  - Elaboración de Anteproyecto.
  - Lectura minuciosa de la bibliografía y de la información recabada.
  - Análisis de la información recopilada.
  - Análisis e interpretación de datos.
  - Realización de fichas de contenido y revisión del esquema.
  - Exposición del Problema planteado.
  - Redacción del Informe final.

---

## CAPITULO V

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para poder realizar el ***diagnóstico del estado actual del sistema de transmisión eléctrico nacional***, se llevó a cabo una evaluación de la data recopilada en los Informes anuales de la ***OP SIS*** (período 2006 a Noviembre del 2009); así como las estadísticas consolidadas del período comprendido entre el 2005-2007 de la ***Cámara Nacional de la Industria Eléctrica Venezolana (CAVEINEL)***, y el avance de los proyectos principales encontrados en la Página Web de ***CORPOELEC***.

Para el análisis de estos resultados, se consideró el contexto nacional, dentro del cual se estudió la evolución, perspectivas, recursos y problemática del SEN. Para ello, en primera instancia se evaluó la capacidad instalada y su composición; el comportamiento de la generación, intercambio y consumo de energía; la inversión y desarrollo de nuevos proyectos, para luego ver el comportamiento de la red de transmisión nacional, ya que todos estos aspectos influyen directamente en el estado actual del sistema de transmisión en Venezuela.

Con el objeto de sustentar los resultados obtenidos de esta investigación, se consultó la opinión de algunos expertos que se han desarrollado profesionalmente en esta área y que por su experiencia y conocimiento, aportaron información muy relevante al respecto.

## 5.1. Opinan los Expertos:

Se consultó la opinión de profesionales que se han desarrollado en el área de planificación, construcción y mantenimiento de líneas de transmisión, acerca de cómo perciben la situación actual del SEN, para de esta forma tener una visión más clara respecto al tema a desarrollar. Estas son sus opiniones:

### ❖ **Entrevista N° 1: Ing. José Mendoza**

- **Nombre la Empresa donde trabaja:** Serinel Ingenieros Consultores, S.A.
- **¿Qué cargo desempeña y cuantos años tiene en el?:** Desde hace Diez años, asumí la presidencia de la compañía.
- **¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?:** Tengo más de 40 años trabajado en este medio. Somos Proyectistas e Inspectores de Sistemas de Generación, Transmisión, Distribución e Iluminación. Aunque la compañía en la que trabajo es privada, como inspector he tenido que representar a compañías como EDELCA y a organismos como la OPSIS.

### ***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional (STEN)***

1. ***¿Cuál cree usted que son las causas principales de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?***

Sin duda alguna, la falta de planificación. La última planificación formal del SEN fue realizada en 1993. En ella se planificaba a corto, mediano y largo plazo. Es decir, se proyectaban las necesidades del SEN en un período que abarcaba de cinco a veinte años y se



---

ajustaba anualmente según su avance. La responsabilidad de la ejecución era de las múltiples compañías eléctricas del país, pero el seguimiento de ésta era responsabilidad de la OPSIS. Toda esta información quedaba plasmada en los informes anuales, los cuales yo conozco y no son exactamente como los que tú me enseñas, en éstos no se evalúa el sistema, simplemente se ajusta a la conveniencia del Estado.

***¿Pero si hubo una planificación en el 93 que abarcaba según usted 20 años, qué pasó con ella, por qué no se cumplió?***

Exactamente, el Plan de Inversión arrojado por esa planificación no se realizó.

En forma general este plan contemplaba los siguientes aspectos:

- Programa de mantenimiento y reparación: no se ejecutaron.
- La sustitución de equipos, asociada a la obsolescencia o porque se terminó su vida útil. No se hizo.
- La Ejecución de Proyectos para ampliar el SEN: los que se han ejecutado se han hecho a destiempo, pero la mayoría no se han realizado.

## ***2. ¿Qué opina sobre la situación actual del STEN?***

El SEN, en todas sus etapas (generación, transmisión y distribución) está pasando por un período crítico, el cual es consecuencia del abandono en que se le ha tenido. Las deficiencias que presenta la red de transmisión en el momento, no se alcanzan a ver en su verdadera proporción, debido a que la generación es deficiente, por ende el Sistema de Transmisión no tiene que responder al 100% de su capacidad. Si tuviera que hacerlo no estaría en capacidad, ya que no se hizo el mantenimiento ni las reparaciones indicadas. Las ampliaciones necesarias tampoco se

---

han realizado. En estos momentos se debería estar poniendo en marcha el cuarto sistema de transmisión a 800 kV el cual estaba planificado para los años 1983, 1993, 2003 y 2013. Revisa las estadísticas y verás que desde 1998 -1999 el sistema de transmisión a 800 kV es el mismo.

**3. *¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?***

La mala operación del SEN, lo cual es consecuencia de que las inversiones en mantenimiento y en ejecución de nuevos proyectos no fueron hechas a tiempo. No hay reflejo de ella.

**4. *¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?***

Cual planificación, es de lo que te he estado hablando no ha habido planificación, y ahora estamos sufriendo las consecuencias de ello.

**5. *¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?***

El problema es que no hay planes de inversión, se están poniendo “paños calientes” que no van a traer ninguna solución. Estas inversiones van a quedar diluidas en los próximos cinco años, porque no fueron planificadas debidamente, adelantándose a los acontecimientos, como es el deber ser, lo que se está tratando es de remediar un problema ya existente.

**6. *¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?***

Los Planes que se están ejecutando ni van a cubrir la demanda, ni van a repercutir como solución a la crisis que atraviesa el SEN, como te dije anteriormente.

**7. *¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN del país?***

---

La crisis que atraviesa actualmente el SEN es consecuencia directa del Sistema de Generación, que no es capaz de cubrir el 100% de la demanda. Por consiguiente, la capacidad del STEN no es requerida en su totalidad, lo cual le permite ocultar sus deficiencias, las cuales son grandes y cada día serán más graves ya que se le sigue teniendo totalmente desatendido.

**8. *¿Como evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?***

Es una medida contraproducente para la nación: la función de el Estado debe centrarse en controlar y supervisar y no en operar el SEN.

**9. *¿Cree usted que ésto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?***

Sí, definitivamente. El Estado quiere protagonismo, piensa que para controlar el SEN debe hacer todas las funciones y ha tomado la mayoría de las medidas, sin contar con el personal capacitado para éllo.

**10. *¿Cuáles son las señales o variables mas importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN?***

Lo primero que se debe hacer es una verdadera planificación. Una vez que se cumpla con ésto se debe hacer seguimiento para verificar que este Plan de Inversión se cumpla.

Si hablamos puntualmente del funcionamiento del STEN, se deben tomar en cuenta variables como: el crecimiento anual de la capacidad instalada, el tiempo promedio de interrupción y la disponibilidad anual de las líneas de transmisión que componen este sistema.

---

❖ **Entrevista N° 2: Gerente (Anónimo)**

- **Nombre la Empresa donde trabaja:** Filial de CORPOELEC.
- **¿Qué cargo desempeña y cuantos años tiene en él?:** Gerente de Departamento. Como en los últimos tiempos ha habido una alta rotación, tengo sólo un año a cargo de este departamento, pero como Gerente de esta compañía llevo más de 10 años.
- **¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?:** Hace más de 23 años que comencé a trabajar como ingeniero de proyectos en el área de líneas de transmisión eléctrica, también he sido jefe de Departamento y Gerente en la misma área.

***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional (STEN)***

**1. ¿Cuál cree usted que son las causas principales de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?**

No se han tomado las previsiones en el sistema de generación a fin de prever plantas de generación termoeléctrica, que respalden la generación hidroeléctrica y, de esta manera, preservar la confiabilidad del sistema.

**2. ¿Qué opina sobre la situación actual del STEN?**

En términos generales el Sistema de Trasmisión Eléctrico requiere de inversiones a nivel de mantenimiento de la infraestructura existente y ampliación del mismo a fin de darle salida a la generación futura. Si esto no se hace, una vez superada la coyuntura de la generación, tendremos un sistema de transmisión bastante deficiente.

**3. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?**

---

Para mí cualquier problema que pueda presentar el STEN, es consecuencia directa de la falta de inversión en la ampliación del sistema y la falta de mantenimiento del mismo.

**4. *¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?***

La planificación ha sido adecuada, pero no se han hecho las inversiones a las cuales apunta esa planificación y el desarrollo tampoco ha tenido inversiones.

**5. *¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?***

De años anteriores tenemos varios proyectos que se tienen previsto terminar este año, tales como:

Línea de Transmisión la Arenosa – Yaracuy a 800 kv; Ampliación de los patios de la Subestación Macagua II a 115/13,8 Kv y a 400 Kv; Ampliación de la Subestación El Furrial a 400/230 Kv para la instalación provisional del segundo autotransformador a 400/230 Kv; Ampliación de la Subestación Palita – Barrancas a 115 Kv.

Para este año se tienen previsto varios proyectos como son:

Ampliación de las Subestaciones Sur – Aeropuerto, Olivos y Ordaz a 115 Kv; Adecuación de la Subestación Bolívar a 34,5 Kv; Líneas y subestaciones asociadas a Tocomá.

**6. *¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?***

Sí, mientras se haga el desarrollo y se terminen estos proyectos, ayudará a cubrir la demanda actual.

**7. *¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN del país?***

Aún cuando hay una relación directa del estado de los activos del STEN, no ha sido lo medular en la falta de generación de los megavatios requeridos.

**8. *¿Cómo evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?***

La nacionalización es una situación que, si no se cuenta con las competencias técnicas en el sector público, redundará en las deficiencias del servicio y en el desarrollo tecnológico del sistema.

**9. *¿Cree usted que esto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?***

Sí tiene relación, ya que los servicios públicos hay que atenderlos con visión de servicio y no rentista, además se debe contar con el recurso humano capacitado y creo que la situación actual refleja claramente que este punto no fue bien evaluado.

**10. *¿Cuáles son las señales o variables más importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN.?***

Se debe hacer seguimiento de los planes y proyectos que se desarrollan y de cómo se está comportando el sistema, lo cual lo podemos medir por indicadores tales como: las horas y número de paradas de las líneas de transmisión y el tiempo de inoperabilidad de las mismas.

**❖ Entrevista N° 3: Técnico (Anónimo)**

- ***Nombre la Empresa donde trabaja:*** Filial de CORPOELEC.
- ***¿Qué cargo desempeña y cuantos años tiene en él?:*** Jefe de Departamento, con cinco años en el cargo actual.
- ***¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?:*** Tengo 20 años trabajando como supervisor de obra en el área de construcción de subestaciones eléctricas de mediana y alta tensión.

## ***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional (STEN)***

**1. *¿Cuál cree usted que son las causas principales de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?***

Una combinación de varias cosas: en primer lugar la falta de inversión, en segundo lugar, la falta de planificación y, por último, falta de mantenimiento de los sistemas del SEN.

**2. *¿Qué opina sobre la situación actual del STEN?***

El Sistema de Trasmisión Eléctrico Nacional se encuentra en una situación crítica y, para solucionar esta crisis, se necesitan proyectos a largo plazo.

**3. *¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?***

La falta de inversión y la falta de mantenimiento son los principales problemas del SEN.

**4. *¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?***

Prácticamente no ha habido planificación y el desarrollo no ha sido el adecuado, por la falta de inversión.

**5. *¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?***

Para este año debemos poner en marcha la Ampliación de los patios de la Subestación Macagua II a 115/13,8 Kv y a 400 Kv: Ampliación de la Subestación El Furrial a 400/230 Kv para la instalación provisional del segundo autotransformador a 400/230 Kv; Ampliación de la Subestación Palita – Barrancas a 115 Kv.

Además, se deben comenzar a realizar otros proyectos como son: La Ampliación de las Subestaciones Sur – Aeropuerto, Olivos y Ordaz a 115 Kv; Adecuación de la Subestación Bolívar a 34,5 Kv;

---

Esto referente a la parte de transmisión, relacionado con subestaciones. Se deben también tomar en cuenta los proyectos de líneas de transmisión.

**6. *¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?***

No, no son suficientes. Se necesita mayor inversión en los proyectos para cubrir la demanda actual. De hecho, los proyectos que te mencioné son el producto de medidas para solucionar problemas de operación del sistema, y no consecuencia de una planificación para sostener el crecimiento del SEN, como debería ser.

**7. *¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN del país?***

La relación principal sería la falta de inversión, pero debido a que la causa principal de esta crisis se debe a la poca generación, se podría decir que la deficiencia del STEN no influye directamente en ella, ya que no es requerido al 100%.

**8. *¿Cómo evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?***

Una nacionalización bien evaluada y sustentada en un sistema crítico podría ser una solución. Para ello, se debe contar con personal adecuado y capacitado en el sector público, ya que en el privado se tenía. Creo que estas premisas no se tomaron en cuenta para tomar la decisión de nacionalizar el SEN.

**9. *¿Cree usted que ésto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?***

Sí, creo que no era el momento más adecuado para tomar esta decisión. Con ella se generó un movimiento de personal clave, que no fue evaluado previamente, el descontrol que todo cambio lleva,



---

vino a generar aun más caos en la situación, aun hoy día el manejo de los proyectos no es del todo claro, son muchos los órganos involucrados. Se podría decir que hay muchos caciques y pocos indios y lo peor de esto, es que los caciques no cuentan con las competencias necesarias para poder llevar a cabo los cambios que necesita el SEN.

**10. *¿Cuáles son las señales o variables más importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN?***

Lo primero que se debe controlar es que los planes de inversión sean ejecutados, lo demás se puede ver con indicadores como horas de parada y disponibilidad total del sistema.

**❖ Entrevista N° 4: Ingeniero de Proyectos (Anónimo)**

- ***Nombre la Empresa donde trabaja:*** Filial de CORPOELEC.
- ***¿Qué cargo desempeña y cuantos años tiene en el?:*** Tengo cinco años como Jefe de Departamento.
- ***¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?:*** Llevo trabajando 10 años como Ingeniero de Proyecto en el área de Transmisión Eléctrica en subestaciones de mediana y alta tensión y en líneas de transmisión.

***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional (STEN)***

**1. *¿Cuál cree usted que son las causas principales de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?***

Son muchas y variadas, entre las cuales destacan:

---

Falta de inversión oportuna y eficaz en las áreas de generación termoeléctrica, transmisión y distribución.

Deficiencias en la planificación a mediano y largo plazo del STEN en los últimos ocho años.

Fallas en el mantenimiento de sistemas de generación térmica existente.

Poca disponibilidad operativa de la totalidad del parque de generación termoeléctrica instalado en el país.

Poca cultura de ahorro de energía por parte de los consumidores.

Bajas tarifas del servicio eléctrico a todos los niveles.

Alto nivel de pérdidas técnicas debido al hurto de energía.

Bajo índice de facturación en algunas de las empresas (ejemplo CADAFE). Sólo se factura la mitad de la energía entregada a nivel residencial.

**2. *¿Qué opina sobre la situación actual del STEN?***

Es delicada, se está exigiendo al sistema el máximo de su capacidad de transmisión, lo cual ante una contingencia simple del sistema troncal (800 kV) conlleva a grandes botes de carga, en el peor caso, a fallas que afectan a nivel nacional.

**3. *¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?***

Los mismos indicados en la pregunta N° 1.

**4. *¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?***

Considero que ha podido ser más efectivo y estimar con mayor exactitud los escenarios de demanda en los años futuros para acometer obras que sirvan por lo menos para 20 ó 30 años, sin mencionar el hecho de la falta de recursos financieros para acometer las obras indicadas en el plan de inversiones.

**5. *¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?***

Yo estoy manejando los mismos proyectos que el año pasado, que deben ser concluidos este año, la verdad es que el total tendría que consultarlo para responder, pero en proporción son los míos multiplicados por tres.

**6. *¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?***

Estos proyectos contribuyen a mejorar la capacidad del sistema de transmisión de energía a las diferentes zonas del país (Oriente, Occidente, Sur), sin embargo, el principal problema lo constituye el déficit de generación termoeléctrica, lo que conlleva a suplir ese déficit con la energía eléctrica de las plantas del bajo Caroní (especialmente Guri), por lo que disminuye aún más el nivel de la cota del mismo, dado que se turбина o gasta más agua de la que los afluentes aportan al embalse. Seguimos teniendo déficit en la inversión de nuevos proyectos que de verdad solucionen el problema.

**7. *¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN del país?***

Las deficiencias en los sistemas de transmisión constituyen una de las causas de la crisis del sector, sin embargo, como expliqué en el punto anterior, el mayor problema en la actualidad es de generación de energía eléctrica.

**8. *¿Como evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?***

Gran parte del sistema eléctrico nacional (plantas, líneas y subestaciones) ya pertenecían al Estado venezolano y eran operadas por EDELCA y CADAPE. Ahora bien, las recientes nacionalizaciones (EDC, Elevel, Seneca, Etc.) no considero que

---

hayan sido satisfactorias, dado que los problemas existentes en estos sistemas se han agravado, además de que el Estado venezolano invirtió una cantidad importante de recursos económicos que hubieran podido servir para acometer obras de infraestructura (plantas y/o subestaciones) requeridas en el sector eléctrico.

**9. *¿Cree usted que esto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?***

Sí, por lo que te explique anteriormente, los recursos que el estado invirtió en adquirir esas compañías, podrían haber sido invertidos en proyectos vitales para salir de la crisis que atraviesa el SEN. Aunado a esto, también se creó una crisis interna por el manejo de CORPOELEC, que aún no se ha solucionado del todo.

**10. *¿Cuáles son las señales o variables más importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN?***

Para verificar el buen funcionamiento del STEN, se debe hacer seguimiento a la planificación, así como a parámetros de buen funcionamiento como son las horas totales de interrupción del sistema y el número promedio de fallas del mismo.

**❖ Entrevista N° 5: José Bozo (Técnico)**

- ***Nombre la Empresa donde trabaja:*** CORPOELEC.
- ***¿Qué cargo desempeña y cuantos años tiene en el?:*** Llevo más de 10 años como Jefe de zona en el departamento de planificación y mantenimiento de líneas de transmisión de la Electricidad de Caracas.

- ***¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?:*** Hace más de 20 años, que ingresé a la compañía como liniero, seguí estudiando y de esta manera fui surgiendo profesionalmente hasta llegar al cargo actual. El Departamento en el que trabajo es el encargado de realizar el mantenimiento y reparación de las líneas existentes.

***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional (STEN)***

1. ***¿Cuál cree usted que son las causas principales de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?***

Creo que todo se debe a la falta de una adecuada planificación, que trae como consecuencia una mala inversión y un abandono en el mantenimiento del STEN.

2. ***¿Que opina sobre la situación actual del STEN?***

Estamos pagando las consecuencias de no haber tomado las medidas necesarias en el momento oportuno. Es delicado el momento por el que atraviesa el SEN y no veo una solución efectiva sustentable en el tiempo.

3. ***¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?***

El principal problema es la falta de mantenimiento del Sistema de transmisión Eléctrico, el cual es consecuencia de la falta de recursos. Le voy a contar algo, durante el tiempo que la EDC se desempeñó como empresa privada, nosotros anualmente teníamos nuestro plan de mantenimiento y en los almacenes de la compañía se contaba con todos los materiales necesarios para llevar a cabo este plan; desde que formamos parte de CORPOELEC, este inventario prácticamente ha desaparecido y el mantenimiento periódico de las líneas también, últimamente nos dedicamos a resolver las fallas (mantenimiento correctivo).

---

El segundo sería la falta de inversión en nuevos proyectos. La mayoría de las líneas de transmisión del país ya cumplieron su vida útil, yo no he visto planes que contemplen su sustitución.

**4. *¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?***

No tengo acceso a la planificación formal del STEN, pero le puedo decir que no la hay o por lo menos no llega hasta nuestro Departamento.

**5. *¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?***

No, tampoco tengo acceso a esa información.

**6. *¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?***

No se cuál es la inversión estimada, lo que si se, es que no es la adecuada, por que no se está invirtiendo en el mantenimiento del sistema, ni generando proyectos a mediano y largo plazo. Sólo se le está dando prioridad a los proyectos inmediatos que ayuden a salir de la crisis en que se encuentra el SEN.

**7. *¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN del país?***

Yo creo que mucha. Al STEN no se le está prestando la atención debida, y a medida que avanza el tiempo sus deficiencias se hacen más visibles. En la actualidad no se toma mucho en cuenta el STEN ya que la causa mayor de la crisis se encuentra en la generación y no se dan cuenta, que el STE es una bomba de tiempo.

**8. *¿Cómo evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?***

Creo que si el gobierno creía que ésta era la solución para resolver el problema del SEN se equivocó, la transición y acoplamiento de

---

las compañías no se ha terminado y en estos años se ha visto un vacío de poder que trae como consecuencia atrasos en los proyectos a ejecutar.

**9. *¿Cree usted que esto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?***

Sí, ya se lo dije. La nacionalización, a mi parecer trae más obstáculos que ventajas, aunado a las que ya le dije está la falta de pertinencia de parte del personal que lleva a cabo los proyectos, el cual no fue evaluado adecuadamente, y creo que no cuenta con las credenciales necesarias.

**10. *¿Cuáles son las señales o variables más importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN.?***

Si queremos ver como funciona el sistema se deben tomar en cuenta indicadores como lo son: el tiempo de parada y el número de fallas del sistema.

❖ **Entrevista N° 6: Ing. Rodolfo Ruiz.**

- ***Nombre la Empresa donde trabaja:*** CADAFE.
- ***¿Qué cargo desempeña y cuantos años tiene en el?:*** Tengo un año desempeñándome como Gerente encargado del Departamento de Líneas y Subestaciones de CADAFE.
- ***¿Cuál ha sido su experiencia y trayectoria en el sector eléctrico nacional?:*** Empecé en el sector hace más de 25 años como ingeniero inspector en la construcción de líneas de transmisión eléctrica y subestaciones. Desde hace más de 15 años he estado a cargo de la selección e inspección de los materiales y equipos necesarios para la realización de estas obras.

---

***Evaluación del Sistema de Transmisión Eléctrico Nacional  
(STEN)***

**1. *¿Cuál cree usted que son las causas principales de la crisis que atraviesa el Sector Eléctrico Nacional?***

Falta de inversión para la construcción de Plantas Térmicas de Generación, así como para la adecuación de la red de transmisión y, por último, la falta de mantenimiento de las infraestructuras del SEN.

**2. *¿Qué opina sobre la situación actual del STEN?***

Existe una falta de coordinación entre las filiales de Corpoelec para acometer la ejecución de los proyectos de generación, transmisión y distribución, y no se hizo el mantenimiento adecuado, lo que ha generado un deterioro en la infraestructura del sistema.

**3. *¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta el STEN?***

Son varios pero creo que el principal problema es la falta de inversión. De éste se derivan los demás, ya que si no se cuenta con los recursos no se puede mantener una infraestructura operativa al 100 por ciento. Otro problema es la asignación de divisas para las contratistas que llevan a cabo las obras del sector eléctrico, al no tener acceso a ellas, estas empresas no culminan los proyectos a tiempo, y en los tiempos de crisis que se viven, estos retrasos generan muchos inconvenientes.

**4. *¿Cree usted que la planificación y desarrollo del STEN ha sido el adecuado?***

La planificación fue la adecuada, pero no se llevó a cabo por falta de inversión.

**5. *¿Conoce los planes de inversión de este Sistema?***



---

Los proyectos que actualmente estamos llevando en la división donde trabajo son: Subestaciones de Transmisión y Líneas de Transmisión asociadas a la planta de generación de 300 MW en San Diego de Cabrutica; Desvío de la Línea de Transmisión a 115 Kv doble Terna Barinas I S/E Las Flores a S/E CAAEZ, así como otros proyectos menores para la ampliación y mejoras del STEN.

**6. *¿Cree usted que son suficientes para cubrir la demanda actual?***

No. Estas inversiones que se están haciendo en la actualidad son necesarias para dar respuesta a la crisis que atraviesa el SEN, pero en realidad no se está tomando en cuenta una planificación e inversión a largo plazo para mantener debidamente este sistema.

**7. *¿Qué relación existe entre la crisis del sector eléctrico nacional y el estado en que se encuentra el STEN del país?***

Actualmente la coyuntura del problema es el Sistema de Generación. Al no estarse generando toda la carga necesaria, el STEN se ve favorecido, ya que no es requerido el cien por ciento de su capacidad. Cuando esta situación cambie, se verá la verdadera magnitud de la insuficiencia de este sistema para transportar la carga requerida.

**8. *¿Cómo evalúa usted la nacionalización del Sector Eléctrico Nacional?***

La forma en que se hizo no fue la adecuada. Como te dije al principio, existe una falta de coordinación y un vacío de autoridad entre las filiales de CORPOELEC, para acometer los Proyectos de generación, transmisión y distribución de energía, lo que genera atrasos en estos proyectos.

**9. *¿Cree usted que ésto ha tenido algo que ver con la crisis que atraviesa actualmente este sector?***

---

Por supuesto, ésto ha traído una serie de inconvenientes y confrontaciones, ya que se ha incorporado personal en cargos claves que no cuenta con la experticia y pertinencia requerida.

**10. ¿Cuáles son las señales o variables más importantes que se deben tomar en cuenta para el seguimiento y control del funcionamiento del STEN?**

Se deben tener indicadores que muestren como es el desempeño del sistema, tales como promedio de tiempo de parada, el número de fallas del sistema, las causas de estas fallas y lo más importante, el seguimiento de la planificación de los proyectos.

**5.2. Comportamiento del Sistema de Generación del SEN**

La red de transmisión es uno de los componentes del **Sistema Eléctrico Nacional** (SEN), es por ello que no se podría realizar un diagnóstico efectivo del **Sistema de Transmisión Nacional**, sin evaluar el desempeño de otro de los componentes del sistema como es la generación. Las variables más importantes a tener en cuenta para ver cómo se comportó el sistema de generación durante el período 2006-2009, se indican a continuación:

**5.2.1 Evolución de la Capacidad Instalada vs. La Demanda Máxima del SEN:**

La tabla 5.1 muestra que el SEN incrementó su **capacidad instalada** en un promedio interanual de **2,1%** durante el período 2006-2009, lo que representa una variación de **477,70 MW** adicionales cada año. Por su parte, el crecimiento promedio interanual de la **demanda máxima** durante este mismo período fue

de **2,90%**, que representa un consumo adicional de **484,49 MW** cada año.

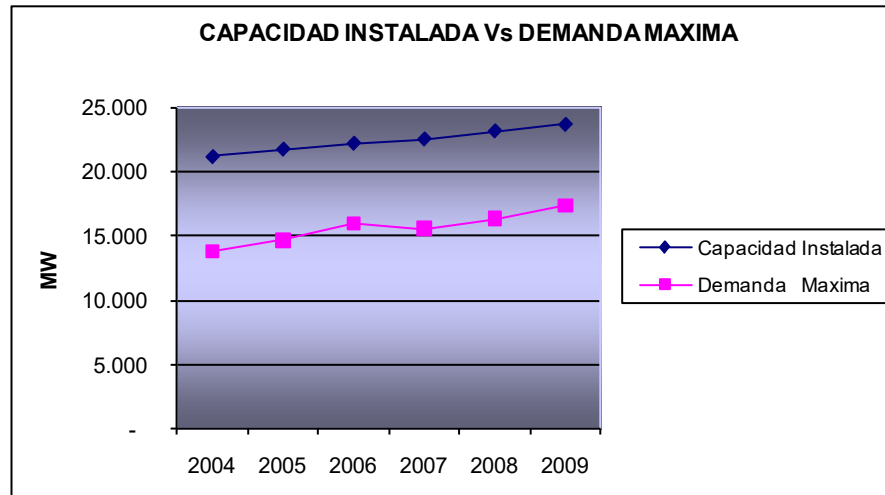
**Tabla 5-1** Evolución de la Capacidad Instalada vs. La Demanda Máxima del SEN (MW): Período 2006 a Noviembre del 2009.

AÑO	2006	2007	2008	2009	Variación Pro.Inter anual (%)
Capacidad Instalada	22.216	22.540	23.154	23.649	2,1
Demanda Máxima	15.945	15.551	16.351	17.337	2,9

*Nota.* Datos tomados de los Informes anuales de la OPSIS.

Según estos datos, el crecimiento interanual de la capacidad instalada del SEN, que la coloca para Noviembre del 2009 en **23.649 MW**, es suficiente para cubrir el pico máximo de la demanda registrada durante el mismo período que asciende a **17.337MW**.

Esta perspectiva dista mucho de las opiniones de los expertos entrevistados ya que, para la mayoría, una de las principales causas del problema eléctrico es la falta de inversión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, que no permiten que ellas puedan operar en un momento determinado al máximo de su capacidad.



Gráfica 5-1 **Comportamiento de la Capacidad Instalada vs. La Demanda Máxima del SEN (MW):** Período 2004 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

Si se analiza el comportamiento de la capacidad instalada Vs. la demanda máxima mostrada en la Gráfica 5-1, se puede ver que:

**La capacidad instalada** ha mantenido un crecimiento constante, que sólo se ha visto modificado por un ligero aumento en el 2008, producto de la entrada en servicio de 234 MW. de generación distribuida, como parte del programa **Revolución Energética**, emprendido por el SEN para hacer frente a la crisis del sector. De acuerdo a las cifras de los proyectos que se llevaron a cabo durante el 2009 y las planificadas para el 2010, que se pudieron conseguir, no se refleja un incremento que pudiera aumentar el promedio interanual del 2,1% de la capacidad instalada reflejado en los últimos 5 años.

**La demanda máxima** muestra un comportamiento menos uniforme que el registrado por la capacidad instalada, presentando unas variaciones importantes a las reflejadas en el promedio interanual calculado para este período. De acuerdo al Informe anual 2007 de

---

la OPSIS, el promedio interanual de 2,9% de la demanda máxima registrada en el período 2006 – 2009, se vio afectado en gran parte por el decrecimiento del 2,47%, que la demanda máxima sufrió en el 2007, debido a la puesta en marcha del **Plan Revolución Energética**, que contempló la sustitución de 68.000 bombillos incandescentes por bombillos ahorradores de energía, logrando una disminución en la demanda en las horas pico de 1.800 MW. Excepto este año (2007), el promedio de los demás años supera al promedio registrado en el período. De seguir con esta tendencia en los próximos seis años, la capacidad instalada del SEN no será suficiente para satisfacer la demanda máxima del mismo.

Según lo expresado por los entrevistados, no se tendrá que esperar a que pase tanto tiempo, ya que aunque algunos opinan que la Planificación del SEN ha sido la adecuada, no se han hecho las inversiones a las cuales apuesta esa planificación. Los proyectos de desarrollo no han tenido la inversión que se requiere, y esto traerá como consecuencia la insuficiencia del SEN en un momento determinado para satisfacer la demanda.

### **5.2. 2. Capacidad Instalada del SEN por fuente primaria**

La tabla 5-2, muestra como la participación del componente térmico (constituido por turbinas a gas, turbinas a vapor, ciclo combinado y generación distribuida) del SEN, pasa del 34,96 % en el 2005 a 38,20% en el 2009. Esta variación obedece a la inclusión en el sistema de 1.260 MW, de los cuales 354 MW corresponden a plantas termoeléctricas de tipo distribuidas, y los 819 MW restantes a la instalación de la primera unidad de ciclo combinado Termozulia II y a la instalación de nuevas plantas termoeléctricas, como Termo barrancas II, Pedro Camejo, Argimiro Gabaldón, entre otras.

**Tabla 5-2** Composición de la Capacidad Instalada del SEN (MW): Período 2005 a Noviembre del 2009.

PERIODO	2005	2006	2007	2008	2009
HIDRAULICA	65,96 %	65,20 %	65,00 %	63,00 %	61,80 %
TURBO VAPOR	20,34 %	20,20 %	19,00 %	18,90 %	18,50 %
TURBO GAS	12,98 %	13,00 %	13,00 %	13,70 %	14,40 %
CICLO COMBINADO	0,72 %	1,60 %	2,00 %	2,70 %	3,30 %
MOTORES DE GEN. DISTRIBUIDA	-	-	1,00 %	1,80 %	2,00 %

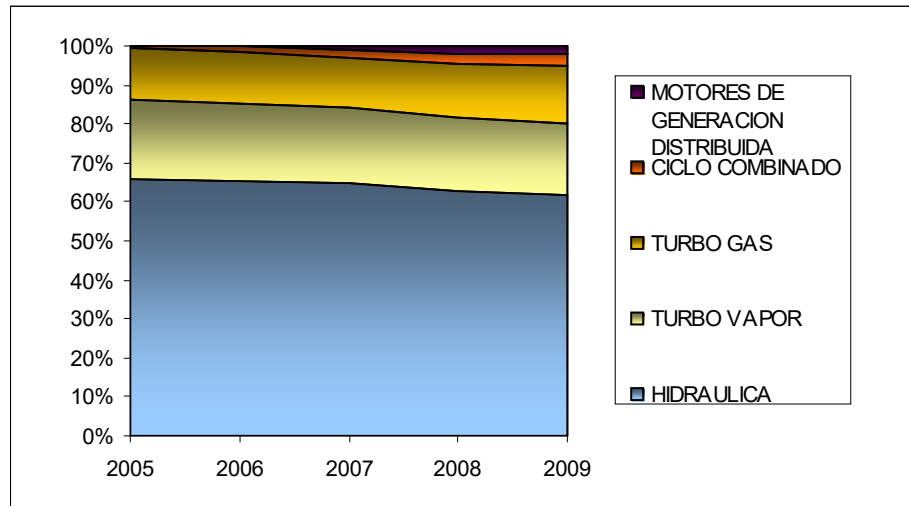
*Nota:* Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

Tal como se puede observar, el componente térmico está ganando campo frente al componente hidrológico durante este período. Sin embargo, sólo con esta data no es posible saber si este aumento es suficiente para diversificar la generación de energía y colocar al país en una situación menos crítica al momento de enfrentar fenómenos naturales como los que se han vivido en los últimos años y que, según algunas fuentes, son la causa principal de la crisis que atraviesa el SEN en la actualidad.

Al respecto el Ing. José Mendoza opinó:

“No se han tomado las previsiones indicadas en el Sistema de Generación, a nivel de prever las suficientes Plantas de Generación Térmica que respalden la generación hidroeléctrica. Por el contrario, desde 1999 lo que se hizo fue agotar las reservas hidroeléctricas, que para el momento eran suficientes, pero no previeron las soluciones para enfrentar los fenómenos naturales que todos sabemos que suceden. En la actualidad lo que se busca es solucionar los problemas, pero seguimos sin prever el futuro”.

La Gráfica 5.2, muestra el detalle de la capacidad de generación instalada del SEN por fuente primaria, para el período 2005-2009



Gráfica 5-2 **Composición de la Capacidad Instalada del SEN (MW):** Período 2005 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

### 5.2. 3. Generación, Intercambio y Consumo de Energía Neta del SEN.

Según los datos señalados en la tabla 5-3, durante el período 2005-2009, la generación neta del SEN presentó un incremento promedio interanual de 4,3%, para alcanzar durante el último año los 23.848 GWh. Este crecimiento equivale a un aumento promedio anual de 4.939 GWh/año.

La energía consumida en el SEN durante este mismo período, muestra un crecimiento promedio interanual de 4,34%, para alcanzar durante el 2009 los 23.460 GWh, lo que equivale a un incremento anual de 4.972 GWh/año.

Para los últimos cinco años, el intercambio promedio neto anual del SEN ha sido de 486 GWh, a razón de una tasa de crecimiento

promedio interanual de 10%, con lo cual a primera vista el SEN ha generado lo suficiente para satisfacer el total de la energía consumida y para exportar a las Repúblicas de Colombia y Brasil.

**Tabla 5-3** Generación, Intercambio y Consumo de Energía Neta del SEN (GWh): Período 2005 a Noviembre del 2009.

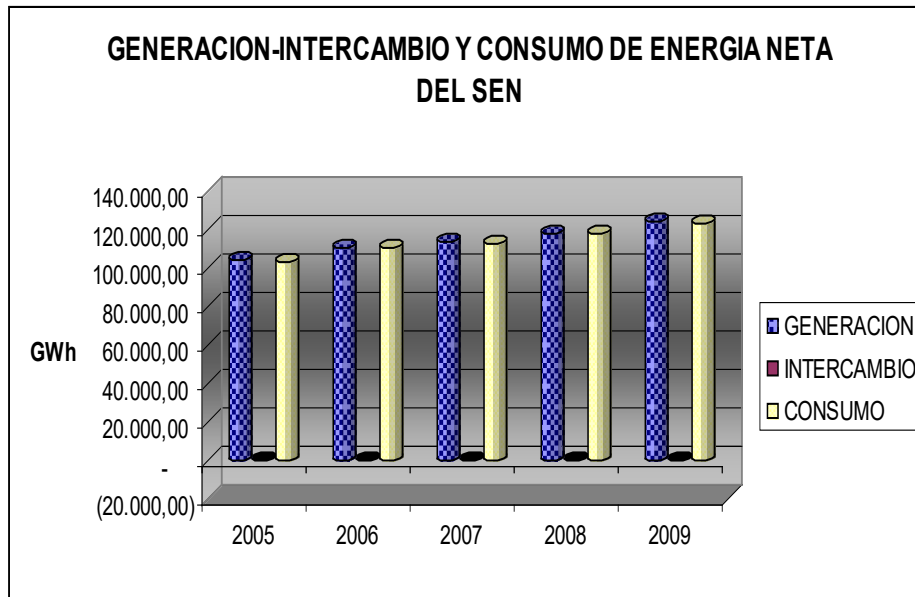
PERIODO	2005	2006	2007	2008	2009	Variación Promedio Interanual (%)
GENERACION	104.092	111.024	113.316	118.132	123.848	4,30
INTERCAMBIO	(517)	(542)	(543)	(467)	(360)	(10,00)
CONSUMO	103.574	110.482	112.776	117.665	123.460	4,34

*Nota.* Datos tomados de los Informes anuales de la OPSIS.

Estas estadísticas no parecen ser cónsonas con la situación que en los últimos años ha atravesado el SEN, y que todos los que habitan este país han sufrido. Si la generación de energía es suficiente ¿por que tenemos Planes de Racionamiento cada vez más estrictos? Basándonos en las respuestas de los entrevistados, no se pone en duda que la relación **generación-intercambio-consumo**, reflejada por los informes de la OPSIS, es la verdadera. Lo que no deja claro esta información es que el consumo reflejado no expresa la demanda total, la cual no ha podido ser satisfecha por el SEN y, como no se tomaron las medidas adecuadas en el momento oportuno, para respaldar la generación hidráulica con un crecimiento sostenido de la generación térmica, la consecuencia de ésto son los racionamientos periódicos a que está sometido el territorio nacional.



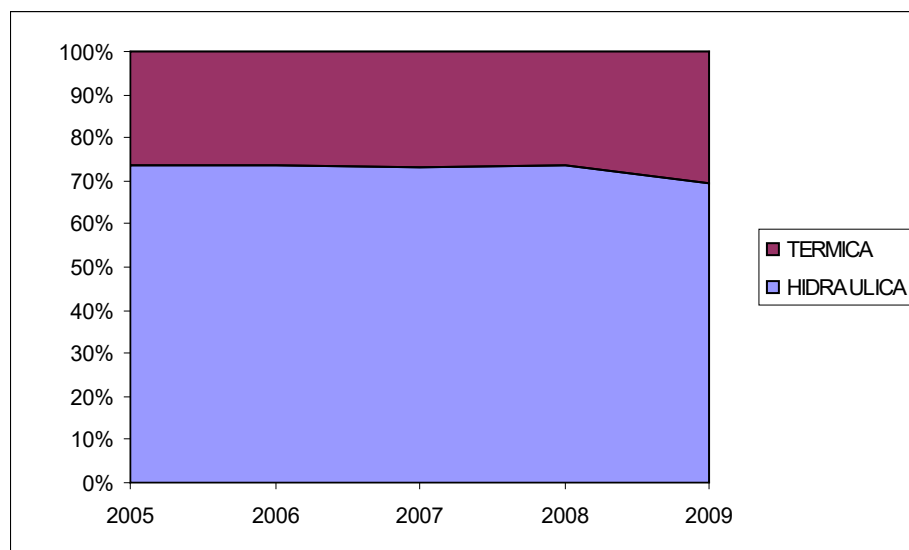
La Gráfica 5.3, muestra el detalle de la evolución de la generación, intercambio y consumo de energía neta del SEN durante el período 2005-2009



Gráfica 5-3 **Generación Intercambio y Consumo de Energía Neta del SEN (GWh)**: Período 2005 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

Otro punto que se debe tomar en cuenta es que, si se comparan las Gráficas 5-2 “**Composición de la Capacidad Instalada del SEN**”, con la Gráfica 5-4 “**Composición de la Energía Generada del SEN**”, se ve claramente que, aunque ha habido disminución en el componente hidrológico y aumento en el componente térmico en la Composición de la Capacidad Instalada, no ocurrió lo mismo en la Composición de la Energía Generada, donde estos dos componentes (hidrológico y térmico) se mantuvieron constantes

hasta el año 2008 y solo fue en el 2009 donde se registró un pequeño aumento en el componente térmico.



Gráfica 5-4 **Composición de la Energía Generada del SEN (GWh):** Período 2005 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

Tomando en cuenta la opinión de los expertos y el análisis de la data que se realizó, se puede concluir que, aunque la verdad absoluta nos refleje una proporción suficiente de capacidad instalada, la verdad relativa nos muestra otra cara, en la cual hay otras aristas que deben estudiarse como lo son, la falta de mantenimiento y la no operabilidad de las instalaciones del SEN que, por la poca disponibilidad de datos y por la falta de tiempo para su investigación, se recomienda sea desarrollado en un próximo trabajo de grado.

### 5.3. Comportamiento del Sistema de Transmisión del SEN

En esta sección se presentará el desempeño de las líneas de transmisión, pertenecientes a la red troncal de transmisión del **SEN**, el cual es evaluado con base a los siguientes indicadores:

### 5.3.1. Evolución de la Red de Trasmisión del SEN

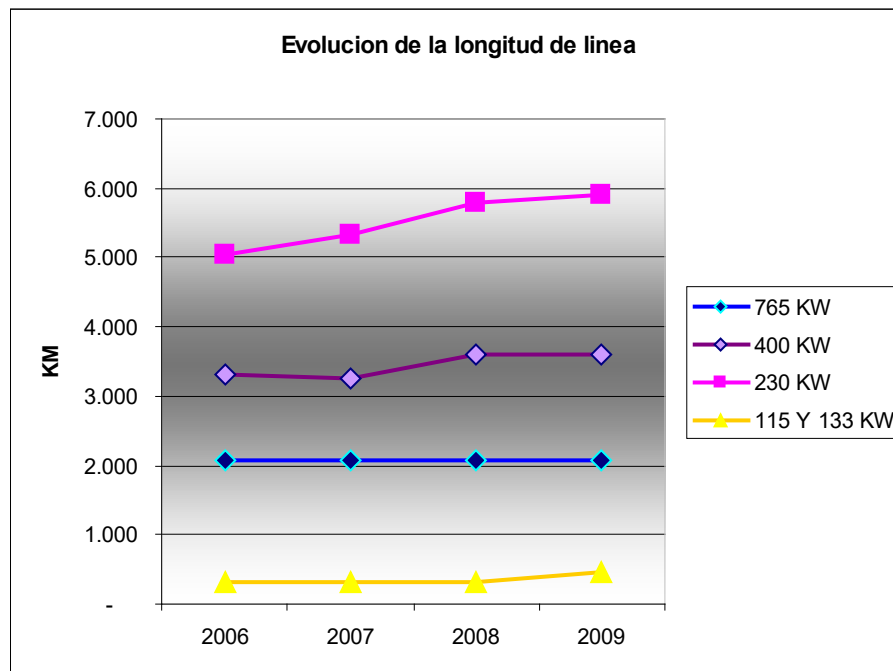
La tabla 5.4 muestra que el SEN incrementó su **Sistema de Trasmisión** con un promedio interanual de **5,75%** durante el período 2006-2009, lo que representa una variación de **318 KM** de líneas adicionales cada año.

**Tabla 5-4** Longitud Total de Líneas del SEN (Km): Período 2006 - 2009.

LONGITUD TOTAL DE LINEAS DEL SEN					
LINEA CAPACIDAD (KW)	2006	2007	2008	2009	Variación Promedio Interanual (%)
765 KW	2.083	2.083	2.083	2.083	-
400 KW	3.321	3.268	3.606	3.606	2,92
230 KW	5.043	5.322	5.794	5.896	5,59
115 Y 133 KW	327	306	311	461	14,48
				<b>TOTAL</b>	<b>5,75%</b>

*Nota.* Datos tomados de los Informes anuales de la OPSIS.

De los datos expuestos, se puede observar que la red de transmisión a **765 Kv**, no presentó ninguna variación en este período; mientras que el incremento en la red de **400 Kv**. tan sólo alcanzó los **285 KM**; el incremento mayor lo tuvo la red de **230 Kv**. donde se adicionaron **853 KM** de línea; por su parte las redes que operan a **115 y 133 Kv**. vieron aumentada su longitud en **134 KM** en los últimos cuatro años. Como se muestra en la Gráfica 5.5.

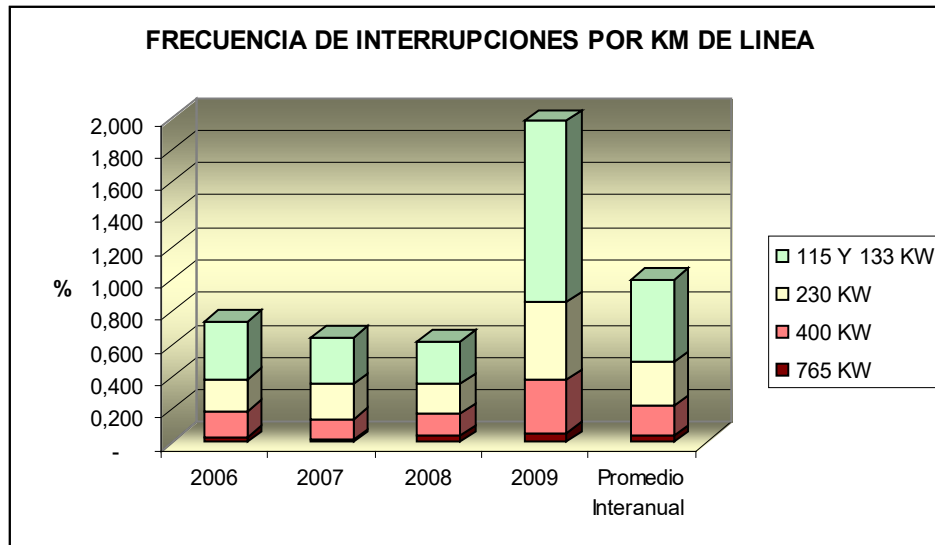


Gráfica 5-5 **Evolución de la Red de Transmisión del SEN (GWh):** Período 2005 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

De acuerdo a la opinión de los expertos, este crecimiento está muy lejos del adecuado, ya que se estima que el crecimiento anual debe ser al menos del 9%. La mayoría de los entrevistados opinó que no ha habido la inversión para el desarrollo adecuado del STEN. Aunque no se pudieron obtener datos acerca del monto en Bolívars de las inversiones en el STEN, por el número de proyectos asociados a la transmisión Vs. los proyectos asociados a la generación, y tomando en cuenta que los costos de los proyectos de generación en promedio son tres veces mayores, podríamos concluir que del Plan anual de inversión del sector eléctrico, sólo un 20 o 25% está destinado al Sistema de Transmisión Eléctrico.

### 5.3.2. Número total de Interrupciones por kilómetro de línea.

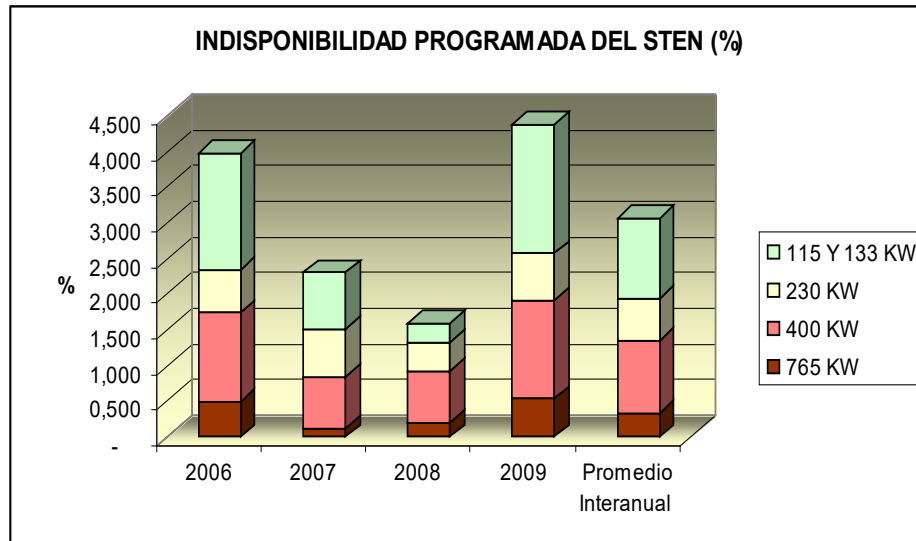
La gráfica 5-6 muestra la frecuencia de interrupciones por kilómetro de línea, para el período 2006-2009, en la que se puede observar como el aumento es progresivo en todos los sistemas, pero este incremento es mayor a medida que el voltaje del sistema disminuye. Se debe destacar el incremento tan alto que la frecuencia de interrupción por kilómetro de línea presentó durante el último año en comparación con el promedio de los años 2006 al 2008, llegando a alcanzar un aumento del 275% para el sistema de 115-133 KW; el incremento sufrido por los sistemas de 230 KW y 400 KW está alrededor del 130%, mientras que el sistema de 765 alcanzó un aumento del 99%. Siendo estos valores los más altos que se registran durante la última década.



Gráfica 5-6 **Frecuencia de Interrupción por KM de Línea:** Período 2006 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS.

Las interrupciones del STEN pueden ser programadas o forzadas: las primeras son la causa de una planificación para la sustitución de

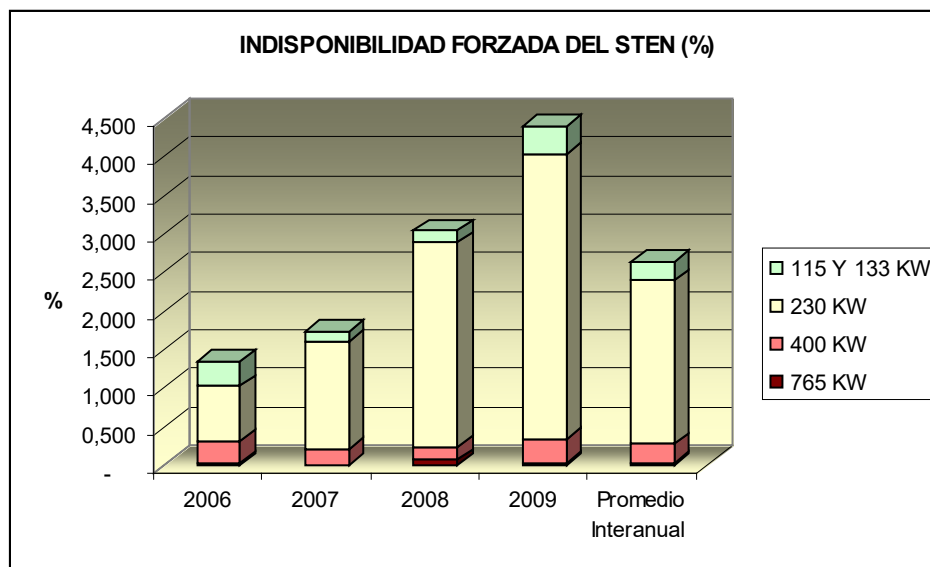
elementos o el mantenimiento del sistema. La Gráfica 5-7 muestra como en el 2009 todos los sistemas incrementan su indisponibilidad programada con respecto al promedio de los años anteriores.



Gráfica 5-7 **Indisponibilidad Programada del STEN**: Período 2006 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

El origen principal de las interrupciones forzadas del STEN durante el último año, según los informes mensuales del 2009 de la OPSIS, se debe a “causas de emergencia” (no se aclara que tipo de emergencia). De la Gráfica 5-8, se desprende como para el año 2009, igual que como viene ocurriendo en los últimos cuatro años, la indisponibilidad del sistema de 765 KV., es menor a la ocurrida en el sistema de 400 KV., y ésta a su vez es menor a la asociada al sistema de 230 KV; así mismo se aprecia cómo el valor de indisponibilidad forzada alcanzado para el año 2009, supera en todos los niveles el valor promedio de los años 2006-2008, en las

siguientes proporciones: sistema de 765 KV, en 133%; 400 KV, en 40%; 230 KV, en 134% y 115 KV, en 75%, respectivamente.



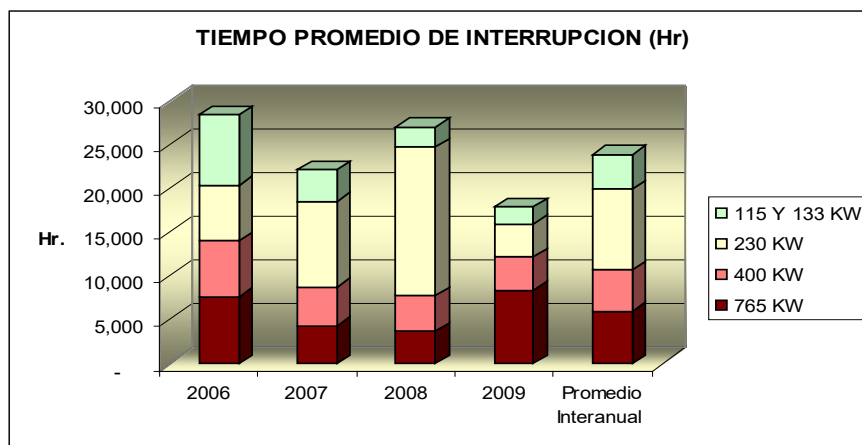
Gráfica 5-8 **Indisponibilidad Forzada del STEN**: Período 2006 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS.

Estos resultados por primera vez concuerdan con la opinión de los expertos, ya que ellos dejan ver claramente la situación que atraviesa el STEN, a medida que se agudiza la crisis, las interrupciones del sistema se vuelven más frecuentes.

### 5.3.3. **Tiempo Promedio de Interrupciones.**

En los informes anuales de la OPSIS se lleva registro de **tiempo promedio de interrupción**, que es la relación que existe entre el tiempo promedio en horas que se desconecta la línea en un período determinado, entre el número total de desconexiones ocurridas en el mismo lapso de tiempo. Este comportamiento se puede observar

en la Gráfica 5-9, de donde podemos deducir que este tiempo se redujo a 17,83 horas en el último año en comparación con el promedio interanual que se sitúa en 23,84 horas, por lo que podemos concluir que, aunque el número de interrupciones del STEN aumentó, la respuesta para su solución fue más eficaz y oportuna, lo que logró disminuir considerablemente el tiempo promedio de interrupción.



Gráfica 5-9 **Tiempo Promedio de Interrupción (HRS)**. Período 2006 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS

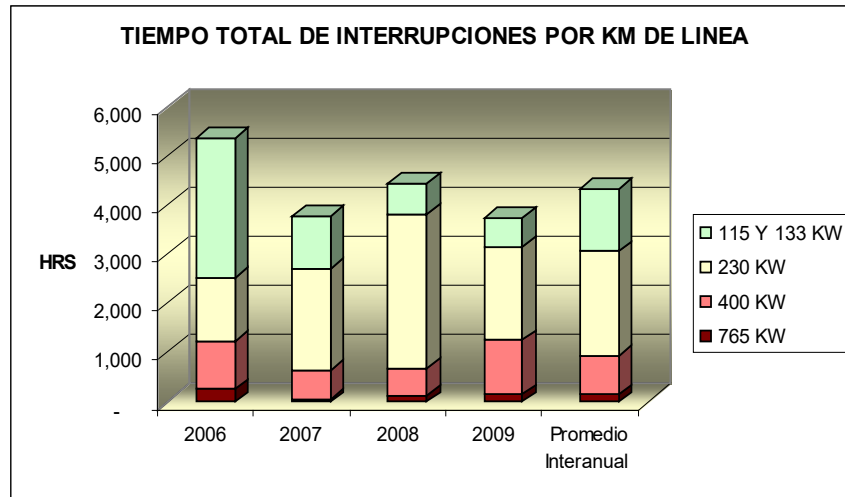
#### 5.3.4. **Tiempo Total de Interrupciones por kilómetro de línea**

Otro registro que se debe tener en cuenta es el Tiempo total de Interrupción por KM de línea, que es la relación que existe entre las horas de desconexión de la línea y su longitud. En la Gráfica 5-10, se puede observar que para el 2009 este tiempo también sufrió un decrecimiento, situándose en 3,74 horas en comparación con el promedio de los años 2006-2008, que se ubicó en 4,32.

Los tiempos en que el sistema sale de operación debido a los planes de racionamiento no son tomados en cuenta para el cálculo



de las dos variables anteriores. Eso explica por qué, aunque día a día se intensifica el racionamiento en todo el territorio nacional, según los indicadores de la OPSIS estos tiempos mejoran su desempeño en el último año.



Gráfica 5-10 **Tiempo Total de Interrupción por KM de Línea (HRS)**. Período 2006 a Noviembre del 2009. Datos extraídos de los informes anuales de la OPSIS.

#### 5.4. Indicadores del Funcionamiento del Sistema de Transmisión del SEN

Los indicadores que deben tenerse en cuenta para saber como es el comportamiento del sistema de transmisión nacional, según la opinión de los expertos consultados y los indicados en los Informes Anuales de la OPSIS, son los siguientes:

##### 5.4.1. Cumplimiento de la Planificación

Este indicador señala el porcentaje de cumplimiento de los proyectos planificados en un período determinado. Está expresado por la siguiente ecuación:

---

$$\%EPT = \frac{\text{P.Ejecutado (Bs.)}}{\text{P. Total (Bs.)}}$$

Donde

**%EPT:** Porcentaje Ejecutado del Presupuesto Total.

**P Ejecutado:** Presupuesto Ejecutado en un período determinado

**P Total:** Presupuesto Total asignado para un período determinado.

#### 5.4.2. **Número Total de Interrupciones por KM de Línea**

Con este indicador se puede medir la relación entre el número de desconexiones de la línea y su longitud. Lo expresa la siguiente ecuación:

$$Fkms = \frac{\text{N° Desconexiones}}{\text{LongLínea}}$$

Donde

**Fkms:** Desconexiones por kilómetros de línea.

**N° Desconexiones:** Número de desconexiones ocurridas durante el período.

**LongLínea:** Longitud de la línea medida en kilómetros.

#### 5.4.3. **Tiempo Promedio de Interrupción (HRS).**

Con este indicador se mide el tiempo promedio de desconexiones de la línea y viene dado por la siguiente ecuación:

$$TProm = \frac{\text{N° de Horas Desconexiones}}{\text{N° Desconexiones}}$$

Donde:

**TProm:** Tiempo Promedio de Interrupción.

---

**Nº Desconexiones:** Número de desconexiones ocurridas durante el período.

**Nº Horas Desconexiones:** Número de horas en desconexión durante el período.

#### **5.4.4. *Tiempo Promedio de Interrupción por KM de Línea (HRS).***

Este indicador representa la relación entre las horas de desconexión de la línea y su longitud. Su ecuación es la siguiente:

$$\text{TFkms} = \frac{\text{Nº de Horas Desconexiones}}{\text{LongLínea}}$$

Donde:

**TFkms:** Tiempo Total de Interrupción por kilómetro de línea.

**Nº Horas Desconexiones:** Número de horas en desconexión durante el período.

**LongLínea:** Longitud de la línea medida en kilómetros.

---

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Luego de evaluar los resultados obtenidos en la investigación realizada, se puede concluir que:

- ❖ El Sistema de Transmisión Nacional que actualmente posee Venezuela fue planificado y construido en su mayoría en la década de los 70 y 80. Si tomamos en cuenta que la vida útil de esta infraestructura oscila entre 25 y 30 años, se puede concluir que se cuenta con una red de transmisión con graves problemas de obsolescencia, la cual ha sido totalmente desatendida en los últimos tiempos.
- ❖ Las ampliaciones realizadas al STEN en la última década son escasas y sólo son la respuesta a la necesidad de transmitir la energía de nuevas plantas generadoras, pero poco o nada se ha hecho para sustituir o renovar las líneas existentes.
- ❖ La falta de planificación e inversión adecuada del Sistema Eléctrico Nacional queda claramente expuesta con la información recabada. Estos factores, aunados a la falta de mantenimiento de la red de

---

transmisión, serían las causas principales de los problemas que enfrenta el STEN.

- ❖ De acuerdo a los resultados de la investigación, se puede concluir que el estado actual de la red de transmisión no es el causante directo de la crisis que vive el SEN, ya que su origen está centrado en el Sistema de Generación. Esta situación sirve de paliativo a las carencias del STEN, debido a que no es requerido el cien por ciento de su capacidad, al no generarse la totalidad de la energía requerida por la demanda. Las deficiencias del SEN quedarán seriamente expuesta en el momento que le sea requerida su capacidad máxima, entonces se verá la magnitud real del problema que posee la red de transmisión en Venezuela.
- ❖ La nacionalización de la industria eléctrica del país, más que una solución a la crisis, vino a generar un período de desorden y vacío de poder, que aún en la actualidad se mantiene. El estado no planificó bien sus estrategias y se equivoca al tratar de darle un tinte ideológico al manejo del sector. Esto ha ocasionado que los mandos medios de estas compañías, que se encontraban en manos de técnicos capacitados, hoy en día estén siendo llevadas por personal operativo menos adecuado a nivel técnico, pero más afín al proceso político que se vive.
- ❖ Las inversiones que en la actualidad se realizan en el sector no son producto de una planificación a mediano o largo plazo. Son la respuesta urgente a las necesidades inmediatas del SEN. Estas inversiones son **“pañós calientes”** que están dirigidas a solucionar problemas puntuales y no problemas estructurales como debería ser.

---

Ejemplo de esto se puede observar en el Sistema de Generación con los Proyectos de Plantas de Generación Distribuida, pues se estima que la vida útil de estas plantas es aproximadamente cinco años, es decir son soluciones que a largo plazo no aportan nada.

- ❖ Para llevar a cabo, una buena Gestión de Proyectos, es necesario hacer una planificación adecuada y se debe hacer seguimientos de la misma. Para ello deben existir **indicadores** que permitan en un momento determinado medir el desarrollo del proyecto.

Gracias a las herramientas y conocimientos adquiridos en la Especialización cursada, se logró identificar los indicadores necesarios para medir el comportamiento real del **STEN** en un momento determinado. Estos **indicadores** están contemplados en el punto **5.4** del presente trabajo.

- ❖ El proceso de investigación, para el desarrollo del presente Trabajo de Grado, fue muy laborioso. Debido a lo álgido del tema, el acceso a la información necesaria fue limitado, las Instituciones gubernamentales como CORPOELEC, no permitían el acceso a la información, su portal de Internet estuvo restringido gran parte del 2009, al igual que la Página Web de la OPSIS.

Los informes anuales publicados en la Página Web de la OPSIS, no tienen completa la información y de acuerdo a la opinión de los entrevistados y de otros medios de información consultados como son la prensa y la televisión nacional, ésta no es del todo confiable.

No se pudo obtener información, respecto al monto en bolívares de las inversiones realizadas en el sector eléctrico. Los presupuestos anuales no se encuentran disponibles.

---

## 6.2. Recomendaciones

Seguidamente, se exponen las recomendaciones que se deberán seguir luego de obtenido el Diagnóstico del Estado Actual del Sistema de Transmisión Eléctrico en Venezuela.

- ❖ Debido a lo amplio del tema, y a la dificultad para la obtención, de información veraz, en la presente investigación sólo se abordó el diagnóstico del STEN. Se recomienda como tema para un próximo trabajo de grado el desarrollo de una propuesta que aporte soluciones a esta situación.
- ❖ Las investigaciones futuras que se hagan respecto al tema deben contar con un componente de campo sólido ya que se evidenció que la información oficial no es del todo veraz y los resultados deben sustentarse con un conocimiento amplio de la realidad.
- ❖ Se debe contar con una planificación adecuada, que abarque soluciones a corto, mediano y largo plazo. Esta planificación debe ser controlada según los indicadores expuestos, de esta forma se estaría garantizando el desarrollo sustentable del Sistema Eléctrico Nacional.

---

## Referencias

- ❖ Bautista Ríos, J. (2004). *Líneas de Transmisión de Potencia Aspectos Mecánicos*, Perú, Publicaciones 2004, segunda edición.
- ❖ CAVEINEL (Cámara Venezolana de la Industria Eléctrica). *Venezuela 100 años de electricidad*. Extraído el 16 de Noviembre del 2008
- ❖ EDELCA (CVG Electrificación del Caroní C.A). *Sistema Interconectado Nacional*, Extraído el 16 de Noviembre del 2008 desde <http://www.edelca.com.ve> /htm
- ❖ Gil, L y Jiménez, L. (2006). *Causas de la falla de un cable de guarda de una empresa eléctrica*, Extraído el 16 de noviembre del 2008 desde <http://www.scielo.org.ve/scielo.php/1316>
- ❖ González, Ortiz y Cardona. (2005). *Análisis Eléctrico de Líneas de Transmisión*, Venezuela. Universidad Pontificia Bolivariana, primera edición.
- ❖ Hernández, N. *Situación del Sector Eléctrico en Venezuela*, Extraído el 12 de Marzo del 2009 desde [http:// www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- ❖ Hernández, Fernández y Baptista. (2003). *Metodología de la Investigación*. México. McGraw-Hill Interamericana, tercera edición.
- ❖ León, M. (10/01/2010). Bajón del nivel de Guri no se detiene. *El universal*.
- ❖ López, E. (2008). SOS: *la industria eléctrica venezolana naufraga*. *Nueva Prensa*. Extraído el 16 de Noviembre del 2008 desde [http://www.soberania.org/articulos/articulo\\_4311 .htm](http://www.soberania.org/articulos/articulo_4311.htm)



- ❖ Ministerio de Energía y Minas. CAVEINEL. *Venezuela: 100 años de electricidad*. Extraído el 16 de Junio del 2009 desde [http://www.electriahorro.com/.../EA\\_VzlaHistoria.html](http://www.electriahorro.com/.../EA_VzlaHistoria.html).
- ❖ Oficina de Operación de Sistemas Interconectados (OPSIS). (2006,2007, 2008,2009). *Informes Anuales de la Oficina de Operación de Sistemas Interconectados*. Venezuela.
- ❖ Quintine Rosales, C. *El Suministro Eléctrico en Venezuela: Situación y Perspectiva*, Extraído el 16 de Noviembre del 2008 desde [http://www.acading.org.ve/docum/suministro\\_electrico\\_vzla.doc](http://www.acading.org.ve/docum/suministro_electrico_vzla.doc)
- ❖ Rivadeneyra, I. *Proceso de generación y transporte de electricidad*, Extraído el 16 de noviembre del 2008 desde <http://www.monografias.com>.
- ❖ Tamayo, M. (1999). *Métodos de Investigación*. México. Prentice Hall, tercera edición.
- ❖ Vela, N. (1978). *Líneas de Transmisión*. México: McGraw Hill, segunda edición.
- ❖ Wildi, T. (2007) ***Maquinas Eléctricas y Sistemas de Potencia***, México editorial Persson, sexta edición.

#### Sitios Web

- ❖ [www.igsacom/.../3074G](http://www.igsacom/.../3074G). Extraído el 7 de Febrero del 2009.
- ❖ [www.condumex.com/.../3074G](http://www.condumex.com/.../3074G). Extraído el 7 de Febrero del 2009.
- ❖ [www.infolatam.com/.../3074G](http://www.infolatam.com/.../3074G). Extraído el 7 de Febrero del 2009.
- ❖ [www.journalmex.wordpress.com/.../](http://www.journalmex.wordpress.com/.../) Extraído el 7 de Febrero del 2009

- 
- ❖ [www.mal-jo.com/.../3074G](http://www.mal-jo.com/.../3074G). Extraído el 7 de Febrero del 2009.
  - ❖ [www.ingeluz.com/.../3074G](http://www.ingeluz.com/.../3074G). Extraído el 7 de Febrero del 2009.