



**ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO
SEDE – LATACUNGA**

CARRERA EN INGENIERIA ELECTROMECHANICA

**Proyecto de graduación previo a la obtención del Título de
Ingeniero de Ejecución en Electromecánica**

TEMA:

**“Plan de contingencia para el suministro de energía eléctrica
para el Cantón Latacunga, ante una posible erupción del volcán
Cotopaxi”**

**OSCAR VINICIO ALTAMIRANO BAUTISTA
MILTON ROBERTO LEMA PURUNCAJAS**

Latacunga, Enero del 2004

CERTIFICADO

CERTIFICADO

En nuestra condición de Director y Codirector, certificamos que los señores: Oscar Vinicio Altamirano Bautista y Milton Roberto Lema Puruncajas, han desarrollado el proyecto de grado titulado “PLAN DE CONTINGENCIA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA EN EL CANTON LATACUNGA, ANTE UNA POSIBLE ERUPCION DEL VOLCAN COTOPAXI” observando las disposiciones institucionales, metodológicas y técnicas, que regulan esta actividad académica, por lo que autorizamos para que los mencionados señores reproduzcan el documento definitivo, presente a las autoridades de la Carrera de Ingeniería Electromecánica y proceda a la exposición de su contenido.

ATENTAMENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica del Ejército, institución que nos abrió las puertas hacia un futuro mejor y a su cuerpo docente quienes han sabido transmitir sus conocimientos para nuestra formación profesional.

A la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. por habernos facilitado los equipos y materiales necesarios, de igual manera a su personal técnico en las personas de los señores: Cesar Pacheco, Jenry Calle, Edgar Jiménez, Fernando Culqui y William Ollalla que nos supieron ayudar de una forma desinteresada.

Y de una manera muy especial al los Ingenieros: Vicente Hallo, Miguel Lucio y Eduardo Aguilera quienes supieron asesorarnos para la ejecución del presente proyecto.

Oscar
Altamirano
Milton Lema

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi fortaleza espiritual, a mis abuelos: Virgilio y Delfina, a mis padres: Segundo Altamirano y Rosa Bautista quienes con su apoyo me permitieron culminar con éxito mi carrera profesional y a mis hermanos: Anderson y Elizabeth quienes me apoyaron moralmente en todo momento.

Oscar Vinicio

DEDICATORIA

- ♥ A Dios por confiarle mis rezos y mi fe.
- ♥ A mis padres y hermanos por estar siempre conmigo.
- ♥ A la mujer que ha dado sentido a mi vida.
- ♥ Para ti.
- ♥ Mayra
- ♥ Con todo el Amor aquellos seres que son como la luz, aire, y agua para vivir.
- ♥ A mis hijos.
- ♥ Stalyn
- ♥ Dayanita

Milton Roberto

INDICE*I DEFINICIONES*

1.1.1		Conceptos
generales.....	1	
1.1.1.1	Fenómeno	Natural
.....	1	
1.1.1.1.2		Riesgo
.....	2	
1.1.1.3		Desastre
.....	2	
1.1.1.4		Albergue
.....	3	
1.1.2 Estructura del sector eléctrico ecuatoriano	3	
1.1.2.1 Mercado eléctrico mayorista	3	
1.1.2.2		Conelec
.....	5	
1.1.2.3		Cenace
.....	5	
1.1.2.4	Generación	
.....	6	

1.1.2.5				Transmisión	
.....					6
1.1.2.6				Distribuidor	
.....					10
1.1.2.7		Grande		consumidor	
.....					10
1.1.3	ELEPCO	S.A			
.....					11
1.1.3.1	Misión				
.....					12
1.1.3.2	Visión				
.....					12
1.1.3.3	Área		de	concesión	
.....					12
1.1.3.4	Fuentes	de	suministro	de	energía eléctrica
.....					13
1.1.3.5	Sistema		de	subtransmisión	
.....					15
1.1.3.6	Sistema		de	distribución	primario
.....					16
1.1.3.7	Red	de	distribución	secundaria	
.....					17

1.1.4	Sistema	eléctrico	de	potencia	.....17
1.1.4.1	Línea	de	distribución	trifásica	.....17
1.1.4.2	Línea	de	distribución	monofásica.....	.....17
1.1.4.3	Redes	de	distribución	de baja tensión.....	.....18
1.1.4.4	Líneas	de	distribución	subterráneas .	.....18
1.1.5	La subestación				.....19
1.1.5.1	Subestaciones	elevadoras			.....19
1.1.5.2	Subestaciones	receptoras	(reducción)	.....19	
1.1.5.3		Subestaciones		paso	(interconexión).....19
1.1.5.4	Subestaciones	móviles	de	alta	tensión .....20
1.1.5.4.1	Utilización	.....20			
1.2	Defensa	civil	.....23		
1.2.1	Sistema	nacional	de	defensa	civil
					.....23
1.2.2	Fases	de	un	desastre.....	.....24

1.2.2.1	Fase	antes.	
.....			25
1.2.2.2		Fase	
durante.....			26
1.2.2.3	Fase	después	
.....			27
1.3 Metodología para elaborar un plan de contingencia.....			27
1.3.1	Análisis		
.....			28
1.3.2	Investigación del terreno		
.....			28
1.3.3	Discusión y análisis		
.....			28
1.3.4	Mapa	de	riesgo
.....			29

II RESEÑA HISTORICA DEL CANTON LATACUNGA

2.1.1		<i>Características</i>	
<i>generales.....</i>			
<i>.....</i>			<i>30</i>
2.1.1.1		Características	
físicas.....			30
2.1.1.2	Relieve	e	
hidrografía.....			31

2.1.1.3

Clima.....
.....**31**

2.1.1.4 *División*

Política.....
.....**32**

2.1.1.4.1 *Parroquias*
urbanas.....**32**

2.1.1.4.2 **Parroquias**
rurales.....
.....**32**

2.1.1.5 *Vías* *de*
comunicación.....
.....**32**

2.1.1.6 *Medios* *de*
comunicación.....**33**

2.1.1.7 **Actividad**
económica.....
.....**33**

III MICROLOCALIZACION DE RIESGOS Y RECURSOS

3.1.1**Antecedentes.....****.....60****3.1.2****Análisis****histórico.....****.....60**

3.1.2.1 Historiografía de las plantas eléctricas en la ciudad de Latacunga.....60

3.1.2.2 Primera planta eléctrica.....62

3.1.2.3 Segunda planta eléctrica.....63

3.1.2.4 Tercera planta eléctrica.....65

3.1.3 Consecuencias presentadas en los accesorios de las líneas de distribución producida por la caída de ceniza por la erupción del volcán el reventador en el sector occidental de la Ciudad de

Quito.....**.....68**

3.1.3.1 Tipos de ceniza.....68

3.1.3.2				
Aisladores.....				69
3.1.3.3 Pararrayos.....				71
3.1.3.4 Subestaciones.....				72
3.2	Investigación			del
terreno.....				72
3.2.1				
Antecedentes.....				72
3.2.2				
Procedimiento.....				72
3.2.3	Procedimiento	para		la
cuantificación.....				73
3.3	Discusión			y
análisis.....				79

IV PLAN DE CONTINGENCIA

4.1	Plan	de		contingencia.....
				84
4.1.1	Proyecto	eléctrico	de	redes de
emergencia.....				84
4.1.1.1				Generalidades
				84
<i>4.2 Bloque 1</i>				
4.2.1				Memoria
técnica.....				85

4.2.2

Presupuesto

referencial.....

.....90

4.2.3

Anexos

.....90

4.3 Bloque 2

4.3.1 Memoria técnica.....

.....93

4.3.2 Presupuesto referencial.....

.....96

4.3.3 Anexos.....

.....96

4.4 Bloque 3

4.4.1 Memoria técnica.....

.....98

4.4.2 Presupuesto referencial.....

.....99

4.4.3 Anexos.....

.....99

4.5 Bloque 4

4.5.1 Memoria técnica

.....101

4.5.2 Presupuesto referencial.....

.....102

4.5.3 Anexos.....

.....102

4.6	Protección de las redes de emergencia.....	103
4.6.1	Puestas a tierra.....	103
4.6.2	Seccionamiento y protección.....	103
4.7	Sectores que no son afectados.....	105
4.7.1	Memoria técnica.....	105
4.7.2	Presupuesto referencial.....	106
4.7.3	Anexos.....	107
4.8	Plan de contingencia eléctrico.....	108
4.8.1	Antecedentes.....	108
4.8.1.1	Debilidades.....	108
4.8.1.2	Procedimiento.....	109
4.8.2	Fase antes.....	109
4.8.2.1	Etapas inmediatas.....	109
4.8.4	Inventario y disponibilidad del equipo de respuesta.....	111

4.8.5 Organización, funciones y atribuciones del comité operativo regional.	
.....	112
4.8.6 Fase	
durante.....	117
4.8.6.1 Procedimientos para el estado de emergencia del	
SNI.....	117
4.8.6.2 Consideraciones	
generales.....	117
4.8.6.3 Coordinación del	
restablecimiento.....	118
4.8.6.4	
Códigos.....	119
4.8.7.1 Fase después.....	
.....	121
4.8.7.2 Diagrama operativo de respuesta para los	
seccionamientos.....	122
4.8.7.2.1 Diagrama de flujo de	
proceso.....	122
4.8.7.2.2 Diagrama operativo de	
seccionamiento.....	123
4.8.7.2.3 Diagrama operativo de limpieza de	
aisladores.....	124
4.8.7.2.4 Diagrama de proceso de limpieza de	
subestaciones.....	125
4.8.7.3 Etapa	
mediata.....	110

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	
recomendaciones.....	127
5.1.1	
Conclusiones.....	127
5.1.2	
Recomendaciones.....	132

BIBLIOGRAFIA

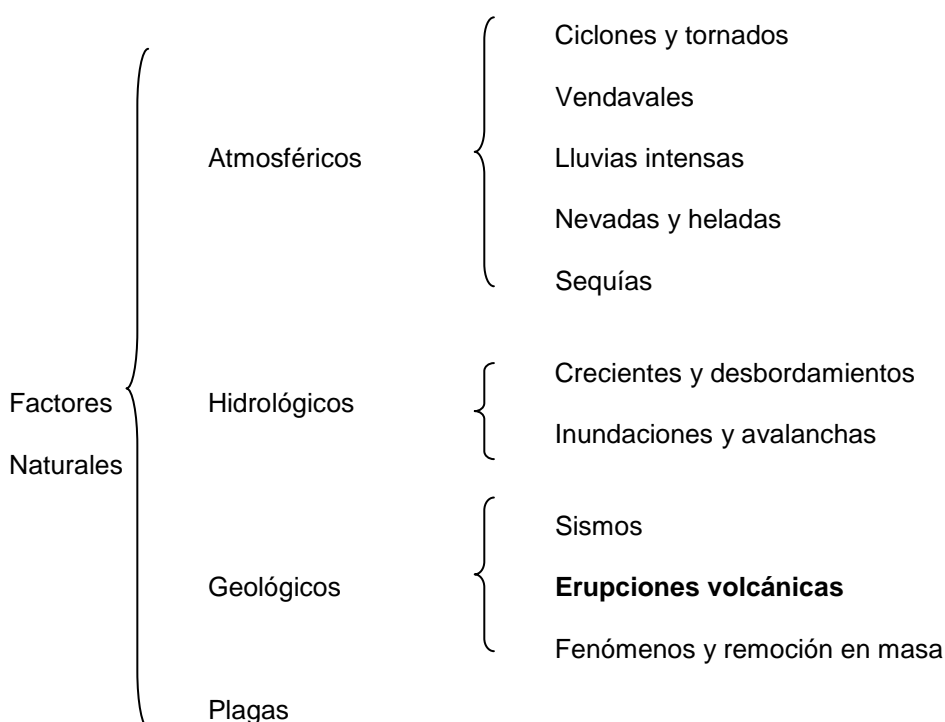
CAPITULO I

1.1 DEFINICIONES

1.1.1 CONCEPTOS GENERALES

1.1.1.1 Fenómeno Natural.-

Es un evento, en cuyo origen, el hombre no tiene la menor capacidad u oportunidad de participar o intervenir, se clasifica de acuerdo a los factores naturales de la siguiente forma:



En el cuadro sinóptico anterior se muestra la clasificación de los factores naturales.

Peligro Natural:

Fenómeno Natural + Población

1.1.1.2 Riesgo.

Es lo que se define como la probabilidad de que ocurra una pérdida que afecte a la vida humana, la propiedad o la capacidad productiva. (Ecuación 1.1)

$$\text{Riesgo} = V_a \cdot V_b \cdot P_e$$

(1.1)

Va = Valor = Número de vidas humanas, costo material de una propiedad o de la capacidad productiva (es una cifra concreta).

Vb = Vulnerabilidad = Proporción del valor que podría perderse por efecto de un determinado evento. (Varía entre 0 y 100%).

Pe = Peligrosidad = Probabilidad de que una zona determinada pueda ser afectada, dentro de un determinado lapso, por un fenómeno destructivo.

1.1.1.3 **Desastre.**- se tiene varias definiciones en función del enfoque:

El desastre entendido como un sinónimo de “fenómeno natural” (Enfoque de las ciencias naturales).

El desastre como resultado de la falta de “resistencia física” (Enfoque de las ciencias aplicadas).

El desastre como consecuencia de la “exposición en áreas propensas” (Enfoque de la planificación del territorio).

El desastre como un problema de desarrollo aún no resuelto”: Un fenómeno socio-ambiental (Enfoque holístico)¹

1.1.1.4 **Albergue.**

Es un lugar en donde se refugian las personas que han sido afectadas a partir de un desastre, emergencia, fenómeno natural o una crisis social lo cual lleva a una búsqueda inmediata de un Albergue, alimentos, vestido y salud.

¹ SEMINARIO DE FORMACION DE CAPACITADORES EN REDUCCION DE RIESGO VOLCANICO DEL COTOPAXI, ESPE – SANGOLQUI, ING. EDUARDO AGUILERA.

1.1.2 ESTRUCTURA DEL SECTOR ELECTRICO ECUATORIANO

1.1.2.1 Mercado eléctrico mayorista

Actualmente la ley que rige al Sector Eléctrico es la Ley de Régimen del Sector Eléctrico “LRSE”, la misma que fue publicada el 10 de Octubre de 1996 y que sustituyó a la Ley Básica de Electrificación promulgada por el EX INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación), encargado del desarrollo de los proyectos de generación del sistema nacional de transmisión, distribución y demás obras inherentes del Sector Eléctrico hasta el 31 de Marzo de 1999, fecha en la cual cesa en sus funciones.

La LRSE estructura al Sector Eléctrico de la siguiente manera: (Ver figura 1.1)

El Consejo Nacional de Electricidad **CONELEC**

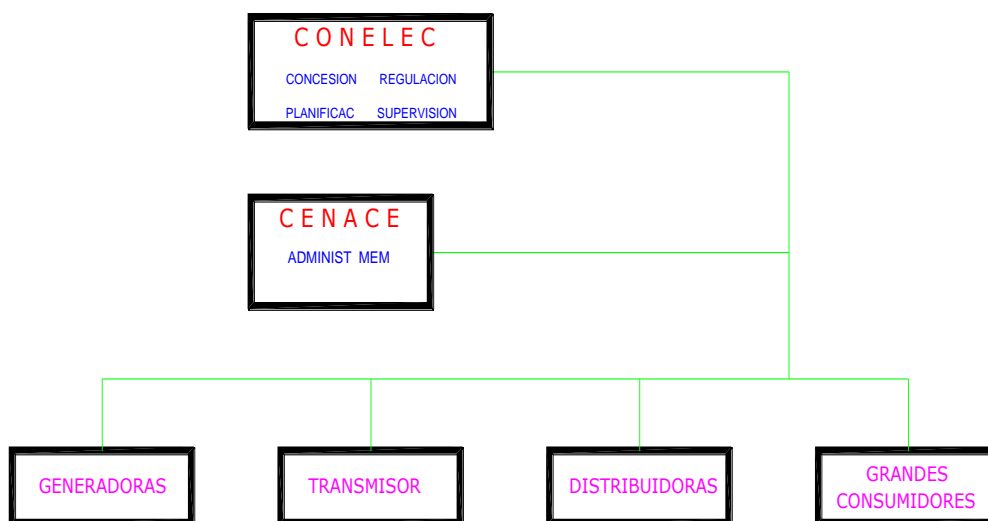
El Centro Nacional de Control de Energía **CENACE**

Las Empresas Eléctricas concesionarias de generación

Las Empresas Eléctricas concesionaria de transmisión

Las Empresas Eléctricas concesionaria de Distribución y Comercialización

Figura 1.1: Estructura del sector eléctrico ecuatoriano



Además de ello se encuentran:

Consejo de Modernización del Sector Eléctrico COMOSEL (delegado por el CONAM, Consejo Nacional de Modernización), que constituye un organismo temporal que define las unidades de negocio de generación, valorar como negocios en marcha la empresas eléctricas que tiene participación en el sector público y llevar a cabo los procesos para promover la participación del sector privado en la operación y propiedad de las mismas.

Por lo tanto de acuerdo al la LRSE (Art.26) el COMOSEL resuelve que las propiedades de generación y transmisión cuyo propietario era el EX INECEL, sean transferidas al Fondo de Solidaridad, constituyéndose en seis empresas de generación y una de transmisión como sociedades anónimas que entran en operación desde el 1 de Abril de 1999 en cuyo caso el Sector Privado podrá constituirse como accionista de hasta el 51% de sus acciones.

Con esta nueva estructura se ha creado el Mercado Eléctrico Mayorista MEM, constituido por los siguientes agentes:

- ❖ GENERADORAS
- ❖ TRANSMISOR
- ❖ DISTRIBUDOR
- ❖ GRANDES CONSUMIDORES

Y como se había mencionado se encuentran:

1.1.2.2 **Conelec:** Regulador

El CONELEC se constituye como un ente regulador y controlador, a través del cual el estado Ecuatoriano puede delegar las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, a empresas concesionarias. Además, el CONELEC tiene que elaborar el Plan de Electrificación, que será obligatorio para el sector público y referencial para el sector privado.

1.1.2.3 **Cenace:** Administrador

Administrar el abastecimiento de energía al mercado al mínimo costo posible, preservando la eficiencia global del sector y creando condiciones de mercado. Coordinar la operación del Sistema Nacional Interconectado, observando condiciones de seguridad y calidad. Administrar las transacciones comerciales del Mercado Eléctrico Mayorista y facilitar al sector el acceso a la información sobre el funcionamiento del MEM.

Propender al desarrollo profesional y personal de su recurso humano

1.1.2.4 **Generación**

Las generadoras constituyen uno de los agentes del MEM, el mismo que le permite pactar compra – venta de energía entre generadores y distribuidores; y, entre generadores y grandes consumidores e inclusive la importación o exportación de potencia y energía.

Las Empresas Eléctricas de Generación constituidas como sociedades anónimas son:

- ❖ HIDROPAUTE S.A
- ❖ HIDROAGOYAN S.A
- ❖ IDROPUCARA S.A
- ❖ TERMOESMERALDAS S.A
- ❖ TERMOPICHINCHA S.A
- ❖ ELECTROGUAYAS S.A

El 90% de la capacidad existente en centrales hidroeléctricas esta constituido principalmente por las cuatro grandes centrales del Sistema Nacional Interconectado: Paute (1075 MW) y Pisayambo – Pucará (74 MW).

1.1.2.5 Transmisión

La empresa eléctrica de transmisión es TRANSELECTRIC S.A

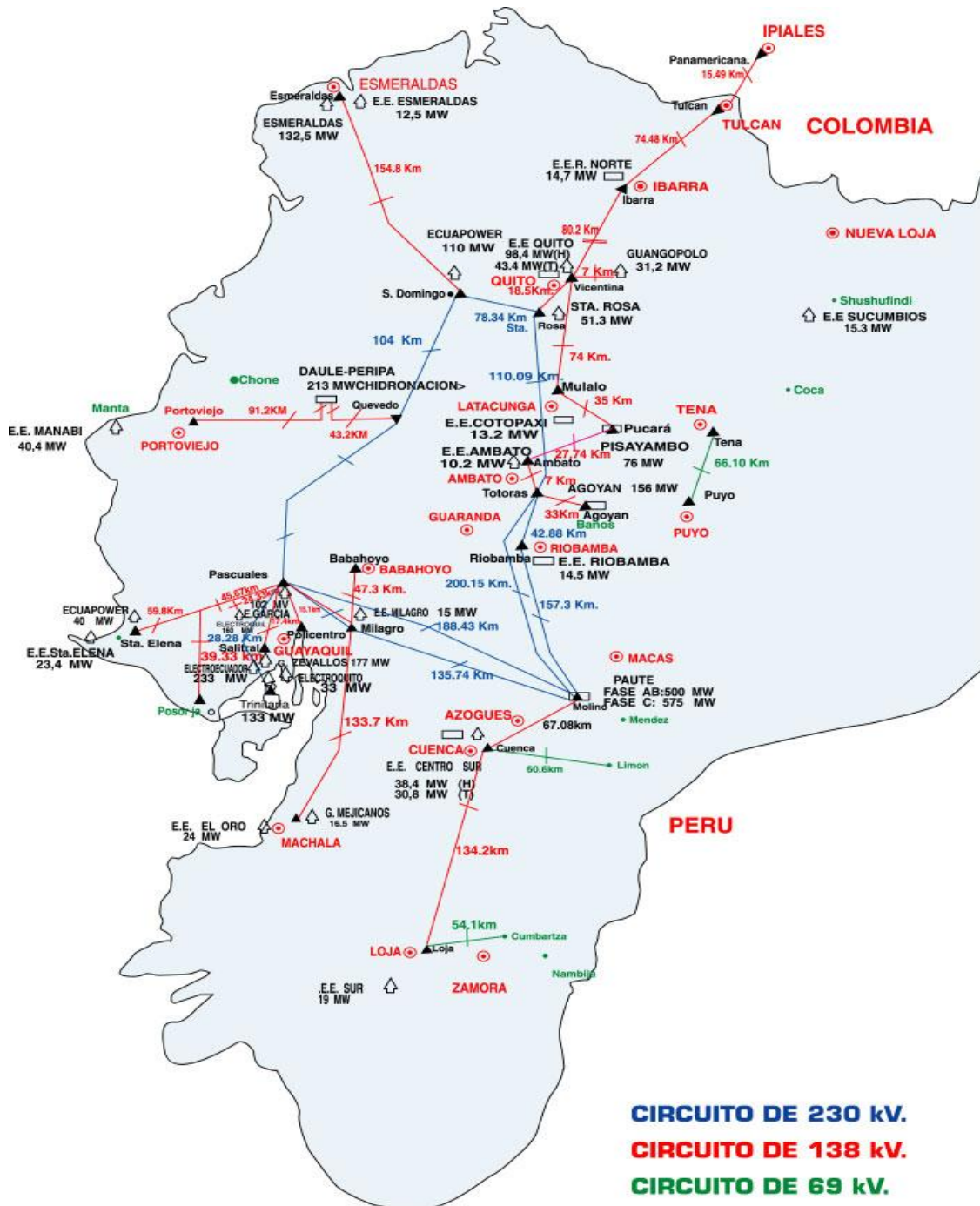
Una misión de TRANSELECTRIC es garantizar a los agentes del Mercado Eléctrico Mayorista, la disponibilidad al Servicio Nacional de Transmisión, la continuidad y la calidad del Servicio de Transmisión de Energía con seguridad, rentabilidad y eficiencia

A finales del año 1999 el sistema nacional de transmisión estaba conformado por:

- ❖ 1041 Km. de líneas de 230 KV,
- ❖ 1360 Km. para 138 KV; y, (como se indica en el diagrama unifilar de las figuras 1.2 y 1.3)
- ❖ 2464 MVA de capacidad en transformadores de reducción.
- ❖ Casi en su totalidad, las líneas de 230 KV y las de 138 KV, han sido constituidas en torres de acero galvanizado y conductores ACSR.
- ❖ La configuración predominante en las subestaciones de 230 KV, es la de doble barra y un disyuntor. En cambio, en 138 KV predomina el esquema de barra principal y transferencia, con algunas excepciones, donde existe doble barra y un disyuntor. El equipamiento de las subestaciones del SNT es de tipo convencional, excepto el de la subestación Policentro y los patios de maniobra de las centrales Paute, Agoyán y Trinitaria, que son de tipo compacto en SF6.
- ❖ El Sistema de Transmisión se encuentra operando en condiciones críticas debido principalmente a:
 - ❖ Retraso de las actividades de mantenimiento que requiere el sistema.
 - ❖ Restricciones en el Sistema que han obligado a soluciones emergentes las cuales están afectadas en calidad de servicio.
 - ❖ Retraso en la ejecución de las obras programadas; y,
 - ❖ Limitaciones financieras en la Empresa de Transmisión, Transelectric la cual una vez constituida, ha iniciado su gestión desde abril de 1999.

Esto ha ocasionado sobrecargas y fallas en transformadores importantes del sistema, además de condiciones de inseguridad, disminución de los niveles de confiabilidad y pérdida excesivas en algunos de sus elementos.

Figura 1.3: L/ T Tranelectric³



³ WWW.CENACE.COM

1.1.2.6 Distribuidor

En el país existen 20 empresas Distribuidoras, de ellas 19 son sociedades anónimas cuyos accionistas mayoritarios son parte del sector público; y, EMELEC Inc; de propiedad privada.

En la provincia de Latacunga la empresa encargada de la distribución de energía eléctrica es ELEPCO S.A

1.1.2.7 Grande consumidor

Para ser calificado como un gran consumidor se debe cumplir los siguientes requisitos:

- ❖ Tener un solo punto de medición, instalado en el lado primario del sistema de transformación.
- ❖ El sistema deberá cumplir con las normas y especificaciones que constan en la Regulación N° CONELEC – 001/99
- ❖ Registrar la máxima demanda igual o mayor a 1500KW, durante al menos 6 de los 12 meses anteriores al de la solicitud para la calificación, y un consumo de energía mínimo de 800MWh en los mismos 12 meses.
- ❖ Información relacionada con el sistema de medición, la demanda y el consumo deberá tener la debida certificación por parte de la empresa que le hubiere suministrado el servicio en el período señalado.

En la provincia de Cotopaxi existen algunas empresas que son consideradas como grandes consumidores, en la tabla 1.1 se puede observar a uno de estos como es Aglomerados Cotopaxi.

No. COMPANIA	E/D
INDUSTRIAS GUAPAN	CENTRO SUR, AZOGUEZ
AGLOMERADOS COTOPAXI	ELEPCO S.A
CONGASEOSAS	EX EMELEL
ANDEC	EX EMELEC
ACAPAG	EMELGUR

BASE NAVAL	EMELEC
AGA	EMELEC
ADELCA	QUITO
ESTACION DE BOMBEO DE SEVERINO	MANABI
NIRSA	EMEPE
ECUAPEL	EMELRIOS
PAPELERA NACIONAL	E. MILAGRO ⁴

Tabla 1.1: Grandes consumidores

1.1.3 ELEPCO S.A.

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A, es una empresa pública, que tiene como objetivo fundamental la distribución de la energía eléctrica.

En la tabla 1.2 se puede observar los datos de gestión de la empresa.

CONCEPTO	UNIDAD	AÑO 2003
POTENCIA EFECTIVA TOTAL	Kw	50,84
Hidráulica Illuchi	Kw	8,8
Occidente : El Estado, Catzacón, Angamarca	Kw	2,54
Contratada	Kw	39,5
TOTAL DE LINEA SUBTRANS. Y DISTRIB.		2,725
69 KV	Km.	95
22 KV	Km.	10
13,8 KV	Km.	2,615
6,3 KV	Km.	5
FACTOR DE CARGA		0,5
FACTOR DE POTENCIA		0,92
NUMEROS DE TRABAJADORES		246
Permanentes	Trabajador	145
Ocasionales y tercealizados	Trabajador	101
COSTO DEL KWH		0,1002

⁴ EFICIENCIA ENERGÉTICA, MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 1998

NUMEROS DE ABONADOS	Personas	77,636
Urbano	Personas	22,497
Rural	Personas	55,139

Tabla 1.2: Datos de gestión de ELEPCO S.A

1.1.3.1 Misión

La misión de la empresa es proveer potencia y energía eléctrica en su área de concesión de la Provincia de Cotopaxi, en forma suficiente, confiable, continua y al precio justo, de tal manera que se tienda al desarrollo socio económico de la sociedad y de los sectores productivos de la provincia.

1.1.3.2 Visión

"La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. líder en el sector eléctrico del país, garantiza un excelente servicio eléctrico durante las 24 horas diarias"

1.1.3.3 Área de concesión

Para la distribución y comercialización de la energía eléctrica ELEPCO S.A. tiene la concesión de los cantones: Latacunga, Salcedo, Pujilí, Saquisilí, Sigchos, Pangua y La Mana, de la provincia de Cotopaxi. Una restricción en la concesión de servicio, lo constituye la ciudad de La Mana, que es servida por la empresa eléctrica EMELGUR.

1.1.3.4 Fuentes de suministro de energía eléctrica

El sistema eléctrico de ELEPCO S.A. cuenta con dos fuentes de suministro de energía. La Generación Local representa un importante aporte de energía, mientras que los Nodos del S.N.I. (S/E Ambato y S/E Mulaló) le significan las fuentes de mayor aporte de la energía consumida.

a. Generación Local

La Generación Local esta conformada por cinco Centrales Hidráulicas, ubicadas en diferentes sectores de la provincia. La capacidad instalada, disponible para la generación de energía eléctrica, suma 15.2 MVA de potencia total.

Las centrales de mayor aporte energético son las centrales hidroeléctricas denominadas como: Illuchi 1 e Illuchi 2, cada una con capacidades de 5.24 MVA y 6.5 MVA respectivamente. Estas centrales se encuentran ubicadas en la parroquia de Pusuchisi al oriente de la ciudad de Latacunga, aproximadamente a 9 Km de distancia.

Las centrales hidroeléctricas de menor aporte se encuentran en el sector occidental de la provincia y son: El Estado en el cantón La Mana con 2,125 MVA; Catazacón en el cantón Pangua con 1.0 MVA y Angamarca en el cantón Pujilí con 0.375 MVA. (Ver tabla 1.3)

Central Generación	Illuchi 1 Hidráulica	Illuchi 2 Hidráulica	El Estado Hidráulica	Catazacón Hidráulica	Angamarca Hidráulica
Capacidad (KVA)	5244	6500	2125	1000	375
Voltaje (V)	2400	2400	4160	440	4160
Frecuencia(Hz)	60	60	60	60	60
Fp	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
No Grupo	4	2	2	2	2
Año que entró en servicio	1951	1979	1986	1991	1994

Tabla 1.3: Centrales de generación local

Fuente: ELEPCO S.A

b. Nodos del S.N.I.

Son dos los nodos de interconexión con el Sistema Nacional, para la provisión de potencia y energía disponible en el MEM. Por la ubicación estratégica dentro del sistema eléctrico de ELEPCO S.A y por la cantidad de potencia y energía que fluye por él, toma mayor importancia el nodo ubicado en la S/E Mulaló (cercano al mayor centro de carga y con un flujo que significa el 62,7% de la energía eléctrica disponible).

Esta subestación se interconecta a la línea de transmisión Pucará - Santa Rosa a 138 kV y cuenta con un transformador de 50/63 MVA, que reduce el voltaje de 138 kV a 69 kV; dispone de regulación automática bajo carga.

El otro nodo fuente esta en la S/E Ambato, y normalmente dota de energía solo al cantón Salcedo, y fabrica de cementos ROCACEM. Esta subestación se interconecta con las líneas de transmisión Pisayambo - Totoras a 138 kV del S.N.I. y cuenta con un transformador de 33/44 MVA que reduce el voltaje de 138 a 69 kV; no dispone de regulación automática bajo carga.

1.1.3.5 Sistema de subtransmisión

El sistema de subtransmisión de ELEPCO S.A. tiene varios niveles de voltaje que van desde 13.8 kV hasta 69 kV, conforme se indica en la tabla 1.4 que resume la información de las líneas de subtransmisión que interconectan las centrales de generación de energía con los centros de carga (subestaciones de distribución).

Tramo	Voltaje (Kv)	Conductor Calibre	Tipo	Longitud (Km)
S/E Ambato - S/E Salcedo	69	300 MCM	ACSR	28.00
S/E Salcedo - Derv San Juan	69	300 MCM	ACSR	5.79
Derv San Juan - S/E Rocacem	69	300 MCM	ACSR	0.80
Derv San Juan - S/E San Rafael	69	300 MCM	ACSR	1.21
S/E San Rafael - S/E El Calvario	13.8	3/0 AWG	ACSR	2.00
S/E San Rafael - S/E El Estado	13.8	3/0 AWG	ACSR	84.60
Illuchi 1 - S/E El Calvario	22	2 AWG	Cu	9.00
Illuchi 2 - S/E El Calvario	13.8	477 MCM	ACSR	7.65
S/E San Rafael - Derv Laigua	69	266.8 MCM	ACSR	9.00
Derv Laigua - S/E La Cocha	69	266.8 MCM	ACSR	6.00
Derv Laigua - S/E Mulaló	69	266.8 MCM	ACSR	9.00

S/E Mulaló - S7E Lasso	69	266.8 MCM	ACSR	6.50
S/E Lasso - S/E Sigchos	69	266.8 MCM	ACSR	33.90

Tabla 1.4 Líneas de subtransmisión

Fuente: ELEPCO S.A

Las Subestaciones de distribución del sistema ELEPCO S.A. cuentan con 54.25/65.95 MVA de capacidad instalada, mientras que las subestaciones de elevación cuentan con 15.625 MVA, como se observa en la tabla 1.5

Subestación	Voltaje	Conexión	Capacidad
	(KV)		(MVA)
S/E Salcedo	69.0/13.8	Dy 1	5
S/E San Rafael	69.0/13.8	Dy 1	10/13.5
S/E El Calvario (T1)	23.0/13.8	Dy 1	4/5.2
S/E El Calvario (T2)	23.0/6.3	Yy	3 x 1.75
Illuchi 1	2.4/22.0	Dy 1	3 x 1.75
Illuchi 2	2.4/13.8 69.0/13.8	Yd 5	6.5
S/E La Cocha	138/69.0	Dy 1	10/12.5
S/E Lasso V. (T1)	69.0/13.8	Dy 1	10/12.5
S/E Lasso N. (T2)	69.0/13.9	Dy 1	20
S/E Mulaló	69.0/13.10	Dy 1	10/12.5
S/E Sigchos	4.16/13.8	Dy 1	5
S/E El Estado	0.44/13.8	Ynd 11	2.5
S/E Catazación	4.16/13.8		1
S/E Angamarca			0.375

Tabla 1.5: Subestaciones de distribución y elevación

FUENTE: Elepco S.A

1.1.3.6 Sistema de distribución primario

El sistema de distribución primario es exclusivamente de tipo radial y al momento cuenta con dos niveles de voltaje: 6.3 kV y 13.8 kV. Así, la ciudad de Latacunga se caracteriza por estar servida en su centro histórico por una red subterránea de distribución a 13.8 kV y redes aéreas de distribución primaria a 13.8 kV y también a 6.3 kV, alimentadas por la S/E El Calvario. Estas redes de 6.3 kV están por ser reemplazadas por nuevas redes de 13.8 kV.

El sistema de distribución tiene varios alimentadores extremadamente extensos cuyos centros de carga se encuentran alejados de la fuente de suministro (subestación) y que inciden notablemente en el porcentaje de pérdidas técnicas. Uno de ellos fue hasta inicios del 2002, el alimentador Lasso-Sigchos el cual fue dividido en dos alimentadores que serán alimentados desde las subestaciones Lasso y Sigchos. Esta última es una nueva subestación ubicada en el centro de carga del cantón Sigchos.

1.1.3.7 Red de distribución secundaria

La red de distribución secundaria es exclusivamente radial con niveles de voltaje: 210/121V en circuitos trifásicos a cuatro hilos y 240/120V en circuitos monofásicos a tres hilos / dos hilos.⁵

1.1.4 SISTEMA ELECTRICO DE POTENCIA

El estudio de los sistemas eléctricos de potencia está relacionados con la generación, distribución y utilización de la energía eléctrica.⁶

1.1.4.1 Línea de distribución trifásica

Es aquella que sale desde el transformador trifásico hasta su respectiva carga, su voltaje es 13.8 KV.

1.1.4.2 Línea de distribución monofásica

Es una de las líneas que sale de la fuente trifásica acompañada del neutro, su voltaje es 7.9 KV.

1.1.4.3 Redes de distribución de baja tensión

A través de la línea de distribución monofásica es conectado un transformador monofásico. De cuya máquina estática sale tres conductores monofásico y un neutro que es conocida como línea de BT, su voltaje es 220, 110 V.

1.1.4.4 Líneas de distribución subterráneas

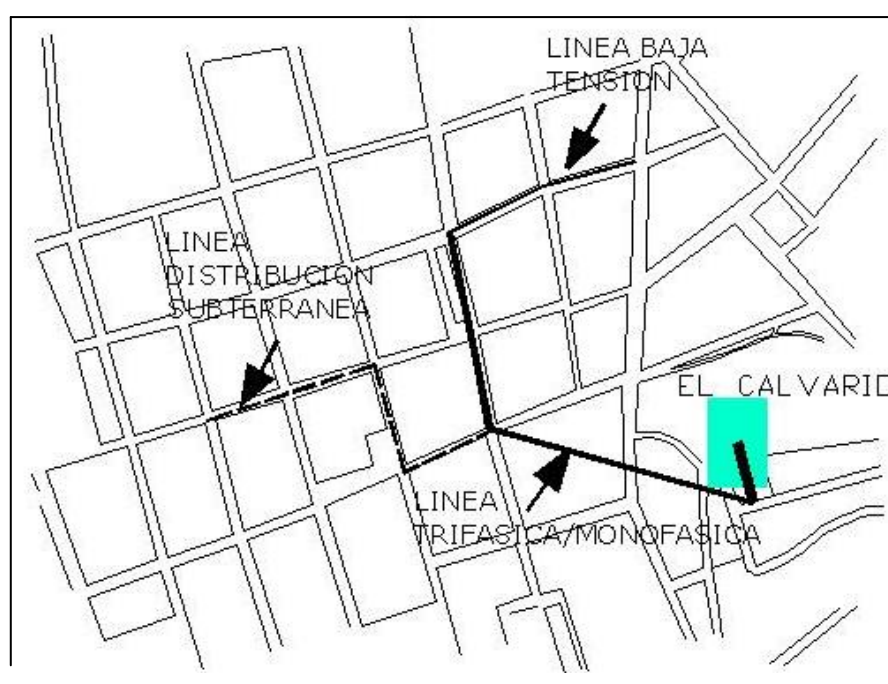
⁵ DIRECCION DE PLANIFICACION ELEPCO S.A

⁶ CENTRALES ELECTRICAS, ENRÍQUEZ HARPER, TOMO I

Son líneas que se encuentran en el interior del suelo que son conducidos por medio de cunetas, para la corriente monofásica se emplean cables de dos conductores y tres en la trifásica. El cable de cuatro conductores tiene aplicación en las redes de baja tensión

En la figura 1.4 se puede observar una ejemplificación del sistema eléctrico de potencia.

Figura 1.4 Sistema eléctrico de potencia



1.1.5 LA SUBESTACIÓN

Es el conjunto de máquinas, aparatos y circuitos que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica y de permitir el suministro de la misma al sistema y líneas de transmisión existentes.

1.1.5.1 Subestaciones elevadoras

Estas subestaciones se encuentran adyacentes a las centrales generadoras y permiten modificar los parámetros de la potencia suministrada por los generadores, para permitir la transmisión de la energía eléctrica a través de las líneas de transmisión a tensiones más elevadas de las de generación que esta en el rango de 138kv/230kv.

1.1.5.2 Subestaciones receptoras (reducción)

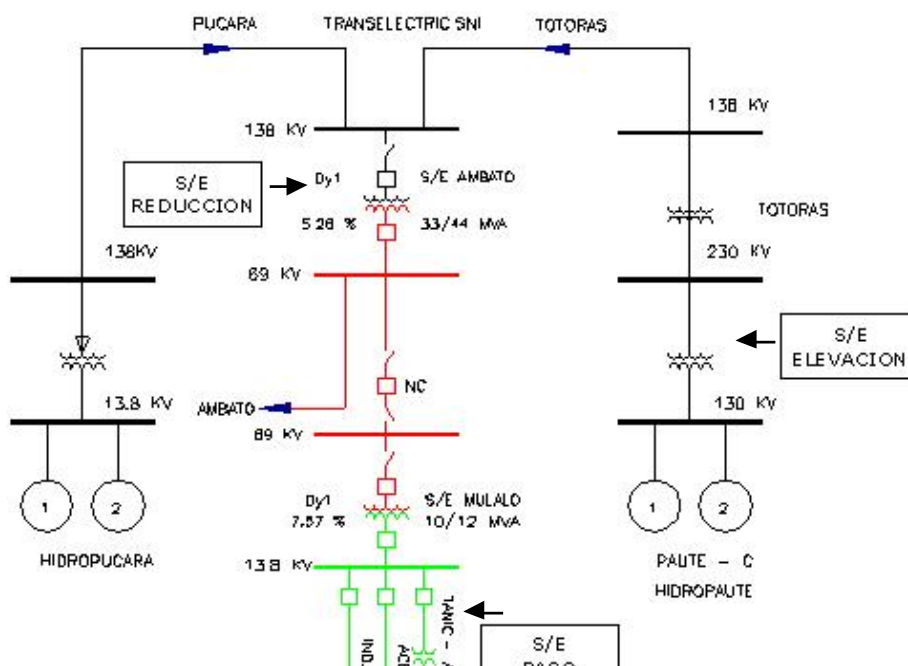
Se alimentan directamente de las líneas de transmisión y reducen la tensión a valores menores según sea el nivel de la transmisión y reducen la tensión a valores según el nivel de la transmisión, ya sea para ser usadas en subtransmisión o en distribución según sea el caso, niveles comunes de tensión de salida de estas subestaciones son 13.8, 69, 7.9 KV.

1.1.5.3 Subestaciones paso (interconexión)

Se alimentan de las líneas de transmisión de 138 KV, se utiliza para bajar la caída de tensión.

En la figura 1.5 se observan los diferentes tipos de Subestaciones en diagrama unifilar.

Figura 1.5: Subestaciones



Fuente: ELEPCO S.A.

1.1.5.4 Subestaciones móviles de alta tensión

Subestaciones móviles deben ser entendidas como unidades de reserva para varias subestaciones convencionales con la facilidad de poder ser conectadas al sistema, en corto espacio de tiempo(ver figura 1.6)⁷

1.1.5.4.1 Utilización

- ❖ Es importante al asegurar, rápidamente la reposición de los servicios de energía en emergencias, tales como incendios, desastres naturales, inundaciones, o reponiendo centros vitales, tales como áreas de conservación de alimentos, productos medicinales, hospitales, escuelas, cargas temporarias para obras o estacionales, etc.

- ❖ Al hablar de una empresa de distribución de energía eléctrica es siempre la continuidad de los servicios. A pesar de las precauciones tomadas pueden ocurrir averías en las subestaciones de distribución. La rápida restauración de los servicios puede significar reducción de pérdidas de facturación y mejor relación con los consumidores. A título estadístico, podemos afirmar que el tiempo requerido para el restablecimiento de los servicios en caso de avería en

⁷ WWW.IRSE.COM/SUBESTACIONESMOVILES

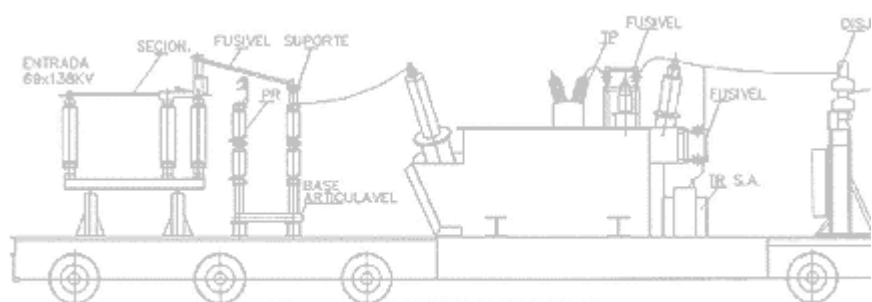
un transformador es de 3 a 6 días. Con la utilización de subestaciones móviles, el servicio es restablecido en un plazo de 1 a 10 horas.

- ❖ Las Subestaciones móviles son una opción ventajosa para las concesionarias en el restablecimiento, en corto tiempo, del suministro de energía en casos de emergencia, anticipación de energización en obras prioritarias y minimización del tiempo de corte de instalaciones, donde estén siendo ejecutados servicios de reparaciones o modificaciones.

- ❖ Las Subestaciones móviles pueden servir también, temporalmente a nuevos consumidores, aumento de carga en instalaciones existentes, dando al consumidor la facilidad de poder implantar nuevas ampliaciones en la propia subestación.

Figura 1.6: Subestación móvil⁸

⁸ UNA DE LAS EMPRESAS QUE SE DEDICA A LA FABRICACIÓN DE SUBESTACIONES MÓVILES PARA CUALQUIER NIVEL DE TENSIÓN Y POTENCIA ES TRAF0, SIEMENS Y ABB.



1.2 DEFENSA CIVIL

Es una actividad que desarrolla el estado a favor de la comunidad, para prevenir, atender y remediar desastres de origen natural y antrópico (causados por el hombre), y se cumple a través del sistema Nacional de Defensa Civil.

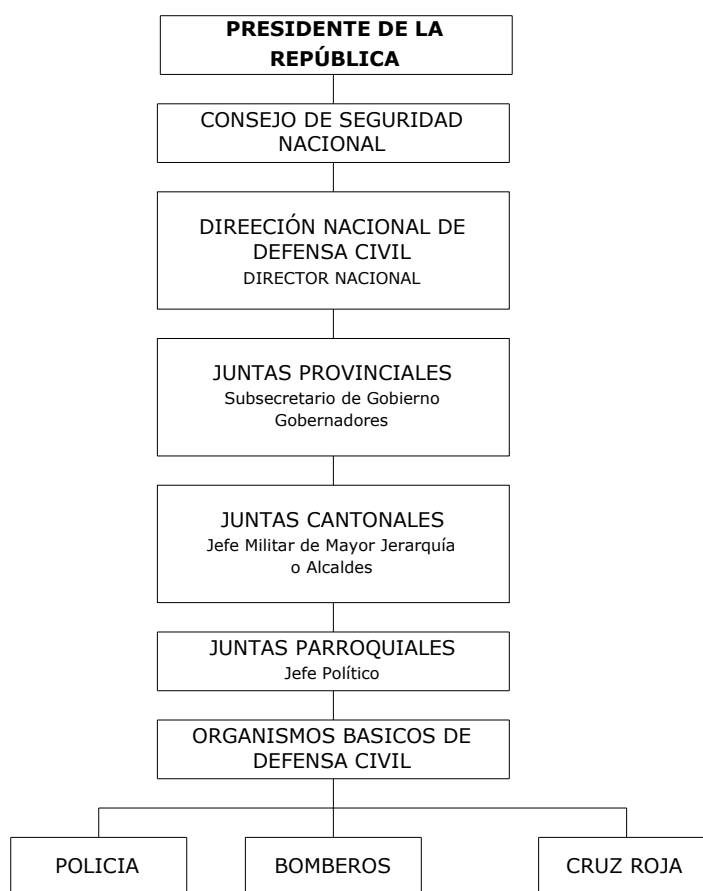
1.2.1 SISTEMA NACIONAL DE DEFENSA CIVIL

Su máxima autoridad es el Presidente de la República.

Esta integrado por:

- ❖ La dirección Nacional de Defensa Civil,
- ❖ Sus Juntas Provinciales,
- ❖ Jefaturas Cantonales y
- ❖ Parroquiales.
- ❖ Además todas aquellas entidades del Estado necesarias para ejecutar las acciones de prevención, atención y rehabilitación:
 - ❖ Instituciones técnicas,
 - ❖ Ministerios,
 - ❖ Fuerza Armadas,
 - ❖ Los organismos básicos y
 - ❖ Algunos organismos privados como medios de comunicación y radio aficionados. (Como indica en la figura 1.7)

Figura 1.7 Organigrama de la Defensa Civil.



1.2.2 FASES DE UN DESASTRE

1.2.2 FASES DE UN DESASTRE

La acción de apoyo a la comunidad por parte de Defensa Civil, se manifiesta de acuerdo con las tres fases de un desastre:

ANTES : Prevención, mitigación, preparación y alerta

DURANTE : Atención

DESPUÉS : Rehabilitación y reconstrucción

1.2.2.1 Fase antes.

Ante la eventual ocurrencia de un evento adverso, Defensa Civil ejecuta algunas acciones orientadas a evitarlo o, reducir los efectos que podría causar.

a) Prevención.

Comprende el conjunto de medidas tendientes a impedir que los sucesos naturales, o los producidos por la mano del hombre causen desastres.

b) Mitigación

Es el resultado de una intervención dirigida a reducir riesgos

c) Preparación.

Es el conjunto de medidas y acciones cuyo objetivo es reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños, organizando oportuno y eficazmente las etapas de respuesta y rehabilitación

d) Alerta.

Es el estado declarado con el fin de tomar precauciones específicas, debido a la probable y cercana ocurrencia de evento catastrófico.

De acuerdo a las normas internacionales, se considera cuatro niveles de alerta que se pueden identificar en la tabla 1.6.

Grado de alerta	Fenómenos observados	Interpretación: Una erupción violenta puede ocurrir dentro de un período de:	Acciones a desarrollarse por el comité de manejo de emergencias y sus departamentos
------------------------	----------------------	--	---

I Blanco	Cismicidad local anormal ; algunas deformaciones del suelo; incremento de la temperatura de las fumarolas	Meses o años	Informar a todas las autoridades involucradas. Revisar y actuar los planes de emergencia
II Amarilla	Significativo incremento de la actividad sísmica local, de la tasa de deformaciones del suelo, etc	Semanas o meses	Verificar la disponibilidad de personal y equipos para una posible evacuación. Verificar inventarios de materiales y suministros para intervenir en caso de emergencia
III Naranja	Dramático incremento de las anteriores anomalías; localmente se sienten los sismos volcánicos	Días o semanas	Anunciar al público sobre la posible emergencia y las medidas a tomarse para su manejo. Movilización de personal y equipos para una posible evacuación. Medidas temporales de protección contra la caída de ceniza.
IV Roja	Extenso temblor sísmico: incremento de la actividad eruptiva	Horas o días	Evacuación de la población que habita las zonas de riesgo.

Tabla 1.6: Grados de alertas

Fuente: Dirección de proyectos y extensión ESPE

1.2.2.2 Fase durante

Cuando ha ocurrido un evento destructivo, inmediatamente Defensa Civil pone en marcha los mecanismos RESPUESTA O ATENCIÓN, orientadas a atender oportunamente a la población afectada con el fin de salvar vidas, reducir el sufrimiento y disminuir pérdidas.

En esta etapa se activa el centro de operaciones de emergencia (COE) dirigido por el gobernador de la provincia en su calidad de presidente de la Junta Provincial de Defensa Civil.

El COE funciona con siete áreas de trabajo, cada uno de las cuales esta conformada por las instituciones que cumplen las actividades afines y complementarias asignadas a cada área.

1.2.2.3 Fase después

Una vez controlada la situación inicial, la Defensa Civil conjuntamente con los organismos pertinentes, inicia la etapa de rehabilitación, que es la recuperación a corto plazo de los servicios básicos y el inicio de la reparación del daño físico, social y económico causado por el evento adverso.

Luego emprende la etapa de reconstrucción, que es el proceso de reparación a mediano y largo plazo de los daños ocurridos a un nivel de desarrollo igual o superior a lo que tenía la comunidad antes del desastre⁹

1.3 METODOLOGÍA PARA ELABORAR UN PLAN DE CONTINGENCIA

Para elaborar un plan de contingencia se debe seguir la siguiente secuencia:

1. Análisis
2. Investigación en el terreno
3. Discusión y análisis
4. Elaboración del mapa
5. Plan de contingencia eléctrico

1.3.1 Análisis.

Se analizará muy profundamente con datos históricos fidedignos lo que ha pasado en otras ocasiones con este tipo de eventos.

1.3.2 Investigación del terreno.

Se lo realiza haciéndonos las siguientes preguntas:

⁹ FOLLETOS DE LA DEFENSA CIVIL.

- ❖ ¿Dónde están los riesgos y recursos?
- ❖ ¿Cómo podría pasar?

Un ejemplo se puede observar en la tabla 1.7

TIPO	LUGAR	ACCIONES
Encontrar todos los riesgos existentes	Ubicar todos los sectores en donde podrían ocurrirse determinadas circunstancias por efecto del tipo de riesgos localizados.	Listar todas las acciones que se ha de realizar para evitar, mitigar o corregir posibles daños por efectos del riesgo.

Tabla 1.7: Riesgos

1.3.3 Discusión y análisis.

Con todos los miembros del Comité se discutirá para priorizar acciones.

1.3.4 Mapa de riesgo.

Es una carta topográfica donde se encuentra las zonas de riesgo, recursos afectados y albergues. (ver figura 1.8)¹⁰

¹⁰ SEMINARIO DE FORMACION DE CAPACITADORES EN REDUCCION DE RIESGO VOLCANICO DEL COTOPAXI, ESPE – SANGOLQUI, ING. EDUARDO AGUILERA

CAPITULO II

2.1 RESEÑA HISTORICA DEL CANTON LATACUNGA

Al igual que todas las provincias del país, guarda en su suelo un cúmulo de etapas diversas, enmarcadas en la lucha y el tesón de sus hijos, en pro de la independencia y es así que la capital fue fundada en 1534 por Antonio Clavija; en los albores del año 1573, Latacunga pertenecía al corregimiento de Riobamba

Todo lo que hoy es la provincia de Cotopaxi, antes estuvo poblada por los Panales que se extendió hasta el Tungurahua y la provincia de los Ríos.

La independencia fue proclamada el 11 de noviembre de 1820, la provincia fue creada el 6 de Marzo de 1851, mediante decreto ejecutivo sancionado el 26 de Marzo del mismo año, en la presidencia de Don Noboa Arteta.

2.1.1 CARACTERISTICAS GENERALES**2.1.1.1 Características físicas**

Ubicación	Provincia de Cotopaxi, Norte de la Hoya de Latacunga – Ambato
Superficie	138.38 Km ²
Altura	2770 m.s.n.m
Limites	Norte: Provincia de Pichincha
	Sur : Cantón Salcedo
	Este : Provincia del Napo

Oeste: Cantones Pujilí, Saquisilí y Sigchos

2.1.1.2 Relieve e hidrografía

Esta provincia se encuentra en la hoya central oriental del Patate, en la que se encuentra, limita al norte con el nudo de Tiopullo y con alturas de Casaguala al suroeste. Existen valles y páramos como los de Sigchos, Mulaló, Pastocalle y Mulatos, que modelan su orografía, donde se imponen la majestuosidad del Cotopaxi de 5126m, considerado el volcán más alto del mundo, Ilinizas al norte con 5126 m, Ilinizas al sur con 5248m y el Putzalagua a 3512 m.

Los principales ríos que bañan la provincia son Cutuchi, Toachi, Yanayacu, Nagsiche, Chalupas, Illuchi, Patoa y Pumacunchi. El suelo de los valles es magnífico para la agricultura que produce maíz, trigo, cebada, frutas, hortalizas, y legumbres en la sierra: caña de azúcar, banano y varios productos tropicales en el sector occidental. Posee extensas áreas de bosques ricos en maderas finas como roble, laurel, nogal y aliso entre otras.

2.1.1.3 Clima

Varía gélido en la alta cumbre a los 4500 m.s.n.m páramo en altas mesetas, mesotérmico húmedo, semihúmedo y tropical monzón en las partes bajas y hacia la costa.

La temperatura oscila entre 2 y 17°C la misma que no son extremas para el turismo por lo que puede existir afluencia turística todo el año.

2.1.1.4 División Política

La ciudad de Latacunga consta de cinco parroquias urbanas y diez rurales que son:

2.1.1.4.1 Parroquias urbanas.-

- Eloy Alfaro,
- Ignacio Flores,
- Juan Montalvo,
- La Matriz,
- San Buenaventura

2.1.1.4.2 Parroquias rurales.-

- **Aláquez,**
- **Belizario**
- **Quevedo,**
- **Guaytacama,**
- **Joseguango**
- **Bajo,**
- **Mulaló,**
- **11 de Noviembre,**
- **Poaló,**
- **San Juan de Pastocalle,**
- **Tanicuchi y**
- **Toacaso**

2.1.1.5 Vías de comunicación

La ciudad de Latacunga cuenta la con la carretera panamericana que une a las provincias del centro del país

así como a las provincias de la Costa, no así a la parte Oriental

2.1.1.6 Medios de comunicación

El cantón Latacunga cuenta con todos los medios de comunicación colectiva, como prensa, radio, televisión y radiodifusoras con cobertura al centro del país así como cuenta con dos medios televisivos que cubren toda la provincia de Cotopaxi.

2.1.1.7 Actividad económica

Las principales actividades se refieren al sector terciario, es decir al comercio al por mayor y menor, restaurantes y hoteles; almacenamiento y comunicaciones; establecimientos financieros, seguros, bienes inmuebles; servicios prestados a la empresa; servicios comunales, sociales y personales que ocupan el 39.6% de la producción económicamente activa.

En la agricultura ocupa el 39.7% de la población económicamente activa.

Las ganaderías vacuna y ovina producen carne y leche de gran calidad. La agroindustria de productos lácteos, alimenticios, envasados de aguas minerales, la pequeña y gran industria, metálica y artesanal, es generadora de empleo y de recursos económicos que activan la economía de la provincia

La explotación de minas de salitre, calizas y arcillas es otra actividad industrial y artesanal que influye laboral y económicamente en la vida del Cotopaxense.

En la tabla 2.1 se puede identificar claramente las actividades económicas de las parroquias del cantón Latacunga.

PARROQUIA	TRABAJADORES AGRICOLAS	TRABAJADORES MANUFACTUREROS	DEL SECTOR TERCIARIO
Matriz	11.598	9904	16289
Aláquez	2750	431	641
Belisario Quevedo	2656	186	502
Guaytacama	1871	966	905
Joseguango bajo	1445	237	233
Mulaló	4764	582	366
11 de noviembre (Ilinchisi)	855	184	429

Poalo	2540	215	221
San Juan de Pastocalle	4486	880	723
Tanicuchi	3449	1573	2032
Toacaso	3655	158	502
TOTAL	39769	15316	22844 ¹²

Tabla 2.1: Actividades económicas por parroquias

Fuente: Ilustre Municipio de Latacunga

2.2 VOLCAN COTOPAXI

2.2.1 SITUACIÓN GEOGRAFICA DEL VOLCAN COTOPAXI

El volcán Cotopaxi está ubicado en la Cordillera Real de Ecuador, en la planicie del Limpiopungo de la provincia de Cotopaxi, a 35 Km. al noreste de Latacunga y a 40 Km al sureste de Quito. (ver figura 2.1)

¹² RESUMEN DEL PLAN ESTRATEGICO DE LA ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE LATACUNGA.
ELABORADO POR: ALTAMIRANO - LEMA

Figura 2.1: Situación geográfica



2.2.2 RESEÑA HISTÓRICA DEL VOLCAN COTOPAXI

Desde hace 500 años, en tiempos históricos, se ha contabilizado numerosas erupciones del Cotopaxi que han destruido los valles cercanos, su última erupción sin mayor importancia fue en 1906, reactivándose en 1944 y 1975 pero con poca fuerza, de donde ninguna de estas reactivaciones será tomada en análisis para el presente trabajo.

El carácter explosivo de sus erupciones y la gran cantidad de material incandescente ha generado numerosos flujos de lodo que han llegado hasta el Océano Pacífico, históricamente estos flujos han

recorrido doce veces por el cauce del Río Cutuchi, por el Río Pita tres veces y cuatro veces por el Río Napo.

Sin embargo en tiempos prehistóricos se han presentado lahares o aluviones de gravísimas consecuencias, como hace 2.400 años cuando un lahar gigante producido aparentemente por un deslizamiento de grandes dimensiones, sepultó gran parte de los valles de los Chillos y Tumbaco, alcanzando hasta 130 metros sobre los causes de los ríos principales.

Un aluvión similar no podría ser posible hoy en día debido a la poca cantidad de hielo, la nieve perpetua se ubica hoy a partir de los 4.900 m.s.n.m mientras que hace 2.400 años se pudo ubicar a sólo 4.000 m.s.n.m, lo que significa que la cantidad de hielo y nieve fue mucho mayor.

2.2.3 DATOS HISTÓRICOS:

PERIODO 1742-1768

En la tabla 2.1 se puede observar algunos datos históricos de las erupciones del volcán Cotopaxi.

No	Año	Mes	Día	Hora	Referencia
1	1742	06	24	01:00	P. Muñoz de Chamorro 1746
2	1742	12	09	13:00	P. Muñoz de Chamorro 1746
3	1744	11	30	19:30	Cedulario de Latacunga
4	1757	12	19	10:00	Paredes, 1982
5	1766	02	10	12:00	Cedulario de Latacunga
6	1768	04	04	05:00	Diguja, 1768

Tabla 2.1 Datos históricos

Fuente: Seminario "Formación de capacitadores en reducción de riesgo volcánico".

2.2.4 ERUPCION DE 1877

A continuación se detalla la erupción más fuerte que ha sucedido en los últimos tiempos, como es la del 26 de junio de 1877.

Desde el inicio de ese año se presentaron varias señales precursoras; aparición de una densa columna de humo y explosiones que causaron un gran sobresalto.

El 21 de abril, entre las 07H:00 y 22H:00, se presentó el primer episodio eruptivo, que estuvo restringido a la inmediata vecindad del cono.

La actividad explosiva continuó, intermitentemente, hasta el 25 de junio. Una fuerte explosión levantó, desde el cráter, una columna, de humo negro y cenizas, que se expandió por la atmósfera.

El 26 de junio, a las 06H:30 se reincidió una fuerte actividad explosiva con la formación de una columna de cenizas.

A partir de las 10H:00 el volcán comenzó la fase paroxísmica de la erupción.

.. La lava ígnea del cráter del volcán entró en efervescencia y ebullición lanzándose con una rapidez extraordinaria sobre los flancos del cono

... Una masa negra (la lava) brotaba humeante y con gran turbulencia simultáneamente sobre todo el rededor del cráter como la espuma que, de una olla de arroz colocada sobre el fuego, comienza de un imprevisto a hervir y rebosar.

2.2.5 HISTORIA ERUPTIVA DEL VOLCAN COTOPAXI

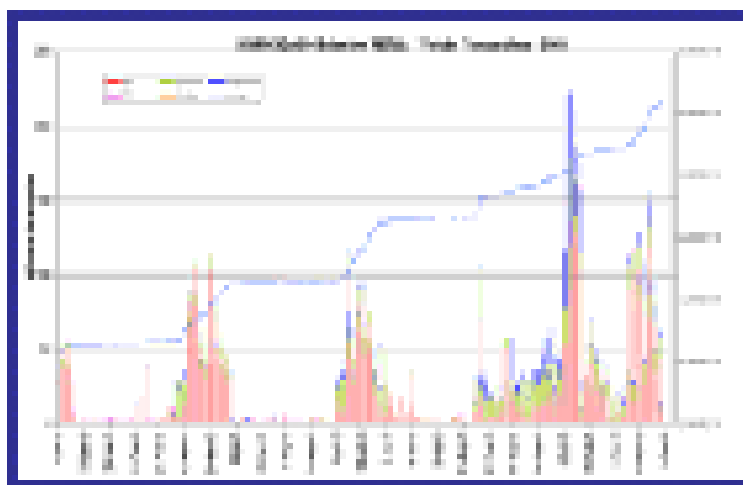
En los últimos 2,000 años se han podido establecer 18 erupciones, las mismas que han tenido un reposo temporal de:

- Prehistóricos: 15 a 187 años
- Históricos: 24 a 210 años

En el siglo pasado se ha producido tres erupciones, que fueron en 1906, reactivándose en 1944 y 1975 pero con poca fuerza.

En los primeros meses del año 2001, el volcán presentó anomalías como fumarolas, calentamiento del cráter aumento de niveles de sismos(ver figura 2.2); esto ha provocado que los organismos gubernamentales esteren alertados y capacitados para disminuir el riesgo.

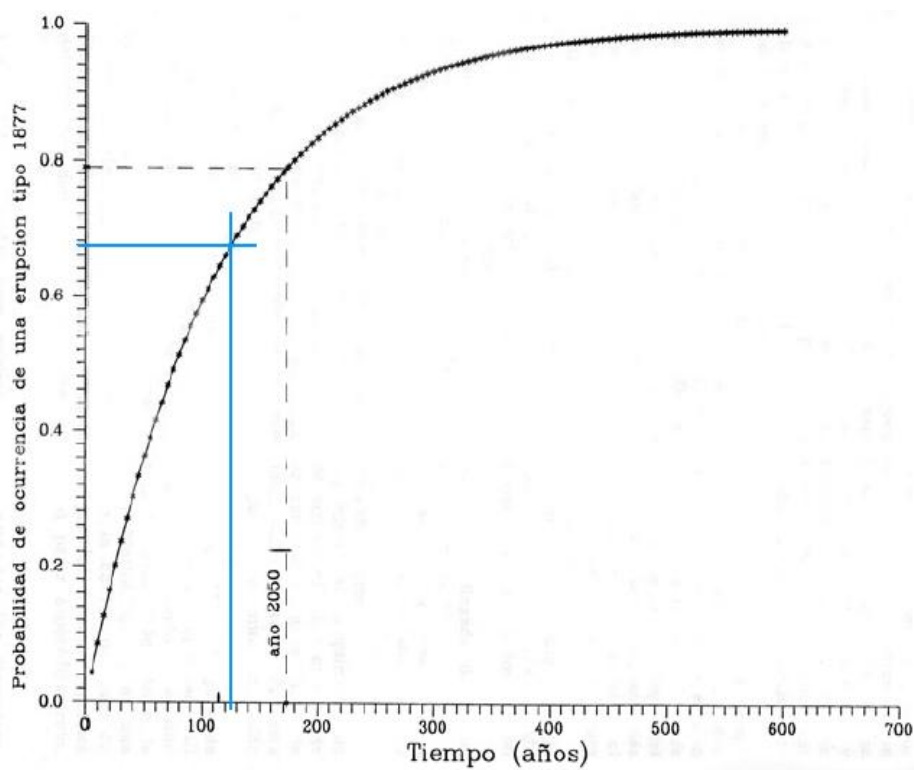
Figura 2.2: Sismicidad del volcán Cotopaxi



De acuerdo a los datos históricos, el volcán presenta una probable erupción en un lapso de 24 a 210 años. En los actuales momentos tenemos un lapso de : $1877 - 2004 = 127$ años, lo que quiere decir que tenemos una probable erupción del 67 %.

En la figura 2.3 se puede observar la curva del evento máximo probable una curva en la que claramente se puede identificar la probabilidad de ocurrencia de una Erupción del Tipo de 1877ya que esta es una de las erupciones más fuertes que ha sufrido la ciudad de Latacunga.

Figura 2.3 Curva Del Evento Máximo Probable.



2.3 TOPOLOGIA DE LA RED ELECTRICA DEL CANTON LATACUNGA

En la tabla 2.2 se detalla las salidas de las diferentes subestaciones de la ciudad de Latacunga, en la que se indica la potencia en cada una de ellas.

El cantón Latacunga cuenta con cinco subestaciones, las mismas que son las encargadas de suministrar energía a toda la ciudad.¹³

En la siguiente página se encuentra el diagrama unifilar del Sistema de Subtransmisión.

¹³ FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: ALTAMIRANO - LEMA

01 S/E EL CALVARIO			
Salida #	Alimentador	Potencia (KVA)	Hoja #
01	ORIENTAL	2536.5	1 de 1
02	I SUR	8565,5	2 de 1
03	REDES SUBTERRA	3552	3 de 1
TOTAL		14654	
RECONECTADOR 4 ESQUINAS		2917,5	
02 S/E LA COCHA			
Salida #	Alimentador	Potencia (KVA)	
01	YUGSILOMA	1554	1 de 2
04	LA FAE	4134	2 de 2
05	NORTE LATACUNGA	5309	3 de 2
TOTAL		10997	
03 S/E LASSO			
Salida #	Alimentador	Potencia (KVA)	
04-10	PAST-TOACAZO	5730	2 de 3
05-10	TEXTILES RIO BLAN	1200	
02-10	S AGUSTIN DE CALLO	1130	5 de 3
04-20	CENTRO-N-LASSO	1076,5	1 de 3
05-20	ACOSA	3600	
06-20	FAMILIA SANCELA	2500	
TOTAL		15236,5	
04 S/E MULALO			
Salida #	Alimentador	Potencia (KVA)	
01	IND NORTE	6092	1 de 4
02	TANICH-GUAYT	9675	2 de 4
03	JOSE GUANGO BAJO	3671	
04	ACEROPAXI		
TOTAL		19438	
05 S/E SAN RAFAEL			
Salida #	Alimentador	Potencia (KVA)	
01	SAQUISILÍ B.P	9852,5	1 de 5
02	PUJILI EL ESTADO	13321,2	4 de 5
TOTAL		23173,7 ¹⁴	

Tabla 2.2 Codificación de subestaciones de Latacunga

¹⁴ FUENTE: ELEPCO S.A
ELABORADO POR: ALTAMIRANO - LEMA

CAPITULO III

3.1 MICROLOCALIZACION DE RIESGOS Y RECURSOS

3.1.1 ANTECEDENTES

Los hechos históricos han facilitado a que los investigadores que lleguen a descubrir hechos que aporten a la solución de muchas hipótesis, por ende nuestro trabajo se complementa en la investigación sobre lo que pasó o pudo pasar en el evento de 1877, así como también las consecuencias que produjo la caída de ceniza sobre las líneas de distribución en la erupción del volcán el Reventador en Quito, finalizando con la cuantificación de la infraestructura activa de ELEPCO S.A.

3.1.2 ANALISIS HISTORICO

3.1.2.1 Historiografía de las plantas eléctricas en la ciudad de Latacunga

A fines del siglo pasado y principios de este, se dependía de la leña, o sea del fuego, para la energía calórica, así como para la iluminación, por medio de mecheros y velas, sean de sebo (grasa de los animales) o de cera.

La ciudad de Latacunga se encuentra localizada en el Callejón Interandino, hoy del Patate, en el sitio que fuera la región de Tajcunga, “ la tierra del curandero “, en el que moraban los Tajcungas en chozones disgregados entre Gualundún, que corresponde al barrio y zona del Calvario; y Guanailin, que corresponde a Belisario Quevedo. Es interesante observar que tal

asentamiento guarda cierta distancia con los cursos de los ríos, lo que parece ilógico si no fuera por el peligro de las avalanchas volcánicas del Cotopaxi.

Tal esplendor empieza a declinar por acción de la naturaleza todo el siglo XVII es altamente destructivo, con terremotos y erupciones del Cotopaxi, en especial el terremoto de 1698, la erupción de 1768, la de 1757 y el terremoto de 1797, que dejen cíclicamente todo en escombros, excepto pequeñas huellas, como arquearías y bóvedas que todavía existen, pero ocultas bajo las segundas plantas que se han construido a fines del siglo pasado y principios de este.

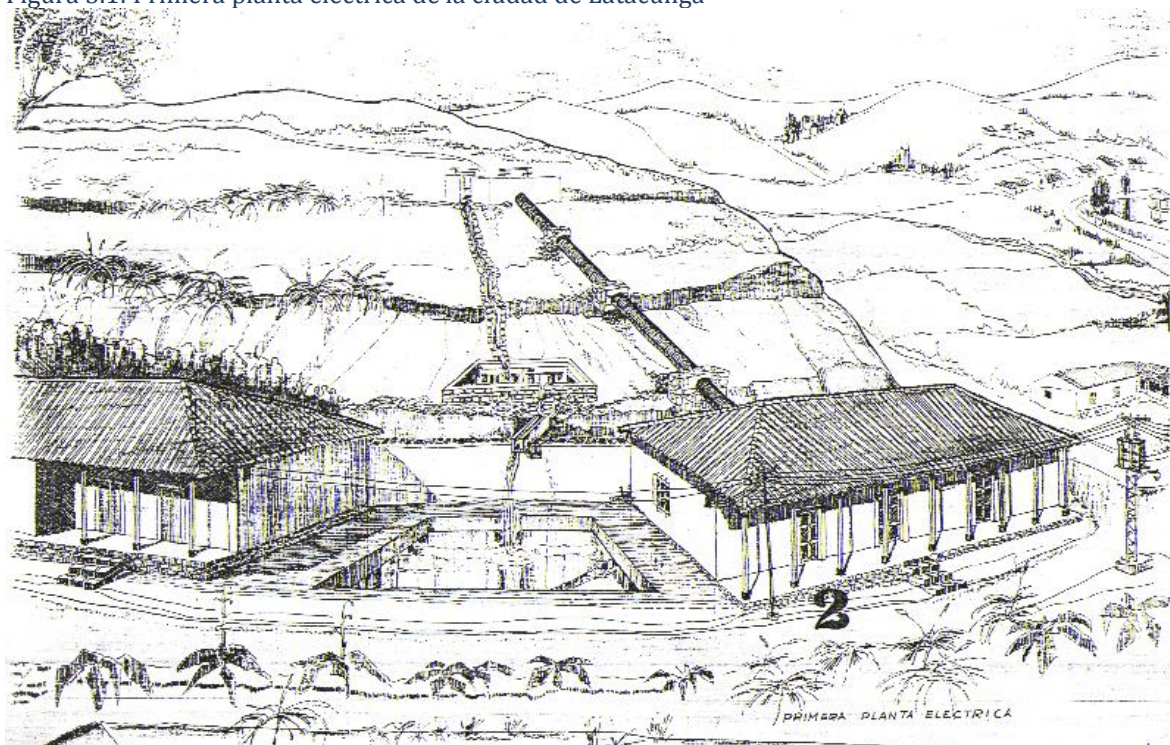
Con una observación no muy detenida podemos reconocer, sobre la época constructiva colonial, otra, republicana y neoclásica, en peligro de desaparecer.

En el aspecto urbano y arquitectónico se presenta dos épocas la colonial y la republicana, empezando ésta a partir de 1880, la construcción del Hospital General, el Puente Grande sobre el Cutuchi, el Cementerio General, la Gobernación de la Provincia, el Parque Vicente León y su Teatro, la Escuela de Artes y Oficios, el Palacio Municipal, el Parque Ignacio Flores.

3.1.2.2 Primera planta eléctrica

Esta estuvo localizada al sur oriente, tras del antiguo Estadio Municipal, hoy parte de la ESPE – LATACUNGA (como se indica en el figura 3.1) y como lo demuestra el siguiente Acuerdo:

Figura 3.1: Primera planta eléctrica de la ciudad de Latacunga



El Ilustre Municipio De Latacunga,

Considerando:

Que el día 11 de Abril de año 1909 se llevó a efecto la inauguración de la Primera Planta Eléctrica Municipal en beneficio de la ciudad.

Que la instalación de tan trascendental servicio público, determino, una nueva era de progreso, de engrandecimiento y prestigio a la Ciudad de Latacunga.

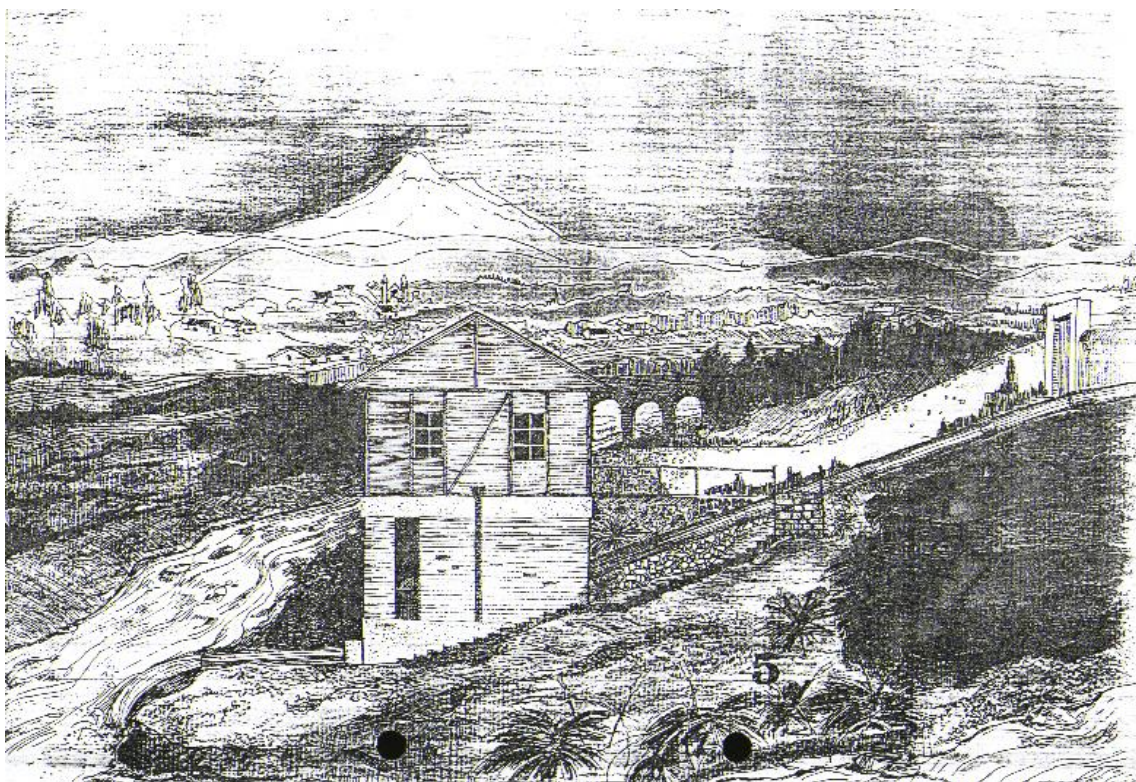
En la monografía de la Provincia de León, escrita por Neptalí Zúñiga, se señala que “ En el gobierno del General Eloy Alfaro, en el año de 1909, se inauguró la vieja planta eléctrica mediante gestiones del Ayuntamiento.

Es interesante anotar que la potencia de esta planta fue de 100 HP, y fue avaluada, para posible remate, en 50 mil sucres, por el Ing. Alfonso Velasco el de junio de 1953. Finalmente el 28 de julio del mismo año en “ consideración a una solicitud del Ilustre Consejo Municipal de Pangua, encaminada a pedir que se la haga la cesión o venta de la Planta Hidroeléctrica pequeña..... aprueba la donación de la Planta N° 1, como testimonio de solidaridad con el progresista cantón Pangua.....” Esta donación fue aprobada por el Consejo Provincial (8 de agosto)

3.1.2.3 Segunda planta eléctrica

Se ubica en la confluencia de los ríos Yanayacu y Cutuchi costado norte (como se indica en la figura 3.2) en la construcción de dos plantas: abajo la casa de máquinas, y arriba la vivienda del operador – cuidador.

Figura 3.2: Segunda planta eléctrica de la ciudad de Latacunga.



El contrato para la instalación de esta segunda planta lo suscribe el Dr. Manuel Eduardo Cepeda, con la Casa Rubbel y, el 31 de julio de 1932.

Según se manifiesta en la revista Municipal de noviembre de 1952, (director Luis Alberto Ricaurte) “ contrato para la instalación de la segunda planta eléctrica, con capacidad muy superior a las necesidades de la época.

Se inaugura en el año de 1935 en la presidencia del Consejo Municipal del Sr. Don.. Luis Fernando Ruiz.

Sin embargo, en el Álbum fotográfico del Sr. Samuel Poveda, se muestra la maquinaria hidroeléctrica, de fabricación Alemana, y el edificio que guarda la nueva maquinaria de la potente instalación hidroeléctrica municipal. Es construida de cemento armado. Se dice “sin embargo”, porque tal documento es de 1934, lo que indica que aún no estaban en funcionamiento, por una parte; y por otra parte, tal edificio fue con seguridad la primera construcción de cemento armado de la ciudad de Latacunga conjuntamente con el balcón del Palacio Municipal, balcón que no constaba en la planificación original.

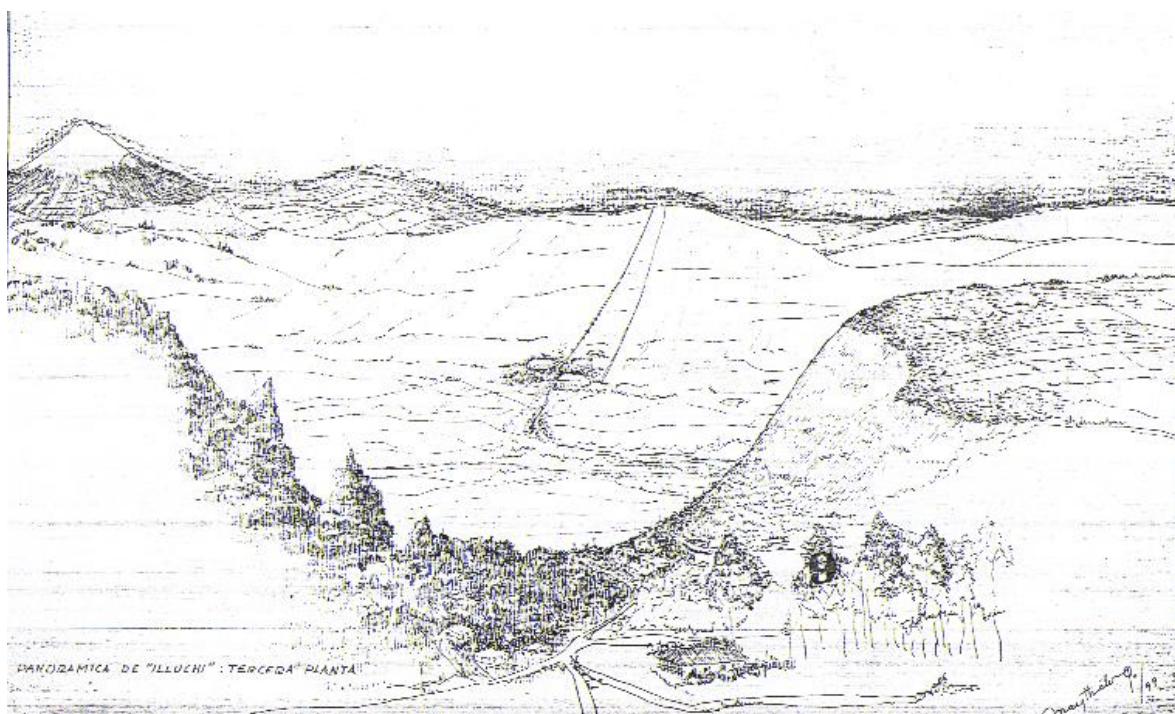
Con respecto a su potencia se señala el Ing. Alfonso Velasco que es de 333 HP y el precio de trescientos cincuenta mil sucres para el caso de estas plantas salieron a remate”. (27 de junio de 1953).

La planta funciona entonces hasta el año de 1953, casi los veinte años que fueron previstos.

3.1.2.4 Tercera planta eléctrica

Es así en el año de 1943, el Sr. Cesar Moya Sánchez, por tercera vez es elegido Presidente del Consejo Municipal; y como tal, gestiona la contratación de estudios previos con el Ingeniero Alemán Máx. Rueff para “ la instalación de una poderosa Planta eléctrica, según se lee en la revista municipal respectiva. (como se indica en la figura 3.3)

Figura 3.3: Tercera planta eléctrica de la ciudad de Latacunga



“ Un problema fundamental que ha venido preocupando será continuamente al Concejo cantonal y al Consejo Provincial es la obra trascendental de la nueva Planta Eléctrica, con una potencialidad de 2000 HP, con el laudable propósito de mejorar el servicio público y privado de luz, sino especialmente de crear una vigorizante fuente de trabajo para los hogares laticungueños mediante el establecimiento de industrias grandes y pequeñas.

En efecto el 13 de abril de 1948, se firma el contrato con la Casa Máx. Muller y Cia, para la provisión de todas las máquinas e implementos necesarios destinados para la nueva planta eléctrica según dice el Sr. Luis Alberto Ricaute: “ conocida con el nombre de Illuchi; máquinas implementos fabricados por la S.A. Brown- Boveri, de Suiza, con una potencialidad de dos mil caballos, aclarándose que todas las obras realizadas están listas para la instalación de otros dos equipos de igual capacidad. Una vez mas, aclaramos que el proyecto respectivo es obra exclusiva del Sr. Ing. Sr. Alfonso Velasco, Director de OO.PP Municipales. Asimismo debemos hacer constar que los terrenos para la instalación de esta nueva planta fueron cedidos gratuitamente por la señora doña Carmen Subía de Gallo.

Por ultimo el 7 de abril de 1952, la casa de Max Muller y Cia. , Notifica al Concejo que la planta se encuentra funcionando desde algunos meses atrás, por lo que solicita la recepción oficial, ante lo cual se resuelve recibirla el 15 de mayo, fecha además que es importante porque coincide con la resolución de vender las plantas 1 y 2 y la decisión de emprender con los trabajos para la instalación del segundo grupo de la planta hidroeléctrica Illuchi.

Desde aquí en adelante, podemos decir que es historia reciente en que no cabe opinar, pues se falta a la objetividad, pudiendo cometerse equivocaciones sujetas a polémicas ajenas al objeto e inclusive fuera del contexto porque no se ha construido otras instalaciones hidroeléctricas en Latacunga.

Por otro lado es justo indicar que todas las administraciones municipales han puesto su aporte para aumentar la capacidad, el equipamiento y la funcionalidad de la Planta Illuchi, hasta que esta pasa hacer parte del Sistema Nacional Interconectado, por ley nacional, en el Gobierno del Gral. Rodríguez Lara. El alcalde en tales momentos fue el Sr. Jorge Montalvo León.

El 1 de abril de 1974 se firma un convenio previo con el Instituto Ecuatoriano de Electrificación mediante el cual el Municipio se compromete a suscribir otro convenio de administración del sistema eléctrico del área de Latacunga, en un plazo de seis meses, durante los cuales se realizarán los inventarios y avalúo para pasar a ser accionista: se termina una etapa y empieza otra la podríamos llamar estandarización

Parece que está también termina en estos días por el proyectó de privatizaciones en marcha, de acuerdo con la modernización y la globalización de fines de siglo¹⁵

3.1.3 CONSECUENCIAS PRESENTADAS EN LOS ACCESORIOS DE LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCION PRODUCIDA POR LA CAIDA DE CENIZA POR LA ERUPCION DEL VOLCAN EL REVENTADOR EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA CIUDAD DE QUITO.

3.1.3.1 Tipos de ceniza.

¹⁵ HISTORIOGRAFIA DE LAS PLANTAS ELECTRICAS EN LA CUIDAD DE LATACUNGA

En la tabla 3.1 se indica los tipos de ceniza expulsados por distintos volcanes y su composición química.

	Volcán Guagua Pichincha	Volcán El Reventador
Si O ₂	62.43	56.75
Al ₂ O ₃	16.32	18.43
Fe ₂ O ₃	5.93	2.13
Ca O	5.58	6.65
Mg O	2.96	3.95
K ₂ O	1.75	1.73
P ₂ O ₅	0.13	0.28
Mn O	0.12	0.13

Tabla 3.1: Composición química de la ceniza

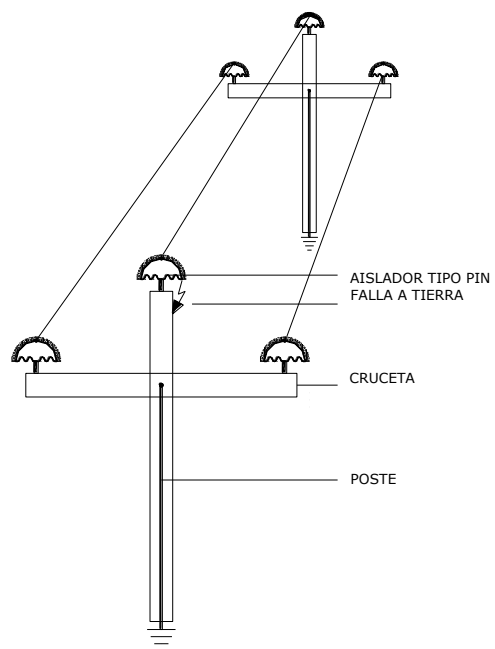
Fuente: Dirección de proyectos y extensión ESPE.

3.1.3.2 Aisladores

Debido a la caída de ceniza y la suma de una llovizna ácida se formó una masa semidura, la misma que al parecer podría trisarse, secarse y caerse o tal vez que una fuerte lluvia lo podría limpiar, pero nada de esto ocurrió, ya que la masa acumulada que fue de 2 a 3 cm de espesor produjo que el aislamiento y la distancia de separación con la cruceta disminuyan, provocando que existiera una falla franca a tierra.

En el figura 3.4 se puede apreciar la forma gráfica de cómo se ocasionó la falla a tierra.

Figura 3.4: Falla franca a tierra



En la figura 3.5 se puede apreciar las fallas que sufrieron los aisladores.

Figura 3.5 Fallas en los aisladores

a.- Restos de la ceniza



En esta figura se puede observar restos de

b.- Acumulación de la ceniza

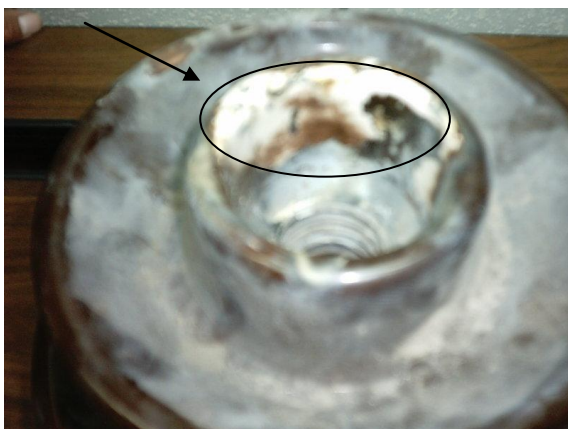


En esta figura se observa la acumulación de

ceniza que ayudaron a provocar la falla en los aisladores.

ceniza que se encuentra en forma de pasta.

c.- Residuos del arco provocado



En esta figura se observa las quemaduras que fueron provocadas por el arco eléctrico.

d.- Fisuras



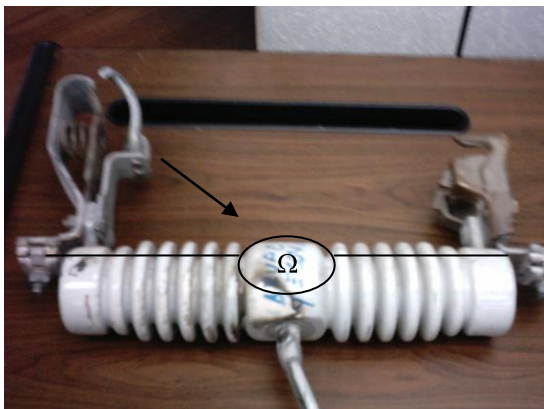
En la figura se observa las fisuras que fueron provocadas por la falla a tierra que se produjo en los aisladores

3.1.3.3 Pararrayos

En los pararrayos se presentó fallas similares al de los aisladores, además se comprobó que existía continuidad en los elementos, en consecuencia produjo una falla a tierra, por lo que fue necesario cambiar todos los pararrayos que sufrieron averías por la caída de ceniza.

En la figura 3.6 se muestra como fueron afectados los pararrayos.

Figura 3.6 Daños ocasionados en los pararrayos
a.- Marca continuidad



Esta figura muestra la continuidad que se determinó en los pararrayos.

b.- Destrucción del sello



En esta figura se observa una quemadura por arco que fue consecuencia directa de la falla.

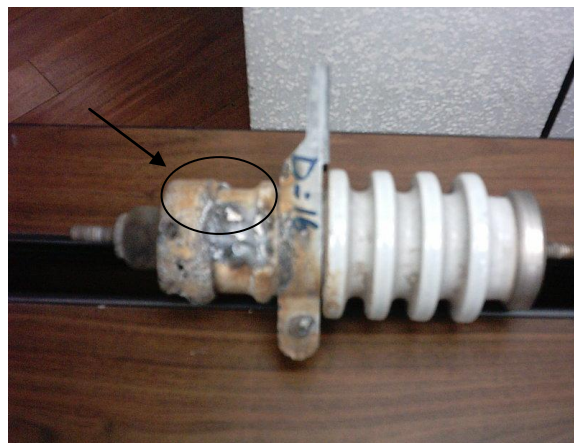
c.- Vista lateral



En esta figura se observa claramente los daños que sufrió este pararrayo.

En las [páginas XXXXXX](#) se indica el procedimiento que se utilizó en la limpieza de los aisladores de la subestación el Quinche.

d.- Vista lateral



En esta figura se observa el cambio de color en el material del pararrayo

3.1.3.4 Subestaciones

Las Subestaciones de la capital también sufrieron daños, por ejemplo en la subestación el Quinche se formó una capa de ceniza de 2 a 3 cm de espesor, por lo que fue necesario limpiar todos los elementos con bombas de agua mayores a 50 Psi.

3.2 INVESTIGACION DEL TERRENO.

3.2.1 ANTECEDENTES

Es importante tener una cuantificación aproximada ya que con esto podemos saber que activos podemos perder.

3.2.2 PROCEDIMIENTO

A continuación detallaremos el procedimiento que se utilizó para la elaboración del mapa de riesgos utilizado en la cuantificación.

1. Materiales :

- ❖ Sistema de posicionamiento global (GPS)
- ❖ Cartas topográficas, 1988
- ❖ Computadora personal
- ❖ Vehículo 4 X 4

2. Acciones:

- ❖ Reconocimiento de las líneas de 69 y 13.8 KV
- ❖ Levantamiento en el plano de las líneas recorridas.
- ❖ Con el GPS se recopila todas las ubicaciones de las líneas recorridas
- ❖ Ingreso de los datos tomados a la base de datos del programa hecho en AUTOCAD 2002
- ❖ Impresión (como indica en la figura 4.1)

3.2.3 PROCEDIMIENTO PARA LA CUANTIFICACIÓN

En el ejemplo citaremos tres de los bienes activos tratados en la tabla 3.1

DESCRIPCION	ACTIVO		AFECTADO		SOBRANTE	
	\$	%	\$	%	\$	%
Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7
Cental H. Illuchi 1	243713.74	1.0694	0.00000	0.00000	243713.74	1.0694
S/E Mulaló	561440.44	2.4636	561440.44	2.4636	0.00000	0.00000
Línea de 69 KV. Ambato - Salcedo	299269.07	1.3132	118646.06	0.5206	180623.00	0.7926

Ejemplo 1

La central hidroeléctrica Illuchi 1:

En la tabla 3.1 se encuentra el listado del 100% de los activos de las centrales, subestaciones, líneas e subtransmisión y sistemas de distribución.

Interpretación de resultados:

- ❖ Columna 1. - Descripción del activo
- ❖ Columna 2.- Valor en dólares
- ❖ Columna 3.- Valor en porcentaje (realizamos una regla tres) ejemplo

Valor en dólares **Porcentaje**

22789448.64 \longrightarrow 100

243713.74 \longrightarrow X = 1.0694

- ❖ Columna 4.- Lo afectado en dólares. En este caso la central no se ve afectada por lo tanto su valor es de cero
- ❖ Columna 5.- Lo afectado en porcentaje. Lo realizamos de la misma forma que la columna 3.
- ❖ Columna 6.- Lo sobrante en dólares. La resta de la columna 2 con la columna 4
- ❖ Columna 7.- Lo restante en porcentaje. La resta de la columna 3 con la columna 5

El presente procedimiento se lo utilizó para todos los activos en la tabla 3.1 y tabla 3.2.

CAPITULO IV

4.1 PLAN DE CONTINGENCIA

4.1.1 PROYECTO ELECTRICO DE REDES DE EMERGENCIA

4.1.1.1 Generalidades

El proyecto **REDES DE EMERGENCIA**, están diseñadas para el suministro de energía eléctrica a todas las zonas de seguridad con sus respectivos albergues y con la ayuda de las redes no afectadas por una posible erupción del volcán Cotopaxi.

Una vez realizado el análisis cuantitativo de los riesgos y recursos en el mapa de riesgos que fue elaborado a través del “ Sistema de Posicionamiento Global “ (GPS); se procedió a la inspección del terreno para el levantamiento topológico y la determinación de la ruta para las nuevas líneas.

En pocas palabras describiremos el proyecto, entrando después en los detalles de cada uno de los bloques que integran la instalación. Para el diseño se ha tomado como base las normas establecidas por ELEPCO S.A.

El presente diseño se encuentra dividido en cuatro bloques o zonas de seguridad que se basan en la ubicación geográfica de estos lugares, ya que se encuentran alejados de los lugares de mayor riesgo y se detalla a continuación:

4.2 BLOQUE 1

Se encuentra ubicada en la parte occidental del cantón Latacunga con un área de 33.5 Km².

Para el suministro de energía eléctrica a los sectores de Pastocalle, Tanicuchi, Guaytacama, Saquisilí, la Calera, San Felipe, Loma Grande y Rocacem es necesario la utilización de una subestación móvil, la misma que se encontrará situada en el cantón Saquisilí, debido a que por este lugar atraviesa la línea de TRANSELECTRIC de 230 Kv, la que será utilizada para energizar la subestación móvil, además Saquisilí se encuentra fuera de la zona de mayor riesgo. (ver figura 4.1)

4.2.1 MEMORIA TÉCNICA

A continuación se describe algunas de las características de la subestación móvil:

La S/E móvil tiene una potencia de 5 MVA, que será alimentada por el Sistema Nacional Interconectado a 230 KV. La S/E Móvil entrega energía eléctrica por medio de los alimentadores 1 y 2 a 13.8 KV.

La energía entregada por la S/E móvil estará a un nivel de 13.8 KV que será transportada mediante una línea de 30.96 Km de longitud de los cuales 9.41 Km esta construida en la actualidad y 21.19 Km. esta por construir.

Por medio del alimentador 1 se brindará energía eléctrica a los lugares de seguridad que se indican en el cuadro 4.1; mediante el alimentador 2 se suministrará de energía eléctrica a los lugares que se muestran en el cuadro 4.2.

En la figura 4.3 se indica un diagrama esquemático de la S/E Móvil.

Alimentador N° 1

Cuadro 4.1: Lugares de seguridad

ZONA DE RIESGO	ZONA DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALBERGUE
P. José Guango Bajo		
Centro	José Guango Alto	Escuela, parque, convento
Agua Clara	José Guango Alto	Escuela, parque, convento
Agua Clara	Guaytacama	Escuela, parque, convento
La Concepción	José Guango Alto	Escuela, parque, convento
La Libertad	José Guango Alto	Escuela, parque, convento
Ojo de Agua	José Guango Alto	Cancha múltiple
P. Pastocalle		
Centro	Centro	Escuela, colegio, parque
San Joaquín	Luis de Yacupungo	Escuela, colegio, parque
Santa Rita	Luis de Yacupungo	Escuela, colegio, parque
San Francisco de Chasqui	Luis de Yacupungo	Escuela, colegio, parque
	Loma alta de San Francisco	Escuela, colegio, parque
El Progreso	Camino a Pastocalle	Escuela, colegio, parque
P. Tanicuchi		
Centro	Centro	Escuela, parque, convento
Río blanco bajo	Santana de R.B. Alto	Colegio, plaza, centro común
Lasso	Santana de R.B. Alto	Colegio, plaza, centro común
Playas del Cutuchi	Lomas de San Pedro	Colegio, plaza, centro común
La Avelina	Lomas de San Pedro	Centro comunal, Iglesia
P. Guaytacama		
Centro	Centro	Colegio, escuela, iglesia, par
Playas del Cutuchi	Centro	Colegio, escuela, iglesia, par
Nota: Sigchos será alimentado por intermedio del alimentador 1 de la S/E móvil, pese a no estar en la zona de riesgo.		

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

Alimentador N°2

Cuadro 4.2: Lugares de seguridad

ZONA DE RIESGO	ZONA DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALBERGUE
Sector norte de Latacunga		
Gasolinera Divino Niño	Patutan	Escuela
Gasolinera Albán	La Calera	Escuela, Iglesia, convento
Colegio Camilo Gallegos	Brazales	Escuela, parque
Gasolinera Sind. de Choferes	Brazales	Escuela, parque
Mercado Mayorista	Brazales	Escuela, parque
San Felipe	Brazales	Escuela, parque

Sector occidental de Latac.		
Cdla Vásconez Cuvi	San Rafael	Escuela de San Juan
Cdla Rumipamba	San Rafael	Escuela de San Juan
Cdla del Chofer	San Rafael	Escuela de San Juan
Cdla del Mecánico	San Rafael	Escuela de San Juan
Cdla los Nevados	San Rafael	Escuela de San Juan
Cdla las Fuentes	San Rafael	Escuela de San Juan
Cdla Maldonado Toledo	Brazales	Escuela, parque
Cdla la Estación	Brazales	Escuela, parque
San Felipe	Brazales	Escuela, parque
San Rafael (bajo)	San Rafael	Escuela de San Juan

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

4.2.2 Presupuesto referencial

**La construcción de la red de emergencia en el bloque 1
tendrá los rubros siguientes:**

DESCRIPCION	VALOR EN \$
Materiales	363103.84
Mano de obra	72637
Dirección técnica	32686
Gastos financieros	12712
Generales	9080
Equipos y transporte	36318
Subtotal	526536.84
TOTAL	589721.2608

4.2.3 ANEXOS

En el anexo 4.2.1.1 se indica el cálculo de la caída de tensión en redes primarias para el alimentador 1.

La lista de materiales considerados para la construcción de la red de emergencia perteneciente al alimentador 1 se describe en el anexo 4.2.1.2.

En el anexo 4.2.1.3 se indica el diagrama esquemático entre la S/E móvil y la parroquia de Tanicuchi.

El diagrama esquemático entre la hacienda Elsa Oscra y la parroquia José Guango Alto se muestra en el anexo 4.2.1.4.

En el anexo 4.2.1.5 se puede observar el diagrama unifilar correspondiente al alimentador 1 de la S/E móvil.

En el anexo 4.2.1.6 se muestra el cálculo de la corriente de cortocircuito para el alimentador 1 de la S/E Movil.

En el anexo 4.2.1.7 se indica la coordinación de protecciones para las líneas correspondientes al alimentador 1.

En el anexo 4.2.2.1 se muestra el cálculo de la caída de tensión en redes primarias para el alimentador 2.

La lista de materiales considerados para la construcción de la red de emergencia perteneciente al alimentador 2 se describe en el anexo 4.2.2.2.

En el anexo 4.2.2.3 se indica el diagrama esquemático entre la Calera y Cuatro Esquinas.

El diagrama esquemático entre la Loma de Brazales y Pichul se muestra en el anexo 4.2.2.4.

En el anexo 4.2.2.5 se indica el diagrama esquemático entre Loma Grande y la parte alta de Rocacem.

En el anexo 4.2.2.6 se puede observar el diagrama unifilar correspondiente al alimentador 2 de la S/E móvil.

En el anexo 4.2.2.7 se muestra la ubicación geográfica de la S/E móvil.

En el anexo 4.2.2.8 se indica el cálculo de la corriente de cortocircuito para el alimentador 2 de la S/E Móvil.

En el anexo 4.2.2.9 se muestra la coordinación de protecciones para las líneas correspondientes al alimentador 2.

4.3 BLOQUE 2

Se encuentra ubicado al costado nororiental del cantón Latacunga en la parroquia de Mulaló con una área aproximada de 14 Km².

Para el suministro de energía eléctrica a los lugares de seguridad que se indican en el cuadro 4.3 se utilizará un grupo electrógeno, el mismo que se encontrará situado en la cancha múltiple de Mulaló, para lo cual se deberá considerar la construcción de un cuarto en el que se pueda ubicar el generador con el fin de aislar a este de la caída de ceniza.

Para el suministro de combustible al generador se deberá ubicar previamente tanques, los mismos que deberán estar cerca del generador, además se debe cercar toda la cancha múltiple para evitar riesgos, el

costo de la obra civil que implica en esta zona de seguridad se ha considerado en la lista de materiales que se indica en el anexo 4.3.2

En la figura 4.4 se indica la ubicación del generador en la cancha múltiple de la parroquia Mulalo

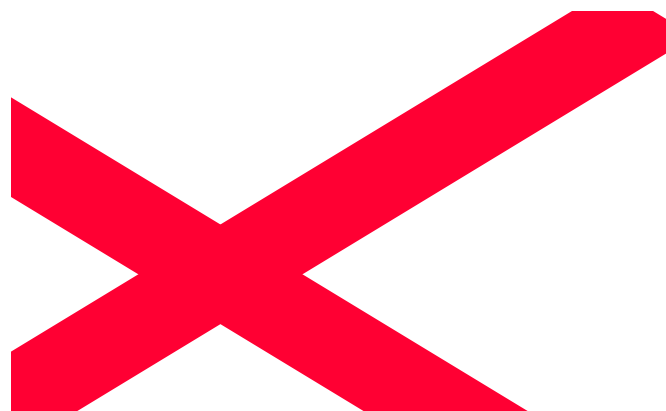
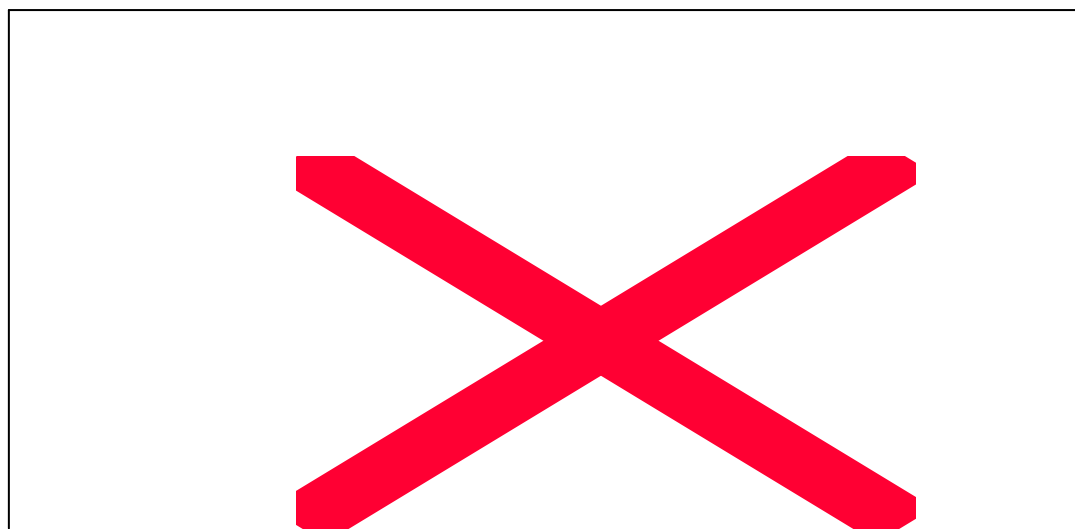


Figura 4.4: Grupo Generador



4.3.1 MEMORIA TÉCNICA

A continuación se describe algunas de las características del grupo electrógeno:

El grupo electrógeno tiene una potencia de 100 HP que genera la energía por medio de un motor de combustión interna, en corriente trifásica, a 60 Hz y a una tensión de 220 V, para transportarla por la línea de distribución se necesita utilizar un transformador elevador de 220 V /13.8 Kv, el costo de este transformador esta considerado en la lista de materiales, cuya tensión se transportará por una línea de 7.65 Km de longitud de las cuales 5.11 Km esta construida en la actualidad y 2.54 Km. esta por construir.

En el cuadro 4.3 detallamos los lugares de seguridad a los que se alimentará con el generador.

Cuadro 4.3: Lugares de seguridad

ZONA DE RIESGO	ZONAS DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALVERGUE
P. Mulalo		
Centro	Chinchil de Villamarines	Cancha múltiple
	Chinchil de Robayo	Cancha múltiple
	Quisinche Alto	Convento
Macaló Chico	Macaló Grande	Cancha
San Ramón	Chinchil de Robayo	Cancha múltiple
San Agustín de Callo	Páramo de Colcas	Escuela
El Caspi	Páramo de Colcas	Casa barrial
Callo Mancheno	Quisinche Alto	Cancha múltiple
	Quisinche Alto	Cancha múltiple
Rumipamba	Quisinche Alto	Cancha múltiple

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

4.3.2 Presupuesto referencial

La construcción de la red de emergencia en el bloque2 tendrá los rubros siguientes:

DESCRIPCION	VALOR EN \$
Materiales	30287.01
Mano de obra	6057
Dirección técnica	2726
Gastos financieros	1060
Generales	757
Equipos y transporte	3029
Subtotal	43916.01
TOTAL	49185.93

4.3.3 ANEXOS

En el anexo 4.3.1 se muestra el cálculo de la caída de tensión en redes primarias para el bloque 2.

La lista de materiales considerados para la construcción de la red de emergencia perteneciente al bloque 2 se describe en el anexo 4.3.2.

En el anexo 4.3.3 se indica el diagrama esquemático entre Mulaló y Chinchil de Villamarín.

El diagrama esquemático entre Macaló Chico y Macaló Grande se muestra en el anexo 4.3.4.

En el anexo 4.3.5 se puede observar el diagrama unifilar correspondiente al generador.

En el anexo 4.3.6 se indica la ubicación geográfica del generador, juntamente con las redes existentes y las redes de emergencia.

En el anexo 4.3.6 se muestra la ubicación geográfica del bloque 2.

En el anexo 4.3.7 se indica el cálculo de la corriente de cortocircuito para el las redes de emergencia del este bloque.

En el anexo 4.3.8 se muestra la coordinación de protecciones para las líneas correspondientes al bloque 2.

4.4 BLOQUE 3

Se extiende desde la parroquia Alaquez hasta el barrio San Antonio con un área de 10 Km². Para el suministro de energía eléctrica a los lugares de seguridad que se muestran en el cuadro 4.4 se utilizará la interconexión existente entre la S/E El Calvario y la S/E La Cocha, debido a que quedará alimentada solamente la salida 1 de la S/E La Cocha, ya que esta alimenta al bloque 3, por lo tanto las generadoras de Illuchi abastecerán favorablemente al bloque 3 y 4.

4.4.1 MEMORIA TÉCNICA

El alimentador N° 1 de la S/E La Cocha entrega energía eléctrica al sector oriental de la ciudad de Latacunga con un voltaje de 13.8 KV en donde se encuentra el barrio San Antonio, sitio en el cual empieza la nueva red de emergencia llamada San Antonio – Alaquez con una longitud de 3.62 Km, terminando en el centro de Alaquez en donde esta situada una cámara de transformación principal y de distribución para las zonas de seguridad que se muestran en el cuadro 4.4

En el cuadro 4.4 detallamos los lugares que tendrán energía eléctrica.

Cuadro 4.4: Lugares de seguridad

ZONA DE RIESGO	ZONAS DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALVERGUE
P. Alaquez		
Centro	Centro de Alaquez	Escuela, colegio, parque
Laygua de Vargas	Centro de Alaquez	Escuela, colegio, parque
Laygua de Maldonados	Centro de Alaquez	Escuela, colegio, parque
Parte norte de Latacunga		
Barrio Hnos. Villaroel	Yugsiloma	
Barrio Nueva Vida	Yugsiloma	
Sector Square Andina	Yugsiloma	
Barrio Riveras del Cutuchi	Yugsiloma	
Barrio Estrella de la mañana	Yugsiloma	
Barrio Santo Domingo	Yugsiloma	
Barrio San Francisco	Yugsiloma	
Sector de la Esc. Juan A. Ech.	Yugsiloma	
Barrio Colaiza	Yugsiloma	
Barrio San Silvestre	Lomas de Crusili	
Barrio Bellavista	Colatoa Grande	
Sector centro de Latacunga		
Ciudadela Cassola	Yugsiloma	
	Colatoa	
Condominio de la FAE	Colatoa	
Urb. La Libertad	Parte alta de la cocha	
Urb. Hno. Miguel	Parte alta de la cocha	
Urb. Aranjuez	Parte alta de la cocha	

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

4.4.2 Presupuesto referencial

La construcción de la red de emergencia en el bloque 3 tendrá los rubros siguientes:

DESCRIPCION	VALOR EN \$
Materiales	22063
Mano de obra	4413
Dirección técnica	1986
Gastos financieros	772
Generales	552

Equipos y transporte	2206
Subtotal	31992.02
TOTAL	35831.06

4.4.3 ANEXOS

En el anexo 4.4.1 se muestra el cálculo de la caída de tensión en redes primarias para el bloque 3.

La lista de materiales considerados para la construcción de la red de emergencia perteneciente al bloque 3 se describe en el anexo 4.4.2.

En el anexo 4.4.3 se indica el diagrama esquemático entre Alaquez y San Antonio, además se muestra la ubicación geográfica de este bloque.

En el anexo 4.4.4 se puede observar el diagrama unifilar correspondiente a la nueva línea entre Alaquez y San Antonio

En el anexo 4.4.5 se muestra el cálculo de la corriente de cortocircuito para las redes de emergencia correspondiente al bloque 3.

En el anexo 4.4.6 se indica la coordinación de protecciones para las líneas correspondientes a este bloque.

4.5 BLOQUE 4

Esta ubicado en el sector sur urbano del cantón Latacunga con un área de 6.5 Km².

Para suministrar energía eléctrica a los lugares de seguridad que se indican en el cuadro 4.5 en la cual se utilizará la salida 1 de la subestación El Calvario.

4.5.1 MEMORIA TÉCNICA

El alimentador N° 1 de la S/E El Calvario entrega energía eléctrica al sector sur de la ciudad de Latacunga con un voltaje de 13.8 KV en donde se encuentra la Urbanización San Carlos, sitio en el cual empieza la nueva red de emergencia llamada Urbanización San Carlos – Urbanización San Francisco con una longitud de 1.58 Km, terminando en el centro de la Urbanización San Francisco en donde esta situada una cámara de transformación principal y de distribución para las siguientes zonas de seguridad. (ver figura 4.1).

En el cuadro 4.5 detallamos los lugares que tendrá energía eléctrica por medio del alimentador 1 de la S/E El Calvario.

Cuadro 4.5: Lugares de seguridad

ZONA DE RIESGO	ZONAS DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALVERGUE
Sector Centro de Latacunga		
El Loreto	Niagara	
Barrio Nintinacazo	Lomas de Nintinacazo	
Urbanización Egas	Lomas de Nintinacazo	
Sector sur oriental de Latac.		
Niagara	Parte alta del Niagara	
Cdla. Los Molinos	Parte alta del Niagara	
Cdla. Patria	Parte alta del Niagara	
Colegio Ramón Barba Naranjo	Parte alta del Niagara	
Cdla. Empleados Municipales	Parte alta del Niagara	
Cdla. El Bosque	Parte alta del Niagara	

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

4.5.2 Presupuesto referencial

La construcción de la red de emergencia en el bloque 4 tendrá los rubros siguientes:

DESCRIPCION	VALOR EN \$
Materiales	9582.38
Mano de obra	1916
Dirección técnica	862
Gastos financieros	335
Generales	240
Equipos y transporte	958
Subtotal	13893.38
TOTAL	15560.59

4.5.3 ANEXOS

En el anexo 4.5.1 se muestra el cálculo de la caída de tensión en redes primarias para el bloque 4.

La lista de materiales considerados para la construcción de la red de emergencia perteneciente al bloque 4 se describe en el anexo 4.5.2.

En el anexo 4.5.3 se indica el diagrama esquemático entre la urbanización San Carlos y la urbanización San Francisco

En el anexo 4.5.4 se puede observar el diagrama unifilar correspondiente a la nueva línea entre la urbanización San Carlos y la urbanización San Francisco.

En el anexo 4.5.5 se muestra el diagrama de ubicación geográfica correspondiente al bloque 4, juntamente con las redes existentes y las redes de emergencia

En el anexo 4.5.5 se muestra la ubicación geográfica del bloque 4.

En el anexo 4.5.6 se indica el cálculo de la corriente de cortocircuito para las redes de emergencia correspondiente al bloque 4.

En el anexo 4.5.7 se muestra la coordinación de protecciones para las líneas correspondientes al bloque 4.

4.6 PROTECCIÓN DE LAS REDES DE EMERGENCIA

4.6.1 Puestas a tierra

Las conexiones a tierra del neutro se ejecutarán usando como mínimo el conductor de cobre desnudo, N° 4 AWG en los centros de transformación y conectando a todos los tensores a neutro¹⁶.

¹⁶ MANUAL DE FISCALIZACION – ELEPCO S.A, PAG. 54

4.6.2 Seccionamiento y protección

En toda la línea de distribución de alta tensión, se incorporarán los respectivos seccionadores y pararrayos, teniendo en cuenta el análisis de coordinación de protecciones y de los siguientes parámetros técnicos:

- ❖ Para cargas mayores a 500 KVA, un seccionador
- ❖ Cargas entre 300 y 500 KVA, mediante seccionadores tripolares para operación bajo carga.
- ❖ Cargas menores a 300 KVA, mediante seccionadores unipolares, tipo abierto de 15 KV, 100 A.¹⁷

En la siguiente tabla se indica los seccionamientos y las protecciones que se deberán utilizar para las redes de emergencia.

Tabla 4.1: Seccionamientos y protecciones de las nuevas líneas.

BLOQUE	TRAMO	SECCIONADOR TIPO ABIERTO CLASE DISTRIBUCION DE 15 KV/100 A	PARARRAYOS
Bloque 1			
Alimentador 1			
	1	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	2	Tirafusible 2.5 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	3	Tirafusible 3A, tipo K	Autovalvula – 10KV
Alimentador 2			
	4	Tirafusible 1A, tipo K	Autoválvula – 10 KV
	5	Tirafusible 1.5 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	6	Tirafusible 1.5A tipo T	Autovalvula – 10KV
	7	Tirafusible 2 A, tipo K	Autovalvula – 10KV

¹⁷ MANUAL DE FISCALIZACION – ELEPCO S.A, PAG. 55

	8	Tirafusible 3 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
Bloque 2			
	10	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	11	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	12	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	13	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
Bloque 3			
	14	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	15	Tirafusible 1.5 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
Bloque 4			
	16	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV
	17	Tirafusible 1 A, tipo K	Autovalvula – 10KV

4.7 SECTORES QUE NO SON AFECTADOS

La salida 2 de la S/E La Cocha permitirá mantener el suministro de la energía eléctrica a los lugares que se indican en el cuadro 4.6, además la salida 2 de la S/E El Calvario no sufrirá mayores daños por lo que brindará servicio continuo en caso de la erupción del volcán Cotopaxi, ya que se encuentra alimentada por las centrales de Illuchi, los lugares que se beneficiarán a través de este alimentador se indican en el cuadro 4.7.

4.7.1 Memoria técnica

Por seguridad es necesario cambiar los aisladores existentes de 13.8 Kv por aisladores de 22 KV, esto permitirá en caso de que los aisladores se cubran de ceniza no generen fallas a tierra.

El alimentador N° 2 de la S/E La Cocha entrega energía eléctrica a los siguientes lugares de albergue:

En el cuadro 4.6 detallamos los lugares que tendrán energía eléctrica a través de la salida 2 de la S/E La Cocha.

Cuadro 4.6: Lugares de seguridad

ZONAS DE RIESGO	ZONAS DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALBERGUE
Sector centro de Latacunga		
Cdla. El Carmen	San Martín	
Cdla. Sigsicalle Norte	San Martín	
Cdla. Chiriboga Jácome	San Martín	
Urb. El Nilo	San Martín	
Coop. De vivienda Est. Israel	San Sebastián	
Barrio Chile	San Sebastián	
Urb. Los Sauces	San Sebastián	
Lotización Familia Cepeda	San Sebastián	
Base Aérea	San Martín	
Aeropuerto	San Martín	
Barrio la Merced	San Sebastián	

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

El alimentador N° 2 de la S/E El Calvario entrega energía eléctrica a los siguientes lugares de albergue:

En el cuadro 4.7 detallamos los lugares que tendrán energía eléctrica.

Cuadro 4.7: Lugares de seguridad

ZONAS DE RIESGO	ZONAS DE SEGURIDAD	LUGARES DE ALBERGUE
Sector centro de Latacunga		
Barrio Chile	El Calvario	
Barrio San Blas	Gualundun	
Barrio Centro	El Calvario	
Barrio San Francisco	El Clavario	
Barrio Sur – Loreto	Locoa	
Barrio El Loreto	Locoa	
San Agustín	Gualundun	
Barrio Chile	El Calvario	
Barrio San Blas	Gualundun	

FUENTE: Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi

4.7.2 Presupuesto referencial

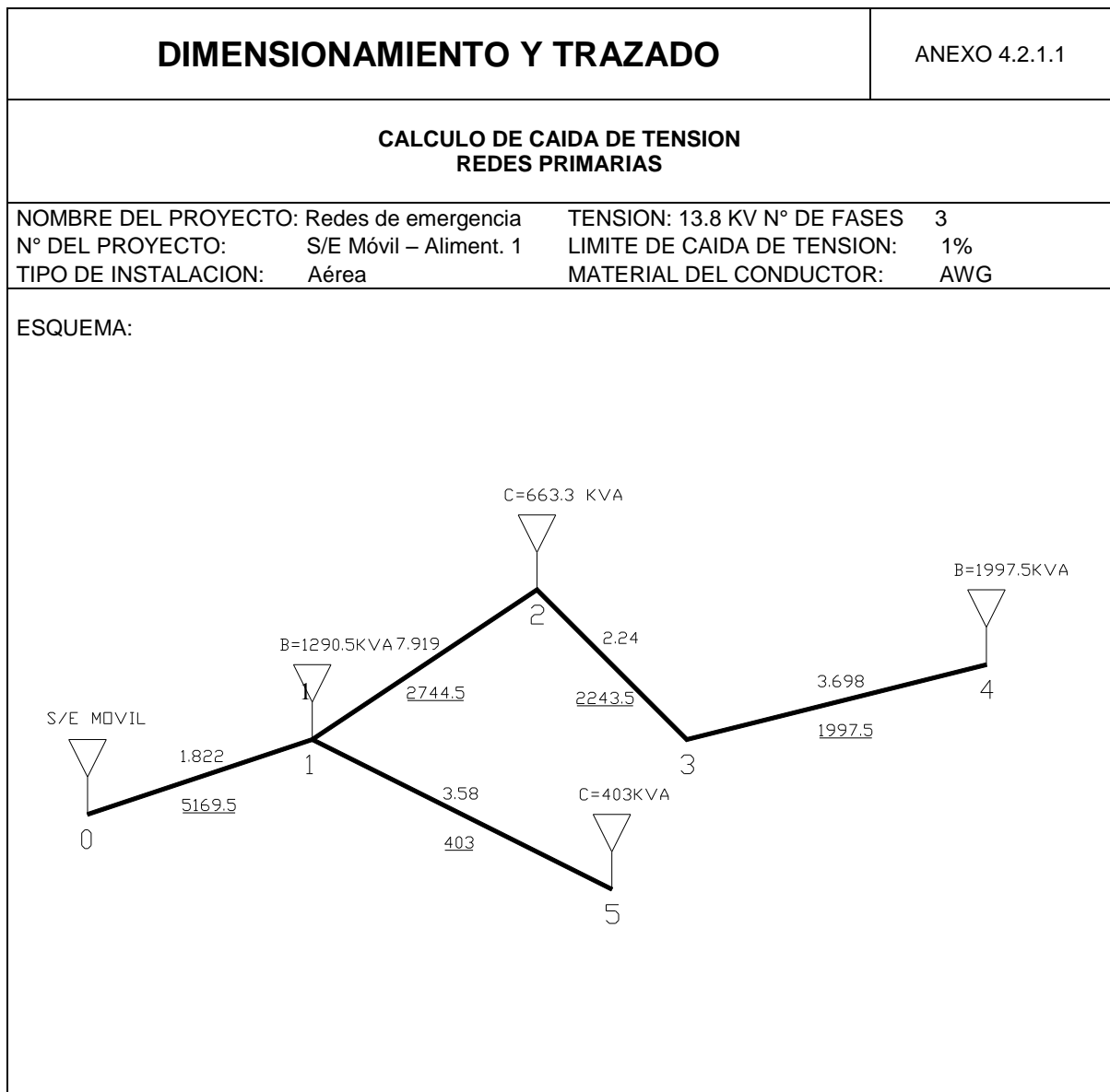
El reemplazo de los nuevos aisladores tendrá el siguiente costo:

DESCRIPCION	VALOR EN \$
Materiales	4389
Mano de obra	878
Dirección técnica	365
Gastos financieros	154
Generales	110
Equipos y transporte	439
Subtotal	6365
TOTAL	7128

4.7.3 ANEXOS

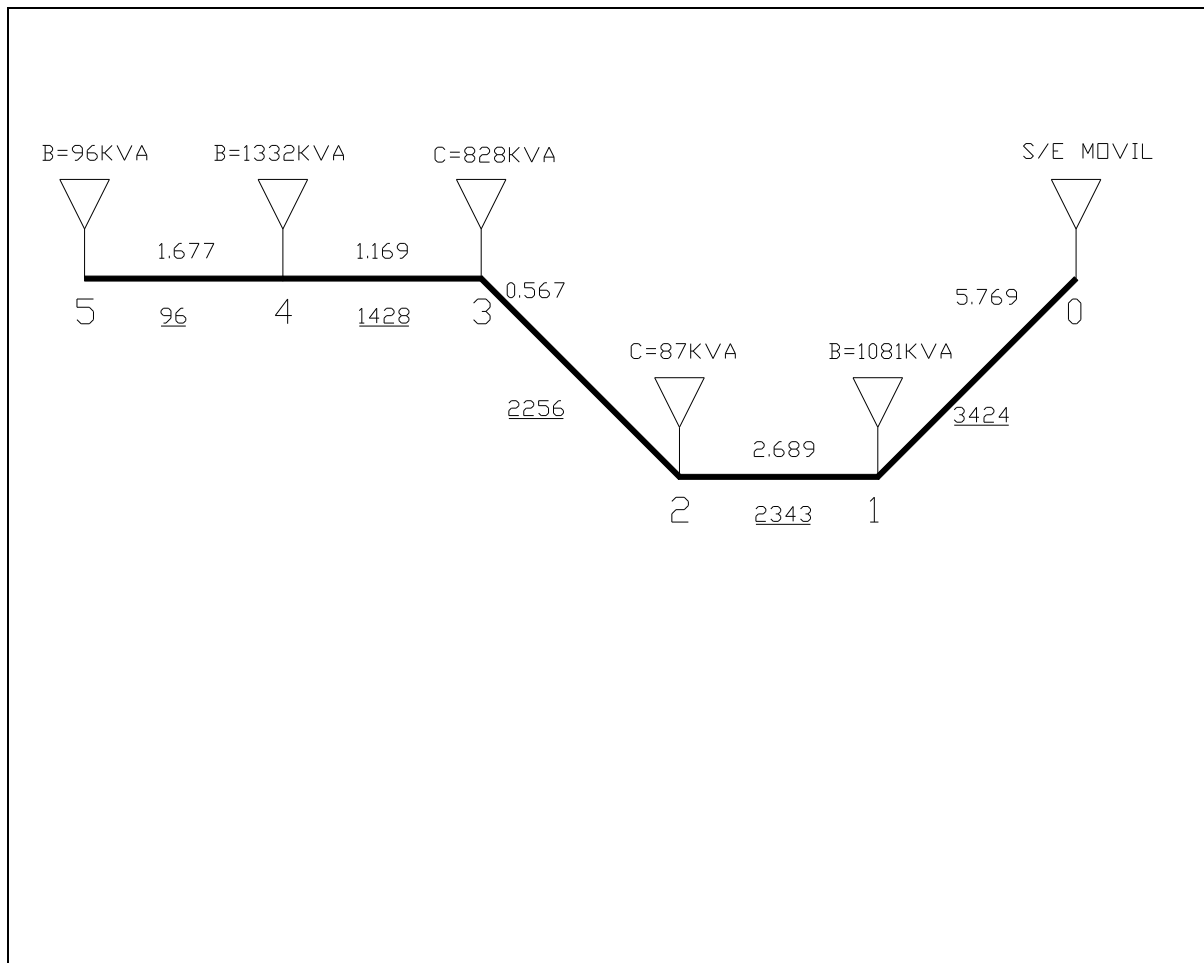
La lista de materiales considerados para cambiar los aisladores de las redes que no sean afectadas se describe en el anexo 4.7.1

En el anexo 4.7.2 se puede observar el diagrama unifilar correspondiente a la salida 2 de la S/E La Cocha.



ESQUEMA					LINEA			COMPUTO		
Tramo		Centro de transform.		Carga total KVA	N° de fases	Conductor		KVA - M	ΔV%	
Design.	Long(km)	N°	KVA			Calibre	KVA -KM		Parcial	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 – 1	1.822	-	-	4600.3	3	3/0	9220	8381.74	0.90	0.90
1 – 2	7.919	-	-	2906.8	3	3/0	9220	23018.9	2.49	3.39
2 – 3	2.24	-	-	2243.5	3	2/0	7800	5025.4	0.64	4.03
3 – 4	3.7	-	-	1997.5	3	2/0	7800	7390.7	0.94	4.87
5 – 1	3.58	-	-	403	3	1/0	6540	1442.7	0.22	5.19

DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO		ANEXO 4.2.2.1
CALCULO DE CAIDA DE TENSION REDES PRIMARIAS		
NOMBRE DEL PROYECTO: Redes de emergencia	TENSION: 13.8 KV	N° DE FASES 3
N° DEL PROYECTO: S/E Móvil – Aliment. 2	LIMITE DE CAIDA DE TENSION:	6%
TIPO DE INSTALACION: Aérea	MATERIAL DEL CONDUCTOR:	AWG
ESQUEMA:		



ESQUEMA					LINEA			COMPUTO		
Tramo		Centro de transform.		Carga total KVA	N° de fases	Conductor		KVA - M	$\Delta V\%$	
Design.	Long(km)	N°	KVA			Calibre	KVA -KM		Parcial	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 - 1	5.740	-	-	3424	3	3/0	9220	1965.3	2.13	2.13
1 - 2	2.390	-	-	2343	3	2/0	7800	5599.7	0.17	2.84
2 - 3	0.745	-	-	2256	3	2/0	7800	1600.7	0.21	3.05
3 - 4	3.750	-	-	1428	3	1/0	6540	5355	0.81	3.86
4 - 5	1.653	-	-	96	3	1/0	6540	158.68	0.02	3.88

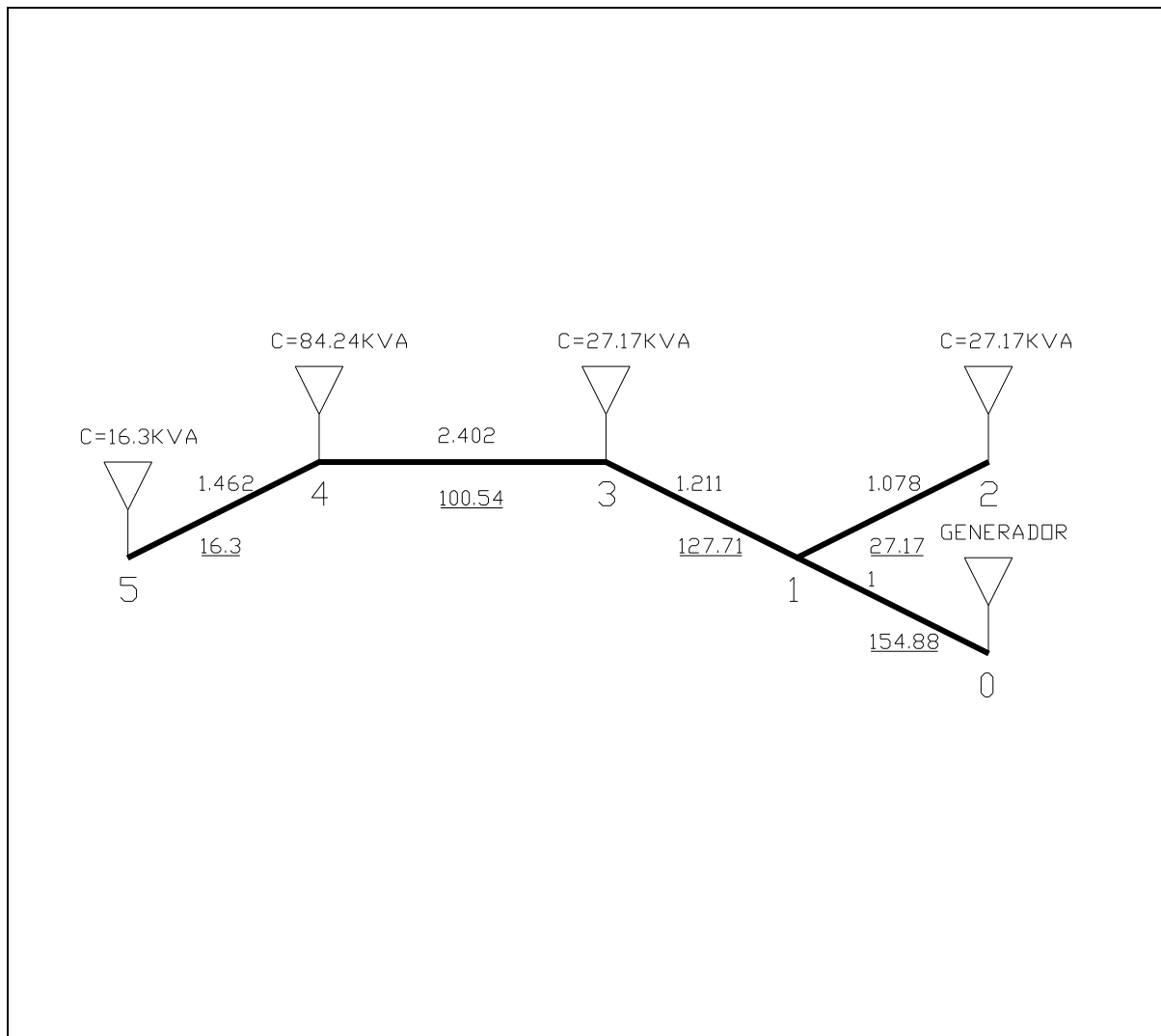
DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO

ANEXO 4.3.1

CALCULO DE CAIDA DE TENSION REDES PRIMARIAS

NOMBRE DEL PROYECTO: Redes de emergencia	TENSION: 13.8 KV	N° DE FASES	3
N° DEL PROYECTO: Bloque 2	LIMITE DE CAIDA DE TENSION:		1%
TIPO DE INSTALACION: Aérea	MATERIAL DEL CONDUCTOR:		AWG

ESQUEMA:



ESQUEMA					LINEA			COMPUTO		
Tramo		Centro de transform.		Carga total KVA	N° de fases	Conductor		KVA - M	$\Delta V\%$	
Design.	Long(km)	N°	KVA			Calibre	KVA -KM		Parcial	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 - 1	1	-	-	245.88	3	2	4490	254.88	0.054	0.054
1 - 2	1.078	-	-	27.17	3	2	4490	29.20	0.006	0.06
1 - 3	1.211	-	-	127.71	3	2	4490	154.65	0.03	0.09
3 - 4	2.402	-	-	100.54	3	2	4490	41.85	0.009	0.095
4 - 5	1.462			16.3	3	2	4490	23.83	0.003	0.104

DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO

ANEXO 4.4.1

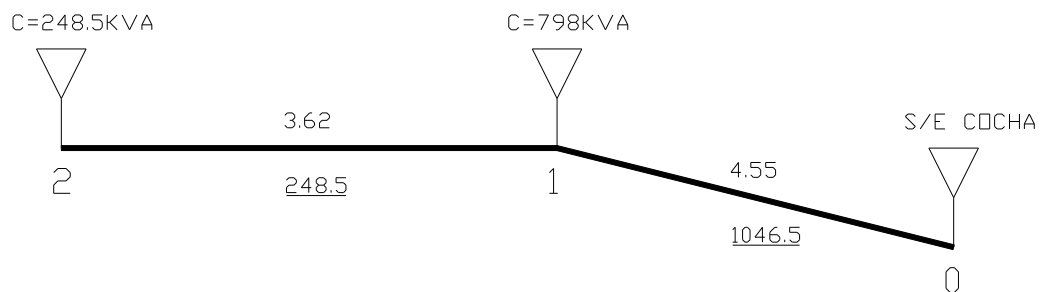
CALCULO DE CAIDA DE TENSION REDES PRIMARIAS

NOMBRE DEL PROYECTO: Redes de emergencia
N° DEL PROYECTO: Bloque 3

TENSION: 13.8 KV N° DE FASES 3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION: 1%

TIPO DE INSTALACION: Aérea MATERIAL DEL CONDUCTOR: AWG

ESQUEMA:



ESQUEMA					LINEA			COMPUTO		
Tramo		Centro de transform.		Carga total KVA	N° de fases	Conductor		KVA - M	ΔV%	
Design.	Long(km)	N°	KVA			Calibre	KVA -KM		Parcial	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0 - 1	4.55	-	-	1046.5	3	2/0	7800	4761.58	0.61	0.61
1 - 2	3.62	-	.	248.5	3	1/0	6540	899.57	0.14	0.75

DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO

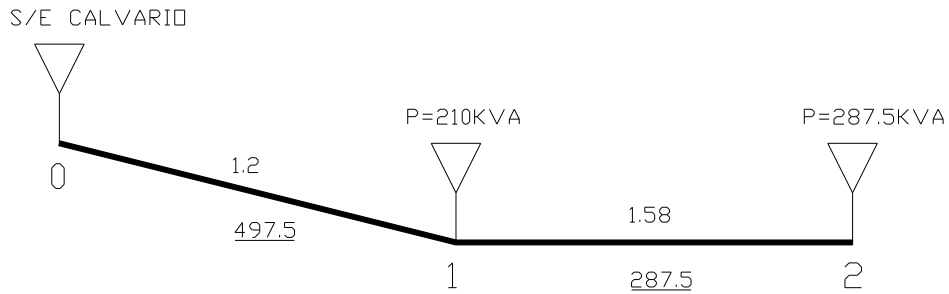
ANEXO 4.5.1

CALCULO DE CAIDA DE TENSION

REDES PRIMARIAS

NOMBRE DEL PROYECTO: Redes de emergencia	TENSION: 13.8 KV N° DE FASES 3
N° DEL PROYECTO: Bloque 4	LIMITE DE CAIDA DE TENSION: 1%
TIPO DE INSTALACION: Aérea	MATERIAL DEL CONDUCTOR: AWG

ESQUEMA:



ESQUEMA					LINEA			COMPUTO		
Tramo		Centro de transform.		Carga total KVA	N° de fases	Conductor		KVA - M	$\Delta V\%$	
Design.	Long(km)	N°	KVA			Calibre	KVA -KM		Parcial	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	1.2	-	-	497.5	3	2	4490	597	0.13	0.13
1-2	1.58	-	-	287.5	3	2	4490	454.25	0.10	0.23

4.8 PLAN DE CONTINGENCIA ELECTRICO

4.8.1 ANTECEDENTES

Es el conjunto de actividades que los miembros de una organización deben realizar antes, durante y después de que se presente una situación de desastre; en él se deben considerar las medidas preventivas con los conocimientos necesarios para actuar, de manera organizada.

ELEPCO S.A. en cumplimiento a lo dispuesto por el Sr. Director Provincial del MOP, pone a disposición el presente plan de contingencia basándose en la información proporcionada por la Junta Provincial de Defensa Civil de Cotopaxi.

4.8.1.1 Debilidades:

La reubicación de las instalaciones es prácticamente imposible efectuarlas de un momento a otro.

La empresa tiene que estar dispuesta a perder lo cuantificado en el CAP III, PAG. 75 - 78, que es del 37.2889 % de los bienes e instalaciones.

Nadie puede predecir y decir en que tiempo puede pasar un evento natural de tipo irreversible.

En las últimas reuniones de las autoridades encargadas en analizar este tipo de situaciones, han llegado a la conclusión que los grados de alerta han sido un simple “ cuento chino “ debido a que en el momento que las autoridades deciden poner en alerta naranja a la población, estas han tenido que evacuar por semanas hasta que “ alguien “ ordene la alerta blanca, esto a producido graves daños económicos a los sectores industriales, comerciales, artesanales, pequeñas industrias y población en general, ya que apenas el 50 % de las erupciones han sido prevenidas por el monitoreo a los volcanes.

No considerar una eminente erupción en base a la situación actual del volcán.

4.8.1.2 Procedimiento

En vista que estamos expuestos a una posible erupción, es eminente que las acciones se deben realizan a partir de este momento.

4.8.2 FASE ANTES

4.8.2.1 Etapa inmediata

- ❖ Realizar un estudio de prefactibilidad para la reubicación de las subestaciones afectadas.**
- ❖ Tramitar a quien corresponda el financiamiento para atender la emergencia.**

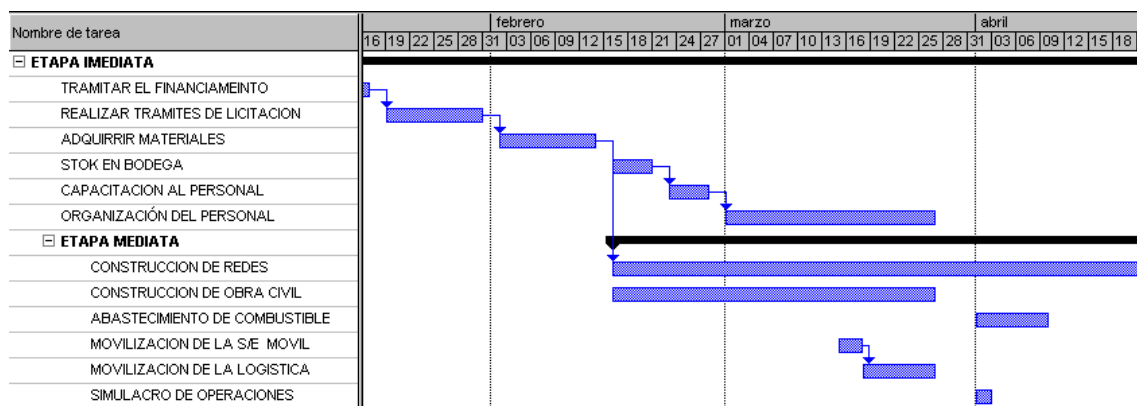
- ❖ **Adquirir los materiales y accesorios para las redes de emergencia.**
- ❖ **Realizar los tramites de licitación para la compra de la S / E móvil y generador**
- ❖ **Tener en existencias los materiales en bodega.**
- ❖ **Capacitación de todo el personal de apoyo**
- ❖ **Organización del personal**

4.8.2.2 Etapa mediata

- ❖ **Construcción de las redes de emergencia**
- ❖ **Construcción de la obra civil de la zona donde se encontrará el generador**
- ❖ **Abastecimiento de combustible para el generador**
- ❖ **Movilización de la subestación móvil**
- ❖ **Movilización de la logística**
- ❖ **Simulacro de operación de las redes**

En el cuadro 4.8 se puede observar el cronograma de las actividades que se pueden desarrollar en los seis meses.

Cuadro 4.8: Cronograma de actividades.

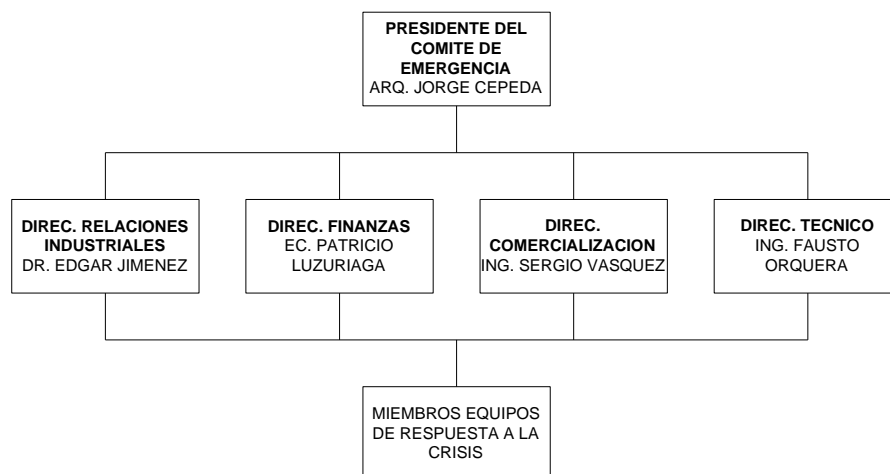


A continuación presentamos un ejemplo de como debería estar organizado el personal.

4.8.3 Organización del personal

Para la operación y funcionamiento es necesario conformar un COMITÉ DE EMERGENCIA que esta encargado de utilizar al máximo los recursos humanos existentes, manteniendo los niveles de autoridad, con el propósito de desarrollar el plan en forma mancomunada. En el cuadro 4.9 se define el comité con sus respectivas funciones y atribuciones.

Cuadro 4.9: Comité de emergencia



4.8.4 Inventario y disponibilidad del equipo de respuesta

El comité de emergencia dispondrá de:

Los recursos debidamente identificados en lo anexos 4.8.1 y 4.8.2 para los distintos bloques que se puede ver en la figura 4.2.

Un grupo permanente de personal capacitado para intervenir en cualquier momento de la emergencia debidamente identificados en el anexo 4.8.3 y ponemos en consideración los números telefónicos en caso de emergencia en el anexo 4.8.4.

Para el procedimiento de operación específica los pasos que de deberá seguir en caso de emergencia.

Personal clave.- Personal que por su especialidad tiene que poner en operación las redes.

Grupo de control.- Personal capacitado para atender la emergencia

Base de operaciones.- Lugar de donde se dirigen las operaciones.

4.8.5 Organización, funciones y atribuciones del comité operativo regional.

NOMBRE	POSICIÓN	FUNCIONES
Arq. Jorge Cepeda	Presidente del Comité de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Asume o delega funciones y conducción a los miembros ❖ Instruye la movilización recibe y centraliza toda información general personal y equipo. ❖ Evalúa la magnitud del problema y planifica e instruye las acciones a seguir.

		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Declara el estado de emergencia permanente ❖ Informa a la prensa oral y escrita ❖ Recopila la documentación referente a la emergencia. ❖ Autoriza el movimiento de respuesta a la emergencia y si es necesario contrata y coordina otros tipos de servicios ❖ Mantienen comunicación con organismos del estado (Ejército, Policía, Defensa Civil entre otros), para coordinar acciones. ❖ Mantiene un registro documentado sobre las causas, efectos, daños y procedimientos seguidos, durante y después de la emergencia.
Dr. Edgar Jiménez	Director de Relaciones Industriales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Fiscaliza la ejecución de las acciones instruidas e informan continuamente al presidente sobre el desarrollo de las acciones y lo asesoran. ❖ Facilitan personal, equipos medios de transporte que le sean solicitados. ❖ Es el responsable de coordinar y hacer cumplir el plan de Acción. ❖ Disponen en coordinación con el presidente, la movilización del personal y equipos de seguridad industrial, médico y de control

			<p>ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Coordina con el presidente sobre el apoyo logístico como es el personal, vehículos, equipos, ❖ radio comunicaciones, alimentación, hospedaje, relaciones públicas y otras.
Econ. Luzuriaga	Patricio	Director de finanzas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ordena a quien corresponda cualquier tipo de adquisición que se necesita para la emergencia
Ing. Vázquez	Sergio	Director de Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Facilita el suficiente recurso humano para precautelar las instalaciones
Ing. Orquera	Fausto	Director técnico Auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Responder por el normal suministro de energía eléctrica a todos los lugares de albergue. ❖ Velar que las construcciones destinadas a la emergencia se realicen de acuerdo a la planificación. ❖ Colaborar con la ejecución del plan de contingencia. ❖ Ejecutar los trabajos con los grupos de apoyo.

		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Informar el avance del plan de contingencia al director técnico. ❖ Recibir los informes de funcionamiento de los equipos instalados en todas las construcciones. ❖ Colaborar en la determinación de todos los requerimientos para las centrales de generación, ❖ subestaciones y sistemas de subtransmisión.
Sra. Augusta Albán	Bodeguero general	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se encarga de despachar toda la adquisición ordenada por el director de comercialización.
Ing. Miguel Lucio	Jefe de Generación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Controlar las actividades de generación de la empresa. ❖ Velar por el personal que se encuentre operando. ❖ Enviar datos de las novedades que presente el sistema de generación a quien corresponda. ❖ Organizar, supervisar y controlar la operación del grupo de generación, equipos auxiliares y tableros de la central y velar por su buen funcionamiento. ❖ Controlar los parámetros de medición: V, I, f,

	<p>Operador</p> <p>Guardián</p>	<p>presión, temperatura, que se encuentren dentro de los límites de operación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Efectuar la limpieza de los equipos de medición. ❖ Atender el plan de alarma dispuesto por el jefe de generación. ❖ Realizar la limpieza de las instalaciones, tanque de presión, desarenadores, rejillas, canales, bocatomas y lugares adyacentes a la central por caída de piroclastos.
	<p>Jefe de Ingeniería y construcción</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ejecutar las construcciones planificadas para atender la emergencia.
	<p>Jefe de operación y mantenimiento</p> <p>Auxiliar de operación.</p> <p>Liniero 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Supervisar la operación de las redes de emergencia y evaluar su ejecución. ❖ Solucionar los problemas técnicos que se presenten durante la emergencia. ❖ Supervisar la operación de alumbrado público. ❖ Inspeccionar el correcto funcionamiento de cada uno de los bloques. ❖ Realizar el tendido y tensado de las redes de

	<p>Liniero 2</p> <p>Auxiliar de mantenimiento</p>	<p>emergencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Cambiar y limpiar los herrajes, aisladores, tirafusibles, fusibles, luminarias, fotocélulas que no estén funcionando por consecuencia de piroclastos. ❖ Seccionar las líneas que se detallan en la figura4.2. ❖ Realizar las mismas actividades que el liniero 1, adicional debe conducir el vehículo. ❖ Retirar los materiales de bodega, devolver los no utilizados y retirados del servicio. ❖ Velar por la correcta utilización de los equipos y ❖ materiales utilizados durante la emergencia. ❖ Reportar las novedades a quien corresponda. ❖ Supervisar el correcto funcionamiento de las cámaras de transformación.
	<p>Jefe de subestaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Coordinar la operación de la subestación móvil con el Sistema Nacional Interconectado, CENACE y TRANSELECTRIC. ❖ Colaborar con el montaje electromecánico de la subestación.

	Operador	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Controlar el correcto funcionamiento de las subestaciones que se encontraren operando en ese momento. ❖ Informar las novedades de las operaciones a quien corresponda. ❖ Coordinar actividades de seccionamiento con linieros y operadores tanto de las subestaciones como del CENACE ❖ Operar los tableros y equipos de control. ❖ Seccionar los alimentadores que se encuentran en la zona de riesgo. ❖ Controlar la estabilidad del sistema eléctrico. ❖ Tomar lecturas de los instrumentos de medición. ❖ Proporcionar datos de potencia y energía a quien corresponda.
--	-----------------	--

4.8.6 FASE DURANTE

4.8.6.1 Procedimientos para el estado de emergencia del SNI

4.8.6.2 Consideraciones generales

Cuando se den condiciones de emergencia en el SNI, el CENACE sabe que procedimientos seguir por lo que no necesita orden de ninguna persona o institución.

Solamente el CENACE tomará decisiones de despacho o redespacho, y los otros Centros de Operación aplicarán las instrucciones que al respecto él establezca.

4.8.6.3 Coordinación del restablecimiento

Cuando se presenta un evento que afecta total o parcialmente el SNI, el CENACE, en coordinación con los Centros de Operaciones del Transmisor y de los Distribuidores determinarán las acciones a seguir en el restablecimiento, de acuerdo con el siguiente esquema:

- a) El CENACE, el Transmisor y los Distribuidores determinarán, con la información recibida de sus correspondientes equipos de supervisión, la topología y el estado de la red después del evento.**
- b) Los Centros de Operación establecen comunicación inmediata con el CENACE e informan acerca de la topología y el estado de la red.**
- c) El tiempo que el sistema eléctrico permanecerá afectado por una contingencia dependerá de dos factores:**
 - 1. El estado de los equipos.**

2. El personal implicado en la operación debe ser debidamente adiestrado y tendrá que conocer perfectamente las maniobras que le corresponde desarrollar y consciente de que forma parte de un equipo y, en consecuencia, el éxito de la operación dependerá de todos y cada uno de los operadores involucrados en la operación.
- d) El CENACE define el plan de restablecimiento con base en las consignas operativas acordadas con los Centros de Operación. El plan se desarrolla manteniendo una comunicación continua entre el CENACE y los Centros de Operación.
 - e) Los Centros de Operación de Distribuidores coordinarán las maniobras a su cargo según el plan definido e informarán al CENACE, a través del canal de comunicación que se haya establecido, sobre las maniobras que se realicen hasta concluir el restablecimiento.
 - f) Los circuitos de distribución que pertenecen al EAC (Esquema de Alivio de Carga) y EACBV (Esquema de Alivio de Carga por Bajo Voltaje) tienen prioridad en el restablecimiento del SNI.
 - g) No se deberá exceder del 100% de la capacidad de generación de las unidades que se encuentren en operación, durante el restablecimiento en las diferentes Zonas Eléctricas.
 - h) No se deberá exceder la capacidad permitida de los equipos del Sistema de Transmisión (transformadores, circuitos, líneas de transmisión).
 - i) Se considera que los circuitos número 1 de las líneas de transmisión de 230 Kv. poseen relés de sobretensión, razón por la cual, en el proceso inicial de conformación de las Zonas Eléctricas se operan los circuitos número 2.
 - j) Para la reconexión de carga la frecuencia debe regularse manualmente dentro del rango de 59.8 Hz a 60.2 Hz. El CENACE en coordinación con el Centro de Operación correspondiente informa a las empresas la magnitud de demanda

que debe ser reconectada. Una vez se normalice la demanda, la empresa informará al CENACE, la magnitud de la demanda efectivamente reconectada y la demanda restante que todavía se encuentra fuera de servicio.

4.8.6.4 Códigos

Se determina tres tipos de códigos que definen el estado del SIN. El CENACE es el encargado de determinar y dar a conocer, a los agentes del MEN, en que código se encuentra el Sistema. A continuación se definen los códigos en mención:

Código amarillo (Alerta). El SNI opera con riesgo pero se satisfacen las condiciones de voltaje y frecuencia. Todos los operadores del SNI deben permanecer en estado de alerta para recibir instrucciones del CENACE, además de realizar estricta supervisión de los equipos a su cargo. Se debe restringir la comunicación con el CENACE a menos que sea estrictamente necesario.

Código rojo (Emergencia). El SNI ha sido desarticulado de tal forma que se ha llegado a la interrupción total o parcial del servicio a los usuarios. El personal de operadores de los agentes del mercado ocupa una posición de emergencia.

Código blanco (Normal). El SIN ha alcanzado la estabilidad y todos los parámetros de calidad de servicio se encuentra dentro de los límites permitidos.¹⁸

¹⁸ PROYECTO DE PROCEDIMIENTOS DE DESPACHO DE OPERACIÓN, CENACE, COT, 1999

4.8.7.3 Etapa mediata

A continuación se detalla algunas de las actividades que se deben realizar después que ha ocurrido el evento, de esta manera se atenderá a la ciudadanía en las necesidades de energía eléctrica que se puedan presentar en esos momentos.

- ❖ **Realizar estudios para la construcción y/o reubicación de las subestaciones.**
- ❖ **Retirar todas las estructuras afectadas**
- ❖ **Atender los daños que sean posibles**
- ❖ **Ponerse a trabajar en beneficio del Cantón Latacunga¹⁹**

¹⁹ ELABORADO POR MILTON LEMA – OSCAR ALTAMIRANO, 2004-01-06