



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DEL CAMBIO DE TRANSFORMADORES  
DE DISTRIBUCION DE 6KV A 23KV

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
AREA ELECTRICA ELECTRONICA  
P R E S E N T A N :  
ADAN / ~~BASILIO HERNANDEZ~~  
GABRIELA GALLEGOS PAZ  
ENRIQUE LEON JIMENEZ

DIRECTOR DE TESIS: ING. PELAYO FERNANDEZ VILLALOBOS



MEXICO, D. F.

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A mis padres Enrique y Estela por la infancia feliz que me brindaron**

**y el futuro claro que me forjaron.**

**A mis hermanos Laura, Enrique y Oscar**

**porque son las personas que más amo.**

**A Efraín por compartir con amor los buenos y los malos momentos.**

**GABRIELA**

**A mis padres por el apoyo que me brindaron en cada momento.**

**A mis hermanos Verónica, Ana Laura, Claudia, Julio Cesar y Alicia, por estar a mi lado siempre y por su apoyo y comprensión incondicional.**

**A mis abuelas por brindarme su apoyo durante mi infancia.**

**Y a todas las personas que siempre me brindaron su apoyo incondicional, perdonandome no mencionar nombres por que no quiero omitir a ninguna.**

**ADÁN**

**A mi padre por su cariño y consejos siempre oportunos, a mi madre que desde algún lugar me observa y me cuida.**

**A mis hermanos Margarita, Odilón, Anita, Rosa, Pedro y Alicia por ser comprensivos conmigo.**

**A mi hermana Socorro y a su esposo Pedro por permitirme compartir con su familia durante estos años.**

**A mis amigos que siempre me han motivado y brindado su amistad desinteresadamente.**

**ENRIQUE**

## ÍNDICE

Pág.

**CAPÍTULO I****Introducción**

Antecedentes.....	2
Definición del problema.....	3
Objetivo.....	4
Hipótesis.....	4
Metodología.....	5

**CAPÍTULO II****Demanda máxima, factor de carga, factor de pérdidas y cálculo de pérdidas**

Selección del área de estudio.....	8
Conceptos: demanda media, demanda máxima, capacidad instalada, factor de carga, factor de pérdidas, factor de utilización.....	9
Cálculo de los factores de carga, de pérdidas y de utilización de los alimentadores.....	12
Cálculo de pérdidas en alta tensión.....	26
Cálculo de pérdidas en los transformadores.....	30
Cálculo de pérdidas en baja tensión.....	32
Cuadros de pérdidas en alta tensión. Sistema en 6kV.....	37
Unifilares en 6kV.....	C5
Cuadro de pérdidas en los transformadores. Sistema en 6kV.....	79

Cuadros de pérdidas en baja tensión. Sistema en 6kV.....	80
Cuadro del por ciento de pérdidas en los alimentadores de la subestación condesa. Sistema en 6kV.....	100
Diseño de la nueva red en 23kV.....	101
Unifilares en 23kV.....	105
Cuadros de pérdidas en alta tensión. Sistema en 23kV.....	120
Cuadro de pérdidas en los transformadores. Sistema en 23kV.....	169
Cuadros de pérdidas en baja tensión. Sistema en 23kV.....	170
Cuadro del por ciento de pérdidas en los alimentadores de la subestación condesa. Sistema en 23kV.....	188

**CAPÍTULO III****Cálculo del costo esperado de pérdida**

Cálculo del costo esperado de pérdidas a valor presente.....	190
Cuadros de pérdidas en valor presente de los transformadores.....	195
Cuadro de pérdidas en valor presente de los cables.....	209

**CAPÍTULO IV**

Cálculo del costo de la inversión.....	211
Cuadro de transformadores a instalar.....	215
Cuadro de costos de inversión de materiales y accesorios por alimentador.....	216

**CAPÍTULO V**

<b>Cálculo del costo de la mano de obra.....</b>	<b>221</b>
<b>Cuadro del costo de la mano de obra de la instalación nueva.....</b>	<b>223</b>
<b>Cuadro del costo de la mano de obra de retiro de la instalación vieja.....</b>	<b>225</b>

**CAPÍTULO VI**

<b>Cálculo de la recuperación de la instalación vieja.....</b>	<b>228</b>
<b>Conceptos: valor en libros, valor comercial, costo inicial, periodo de recuperación, tasa de depreciación o tasa de recuperación, valor de salvamento.....</b>	<b>229</b>
<b>Cuadro del valor de recuperación de materiales y accesorios por alimentador.....</b>	<b>232</b>

**CAPÍTULO VII**

<b>Cálculo de la vida esperada de los transformadores.....</b>	<b>237</b>
<b>Vida media de la población.....</b>	<b>242</b>

**CAPÍTULO VIII**

<b>Valor presente de los costos en un horizonte de 25 años.....</b>	<b>246</b>
---	------------



**CAPÍTULO IX****Hojas de cálculo, flujo de caja, tasa interna de retorno y criterios de decisión sobre el proyecto**

Introducción.....	252
Flujo de caja.....	253
Tasa mínima aceptable de retorno.....	255
Tasa interna de retorno.....	258
Criterios de decisión.....	259
Cuadros resumen de los resultados relevantes.....	260
Conclusiones.....	262
Anexo A.....	263
Bibliografía.....	264

# Capítulo I

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

#### Antecedentes

A mediados de la década de los 60's, existían en los Sistemas Eléctricos de la República Mexicana una gran variedad de tensiones de distribución primaria, producto de la diversidad de empresas eléctricas.

Durante la década de los sesentas se inició la normalización de tensiones a nivel nacional, editándose para tal fin, la norma NMXJ-98.

Actualmente Luz y Fuerza del Centro cuenta, en la zona metropolitana, con dos niveles de tensión en su sistema de distribución primarios: 6 y 23 kV.

En 1964 la Compañía de Luz y Fuerza del Centro adoptó la tensión de distribución de 23 kV, adaptando inicialmente las líneas de subtransmisión existentes de 20 kV. La tensión de 6 kV se ha ido sustituyendo paulatinamente por la de 23 kV, se han evitado nuevas instalaciones en 6 kV y solamente se mantienen las existentes con la mínima inversión necesaria.

Hoy en día, la zona en 6kV que es motivo de este estudio, es un sistema que requiere una alta continuidad en el servicio pero más aún, una buena regulación en la tensión ya que el tipo de carga que alimenta es residencial y comercial. Opera de manera radial, es decir que el flujo de energía de la subestación hasta el consumidor tiene una sola trayectoria, de manera que una falla en el sistema produce interrupción en el servicio. En mediana tensión tiene una estructura radial aérea por lo que emplea posteria de distintos materiales, cuchillas y transformadores aéreos principalmente; en baja tensión tenemos una estructura radial aérea sin amarres, es decir un conjunto de cables que parten en diferentes direcciones, desde la terminales de baja tensión del transformador hasta los servicios que alimenta, constituyendo los alimentadores

secundarios; en esta red una falla en el transformador o en alguno de los cables dejará sin servicio a todos los consumidores que alimenta la instalación.

### **Definición del Problema**

Actualmente existe en la Compañía de Luz y Fuerza del Centro un proyecto de inversión de la Subdirección de Distribución y Comercialización, de un cambio de tensión en la zona metropolitana.

Este proyecto considera el reemplazo de 2485 transformadores de distribución de 6kV, su atención es prioritaria debido a la antigüedad de las instalaciones de 6 kV las cuales en su mayoría han rebasado su vida útil. Adicionalmente esta tensión está fuera de la normatividad vigente, con la consecuente escasez de componentes, que aunada a la superposición de las redes de 6 y 23 kV en una misma posteria dificulta su operación y mantenimiento, actuando ésto, en detrimento de la calidad del servicio de suministro de energía eléctrica a cientos de usuarios, problema cuya última consecuencia son grandes pérdidas económicas.

Actualmente el sistema de 6 kV está "congelado" y en proceso de desmantelamiento por sus limitaciones para atender la demanda creciente que requiere la zona metropolitana de la Ciudad de México, pero esta situación no justifica suficientemente el cambio de tensión, por ello es que se requiere hacer un análisis detallado de la magnitud de las pérdidas actuales en la zona y un estudio de la propuesta del cambio de tensión y poder decidir no solo la factibilidad del proyecto sino la urgencia de llevarlo a cabo.

**Objetivo**

El cambio de transformadores de 6 a 23 kV persigue no uno sino varios objetivos importantes que se listan a continuación:

- Mejorar la calidad del suministro de energía eléctrica.
- Normalizar la tensión de distribución primaria del sistema a 23 kV, ya que la tensión de 6 kV se encuentra fuera de la Norma Nacional vigente (NMXJ-98).
- Reemplazar instalaciones de 6 kV, deterioradas y obsoletas.
- Aumentar la capacidad de los alimentadores de distribución, facilitando la atención a los incrementos de la demanda de energía eléctrica en zonas con alta densidad de carga.
- Reducir pérdidas eléctricas por efecto Joule ( $I^2R$ )
- Modernizar las subestaciones de distribución eliminando equipos fuera de norma y obsoletos.

**Hipótesis**

Las pérdidas de energía en forma de calor en el sistema de 23kV serán inferiores a las pérdidas en el sistema actual de 6 kV. Lo cual permitirá un mejor aprovechamiento de la energía, traduciéndose a un ahorro apreciable de los recursos financieros a lo largo de la vida útil del nuevo sistema.

### **Metodología**

El sistema de distribución primario de 6 kV de la zona metropolitana está compuesto de 90 alimentadores aéreos y 46 alimentadores subterráneos que parten de 11 subestaciones de potencia, dichas subestaciones se listan a continuación:

- Tacubaya
- Morales
- Insurgentes
- Naucalpan
- Tacuba
- San Lázaro
- Nonoalco
- Narvarte
- Condesa
- Indianilla
- Jamaica

Tomaremos, a manera de muestreo, una de las 11 subestaciones del 6 kV con que cuenta la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y analizaremos las pérdidas de energía en forma de calor de todos sus alimentadores, para posteriormente configurar la nueva red de 23 kV en la misma zona y en los mismos alimentadores y nuevamente analizar las pérdidas de energía.

Todo lo anterior con el fin de obtener el beneficio económico del ahorro de energía con el sistema de reemplazo y contrastarlo con los costos totales de la inversión; todo ello a lo largo de la vida útil de los nuevos transformadores.

Es importante mencionar que existen otras alternativas de solución para el problema ya antes planteado y que no se contraponen demasiado a la que se seguirá en este

trabajo. Tal es el caso de la ejecución de una transferencia de carga de la red de 6kV a las subestaciones de 23kV de la misma zona, cuyo estudio detallado se lleva a cabo en el IIE, en Cuernavaca; en el cual las subestaciones de 23kV ya existentes tienen la capacidad suficiente para soportar no solo la carga ya conectada sino también la carga del sistema de 6kV de la zona III (Subestaciones Condesa e Indianilla); sin embargo se consideró necesaria la adición de nuevos alimentadores, fundamentada principalmente en la concentración de carga que existe en la zona central del área de estudio y la ubicación de las subestaciones de 23kV.

En contraste con la propuesta que se estudiará en esta tesis, se conservan los mismos alimentadores, sin agregar ninguno; la carga se mantendrá conectada de la misma subestación (Condesa) y será ésta la que se modifique a 23kV, es decir, no trasladaremos la carga del sistema de 6kV a las subestaciones de 23kV, sino que elevaremos la tensión de la subestación.

## Capítulo II



## CAPÍTULO II

DEMANDA MÁXIMA, FACTOR DE CARGA, FACTOR DE  
PÉRDIDAS Y CÁLCULO DE PÉRDIDAS**Selección del Área de Estudio**

El sistema de distribución de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro maneja dos niveles de voltaje: 23kV y 6kV; es motivo de este estudio una parte del sistema de distribución en 6kV, explícitamente la sección que corresponde a los alimentadores aéreos de la subestación condesa, ubicada en la colonia del mismo nombre.

Dichos alimentadores son, por orden alfabético: Amsterdam, Chapultepec, Cuautla, Gutemberg, Internacional, Mazatlán, Michoacán, Miravalle, Parras, Paseo, Roma, Sinaloa, Sonora y Yautepec.

Contamos para tal efecto con planos, unifilares y datos de la Compañía de Luz y Fuerza, que datan de hace muchos años y que no están actualizados, ya que el sistema de distribución en estudio es viejo.

Una vez reconocidos en el plano de distribución y de acuerdo con los unifilares de cada alimentador, el siguiente paso fué acudir a la zona de estudio y validar personalmente los datos, es decir, verificar que el estado, la cantidad y la ubicación del equipo representado en los unifilares coincidiera con los planos y con la realidad. Dicho equipo se refiere a: transformadores, cuchillas, postes, acometidas, aisladores y cables.

Como producto de esta validación se tomaron las consideraciones pertinentes y se procedió a hacer el cálculo de pérdidas de energía; para lo cual fue necesario determinar previamente los factores más importantes de cada sistema y que se describen a continuación.

**Demanda Media**

La demanda media es la carga en términos de potencia o de intensidad de corriente en las terminales receptora de una instalación o sistema, tomada en un valor medio en determinado intervalo. Es requisito indispensable indicar el intervalo de demanda, es decir el periodo durante el cual se toma el valor medio de la demanda y éste es establecido por la aplicación específica que se considere.

**Demanda Máxima**

La demanda máxima es el pico o valor de corriente o de potencia más elevado del sistema durante un intervalo dado.

Dicho intervalo puede ser de un día, una semana, un mes, un año, etcétera.

**Capacidad Instalada**

La capacidad instalada es la cantidad nominal de kVA que se puede entregar a los usuarios en un sistema eléctrico, y se puede calcular sumando todas las potencias de los transformadores que se encuentran instalados en la red.

**Factor de Carga**

El factor de carga se define como la relación existente entre la demanda promedio y la demanda máxima en un intervalo dado. Representada matemáticamente de la siguiente forma:

$$F.C. = D_m / D_{m\acute{a}x}$$

donde :

$D_m$  : Demanda media

$D_{m\acute{a}x}$  : Demanda máxima.

La demanda máxima puede tomarse como la demanda máxima instantánea o la demanda máxima promedio en el intervalo tomado.

El factor de carga es un índice de la eficiencia del sistema o de una parte del sistema.

#### **Factor de Pérdidas**

Para un sistema el factor de pérdidas se define como la relación entre el valor medio y el valor máximo de potencia disipada en pérdidas en un intervalo dado. Representada matemáticamente de la siguiente forma:

$$\lambda = P_m / P_{m\acute{a}x}$$

donde:

$P_m$  : Valor medio de la potencia activa perdida en un intervalo.

$P_{m\acute{a}x}$  : Valor máximo de la potencia activa disipada en el sistema durante un intervalo.

#### **Factor de Utilización**

El factor de utilización de un sistema es la relación entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema; se puede decir que este factor establece qué porcentaje de la capacidad del sistema está siendo utilizado durante el pico de carga.

$$F.U. = D_{ms} / C_s$$

donde:

Dms: Demanda máxima del sistema

Cs: Capacidad nominal del sistema

**Cálculo de los Factores de Carga, de Pérdidas y de Utilización de los Alimentadores**

A continuación se muestran los cuadros de carga de todos los alimentadores y se calculan los factores de cada uno, de acuerdo con las expresiones antes descritas.

**CAPÍTULO II DEMANDA MÁXIMA, FACTOR DE CARGA, FACTOR DE PÉRDIDAS...**

**DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR AMSTERDAM**

**SUBESTACIÓN CONDESA DE 6kV**

**AÑO 1996**

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1	80	80	80	80	80	80	80	70	70	80	804.40
2	80	80	70	80	80	80	80	70	70	80	811.20
3	80	80	70	80	80	70	70	80	80	77.22	780.53
4	70	70	80	70	70	70	70	80	80	88.88	882.83
5	70	70	80	70	70	70	70	80	80	87.77	784.28
6	70	70	70	70	70	70	70	80	70	88.88	718.91
7	80	70	80	80	80	80	70	80	80	77.77	806.29
8	180	70	80	80	80	80	80	80	80	88.88	871.91
9	180	70	110	80	110	180	110	180	110	103.33	1073.87
10	180	180	130	110	180	130	180	130	130	138.88	1306.76
11	180	110	180	110	180	180	180	180	180	138.88	1287.76
12	180	110	180	110	180	180	180	180	180	137.77	1431.82
13	180	110	180	110	180	180	180	180	180	133.77	1431.82
14	180	110	180	110	180	180	180	180	180	138.88	1420.28
15	180	180	180	180	180	180	180	180	180	128.88	1043.37
16	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	1064.90
17	180	180	180	180	180	180	180	180	180	148.88	1824.13
18	170	180	180	180	180	180	180	180	180	163.33	1689.98
19	180	130	170	180	180	180	180	180	180	168.88	1811.80
20	180	130	180	180	130	180	110	180	180	138.88	1820.31
21	180	110	180	180	180	180	180	180	180	188.88	1420.31
22	180	110	180	180	180	180	180	180	180	137.77	1431.82
23	180	180	180	110	180	180	110	180	180	121.11	1288.82
24	80	80	80	180	80	180	70	180	180	80	826.2
TOTAL											26188.84

Cuadro 2.1

$C_{\text{DEPT}} = 2,862.50 \text{ kVA}$

$D_{\text{DEPT}} = 1,524.13 \text{ kVA}$

$D_{\text{DE}} = 28,185.84/24 = 1,174.41 \text{ kVA}$

$F.C. = D_{\text{DE}}/D_{\text{DEPT}} = 1,174.41/1,524.13 = 77.05\%$

$\lambda = D_{\text{DE}}^2/D_{\text{DEPT}}^2 = (1,174.41)^2/(1,524.13)^2 = 59.37\%$

$F.U. = D_{\text{DEPT}}/C_{\text{DEPT}} = 1,524.13/2,862.50 = 53.24\%$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR CHAPULTEPEC

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	Ipromedio (A)	Spromedio (KVA)
1	100	110	90	100	100	90	90	110	90	97.78	1016.14
2	90	100	90	90	90	80	90	100	80	90.00	935.31
3	90	90	80	80	80	80	80	90	70	82.22	854.48
4	80	90	80	80	80	80	70	80	70	78.89	819.84
5	80	90	90	80	80	80	70	80	80	81.11	842.93
6	90	100	90	90	90	90	80	80	90	88.89	923.76
7	110	120	100	110	100	110	100	100	120	107.78	1120.08
8	120	120	110	110	120	110	100	110	120	113.33	1177.79
9	130	130	110	120	130	120	130	120	120	123.33	1281.72
10	140	140	130	130	130	130	130	140	130	133.33	1385.64
11	140	140	130	130	140	130	140	140	130	135.56	1408.73
12	150	140	130	140	130	130	150	140	140	138.89	1443.38
13	150	130	130	140	140	130	150	140	130	137.78	1431.83
14	140	140	140	140	140	130	150	140	130	138.89	1443.38
15	140	130	130	140	140	130	150	130	130	135.56	1408.73
16	150	130	130	140	140	130	150	130	160	140.00	1454.92
17	150	130	140	150	140	140	150	120	150	141.11	1466.47
18	160	140	140	140	140	150	150	120	150	143.33	1489.56
19	200	160	160	150	130	140	150	140	140	152.22	1581.94
20	190	180	180	150	140	140	150	150	160	160.00	1662.77
21	180	170	170	150	170	160	160	160	160	164.44	1708.96
22	160	150	140	160	160	150	150	150	150	152.22	1581.94
23	130	140	120	140	130	130	130	130	130	131.11	1362.55
24	110	110	100	110	110	100	100	110	110	106.67	1108.51
TOTAL											30911.33

Cuadro 2.2

$$C_{INST} = 4,350 \text{ KVA}$$

$$D_{MAX} = 1,708.96 \text{ kVA}$$

$$D_M = 30,911.33/24 = 1,287.97 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_M/D_{MAX} = 1,287.97/1,708.96 = 75.37\%$$

$$\lambda = D_M^2/D_{MAX}^2 = (1,287.97)^2/(1,708.96)^2 = 56.80\%$$

$$F.U. = D_{MAX}/C_{INST} = 1,708.96/4,350 = 46.22\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR CUAUTLA

## SUBSTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1996

HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	(promedio (A))	(promedio (B))	
1	100	100	80	80	80	100	80	80	80	88.88	92.78	
2	100	80	70	80	80	90	80	70	70	82.22	80.44	
3	80	80	80	70	80	80	80	80	80	74.44	77.05	
4	80	80	80	80	70	80	80	80	80	88.88	75.81	
5	80	80	80	70	70	80	80	80	80	72.22	75.05	
6	80	80	70	80	80	80	80	70	80	81.11	84.03	
7	80	100	80	100	100	100	80	80	100	91.11	94.85	
8	110	100	70	130	120	100	80	110	102.22	102.32	102.32	
9	130	130	80	130	140	130	110	120	140	123.33	124.72	
10	140	180	80	140	180	150	140	140	150	140.00	144.82	
11	180	180	100	180	170	150	150	150	180	147.78	153.78	
12	180	180	100	150	170	180	150	150	150	147.78	133.78	
13	180	180	100	180	170	180	150	150	150	148.88	154.30	
14	180	180	100	180	120	150	150	180	140	140.00	146.92	
15	180	140	100	180	180	150	150	180	150	148.88	151.28	
16	180	180	100	180	180	150	150	180	150	147.78	153.78	
17	180	180	110	180	180	150	150	180	150	151.11	157.05	
18	170	180	120	180	180	140	140	180	150	151.11	157.05	
19	200	180	140	180	180	140	140	180	150	158.87	162.13	
20	180	180	150	170	180	150	150	180	150	152.22	160.88	
21	180	180	180	170	170	180	150	180	170	151.11	167.42	
22	130	180	140	180	180	140	140	150	148.87	154.20	154.20	
23	100	130	110	130	140	130	110	120	120	121.11	128.82	
24	80	110	80	110	110	100	80	100	110	100.00	70.80	
TOTAL												30680.38

Cuadro 2.3

$$C_{\text{MST}} = 4,350 \text{ KVA}$$

$$D_{\text{MAX}} = 1,685.86 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 30,680.39/24 = 1,278.35 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{M}}/D_{\text{MAX}} = 1,278.35/1,685.86 = 75.82\%$$

$$\lambda = D_{\text{M}}^2/D_{\text{MAX}}^2 = (1,278.35)^2/(1,685.86)^2 = 57.49\%$$

$$F.U. = D_{\text{MAX}}/C_{\text{MST}} = 1,685.86/4,350 = 38.75\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR GUTEMBERG

## SUBSTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1998

HÓRAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	promedio (A)	promedio (B)
1	130	120	110	130	190	110	110	130	110	122.22	1276.17
2	120	120	105	120	140	100	110	120	100	114.44	1168.28
3	120	110	80	120	140	100	100	100	90	110.00	1143.18
4	110	100	80	120	130	100	100	100	110	90	1096.87
5	110	100	80	110	130	100	100	110	100	100.96	1096.87
6	120	110	100	120	120	110	100	110	110	112.22	1166.25
7	140	120	80	120	140	120	120	130	140	127.78	1317.61
8	150	130	100	120	160	140	120	150	140	137.78	1431.83
9	180	150	110	150	180	180	180	180	180	160.00	1558.85
10	150	110	120	170	170	170	170	170	160	163.33	1697.21
11	180	180	120	170	180	180	190	180	180	178.87	1836.97
12	180	180	120	180	180	180	180	180	180	177.78	1847.52
13	180	180	120	180	180	180	190	180	180	178.87	1838.87
14	180	180	120	180	180	180	190	180	180	177.78	1847.52
15	180	180	120	180	170	180	180	180	200	177.78	1847.52
16	200	180	120	180	170	180	180	180	200	177.78	1847.52
17	250	180	140	180	170	180	180	180	180	178.88	1858.07
18	210	180	140	180	180	200	180	180	180	182.22	1883.71
19	240	230	170	200	180	200	170	200	180	188.87	2003.82
20	230	250	180	210	170	200	180	220	220	209.88	2138.20
21	210	220	180	210	210	210	190	210	210	207.78	2158.28
22	180	200	170	180	180	180	180	180	180	178.88	1824.43
23	180	170	180	180	170	180	180	180	180	187.78	1839.87
24	120	180	120	120	120	120	120	120	120	137.78	1431.83
TOTAL											36028.68

Cubdrio 2.4

$$C_{INST} = 4,287.5 \text{ kVA}$$

$$D_{MAX} = 2,159,209 \text{ kVA}$$

$$D_M = 39,028.88/24 = 1,626.2 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_M/D_{MAX} = 1,626.2/2,159,209 = 75.31\%$$

$$\lambda = D_M^2/D_{MAX}^2 = (1,626.2)^2/(2,159,209)^2 = 56.72\%$$

$$F.U. = D_{MAX}/C_{INST} = 2,159,209/4,287.5 = 50.36\%$$



## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR INTERNACIONAL

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1996

HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	promedio (A)	Spromedio (kVAh)
1	60	100	70	90	60	100	80	100	80	81.77	817.57
2	60	60	70	90	70	100	60	90	90	84.44	877.57
3	60	60	60	90	70	90	70	90	70	78.89	788.87
4	60	70	90	70	70	90	70	90	70	73.23	732.23
5	70	70	80	70	70	90	70	90	70	72.28	720.53
6	70	70	60	70	70	90	70	90	70	72.28	720.53
7	60	90	90	80	60	90	90	90	90	82.23	854.47
8	100	90	90	90	90	100	90	100	100	91.11	908.85
9	120	100	70	110	120	110	110	110	110	108.88	1108.81
10	130	130	90	130	130	120	130	120	120	121.11	1258.87
11	160	130	90	130	130	130	130	120	130	128.88	1318.38
12	130	140	90	140	140	130	130	130	130	131.11	1383.54
13	160	140	90	140	140	120	140	130	140	133.33	1388.84
14	160	160	90	140	140	140	140	130	140	133.33	1388.84
15	160	130	90	140	140	130	140	130	140	131.11	1382.84
16	160	130	90	130	140	120	140	130	140	131.11	1382.84
17	160	130	90	130	140	140	130	130	140	131.11	1382.84
18	160	140	90	130	140	140	130	130	140	132.22	1374.07
19	170	140	100	120	140	130	130	140	130	133.33	1388.84
20	160	150	120	130	130	130	140	130	140	136.66	1443.28
21	160	140	120	130	160	140	130	140	140	137.77	1431.82
22	130	130	100	120	140	130	120	130	130	128.88	1304.81
23	110	120	80	110	120	110	110	110	110	112.22	1143.19
24	100	110	80	90	100	100	100	100	100	97.77	1018.13
TOTAL											27643.33

Cuadro 2.5

$$C_{\text{NST}} = 2.600 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{MAX}} = 1,443.28 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 27,643.33/24 = 1,151.80 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{M}}/D_{\text{MAX}} = 1,151.80/1,443.28 = 79.80\%$$

$$\lambda = D_{\text{M}}^2/D_{\text{MAX}}^2 = (1,151.80)^2/(1,443.28)^2 = 63.68\%$$

$$F.U. = D_{\text{MAX}}/C_{\text{NST}} = 1,443.28/2,600 = 55.51\%$$

DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR MAZATLÁN  
SUBESTACIÓN CONDESA DE 8kV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	promedio (A)	promedio (VA) 24h
1	50	50	50	50	40	50	50	50	50	48.97	554.28
2	50	50	50	50	40	50	50	50	50	53.33	554.28
3	50	50	50	50	30	50	40	50	50	46.07	484.87
4	40	40	40	50	30	50	40	50	50	42.22	438.78
5	40	40	40	50	20	50	40	50	50	42.22	438.78
6	40	50	40	50	30	50	40	40	50	43.33	450.33
7	40	50	40	50	40	50	40	40	50	44.44	461.88
8	50	50	40	40	40	50	40	50	50	44.44	461.88
9	50	50	50	40	40	50	50	50	50	48.50	509.07
10	50	50	50	50	50	50	50	50	50	55.98	572.25
11	50	50	50	50	50	50	50	50	50	57.78	590.44
12	50	50	50	50	50	50	50	50	70	61.11	638.50
13	50	50	50	50	50	50	50	50	70	61.11	638.50
14	50	50	50	50	50	50	50	50	70	61.11	638.50
15	50	50	50	50	50	50	50	50	70	61.11	638.50
16	70	50	50	50	70	70	70	70	80	66.56	681.27
17	70	50	50	50	70	70	70	70	70	66.67	682.67
18	50	70	50	70	70	70	50	50	80	68.56	713.81
19	50	50	70	80	70	70	50	70	80	75.58	786.20
20	50	50	80	80	70	70	70	80	100	81.11	842.53
21	50	50	50	50	50	50	50	50	50	83.33	861.96
22	50	50	50	50	50	50	50	50	80	80.00	831.38
23	70	50	50	70	70	70	70	70	80	68.97	692.82
24	50	50	50	50	50	50	50	50	50	56.67	588.80
TOTAL											14803.28

Cuadro 2.6

$$C_{PST} = 1,475 \text{ kVA}$$

$$D_{Máx} = 865.99 \text{ kVA}$$

$$D_{Máx} = 14,803.28/24 = 616.679 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{Máx}/D_{PST} = 616.679/865.99 = 71.21\%$$

$$\lambda = D_{Máx}^2/D_{PST}^2 = (616.679)^2/(865.99)^2 = 50.70\%$$

$$F.U. = D_{Máx}/C_{PST} = 865.99/1,475 = 58.71\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR MICHOCACÁN

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1998

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT	Promedio (A)	Promedio (kVA)
1	100	110	80	80	80	80	80	80	100	83.33	888.08
2	80	110	80	70	80	80	70	80	100	88.89	888.08
3	80	100	70	80	70	80	80	80	80	77.77	808.2
4	70	80	80	80	70	80	70	70	80	73.33	767.08
5	70	80	80	80	70	80	70	70	80	73.33	767.08
6	70	80	70	80	80	80	70	70	80	75.56	785.13
7	80	80	80	80	100	80	80	80	80	88.89	900.98
8	100	80	80	80	110	80	100	80	100	88.55	892.98
9	110	100	110	110	110	100	100	110	105.55	1088.0	
10	120	120	120	120	120	120	120	120	121.11	1268.81	
11	130	120	120	130	130	140	130	140	130.00	1350.00	
12	130	130	130	130	140	140	130	140	133.33	1385.0	
13	140	130	140	130	150	140	130	140	137.77	1427.74	
14	140	130	130	130	140	140	130	140	134.44	1387.74	
15	140	130	130	130	140	130	140	130	133.33	1388.8	
16	140	130	130	130	140	140	140	130	138.89	1420.71	
17	180	130	130	130	140	180	140	160	140.00	1484.82	
18	180	140	130	130	140	140	140	140	138.89	1443.28	
19	180	180	180	130	130	140	140	140	130	114.44	1801.08
20	170	180	180	140	140	140	130	180	140	147.77	1536.87
21	180	180	180	180	180	140	180	130	140	181.11	1870.88
22	140	130	140	140	150	140	150	140	120	138.89	1442.24
23	120	120	120	120	120	130	130	110	110	122.22	1270.14
24	100	110	100	100	110	100	110	100	100	103.33	1073.83
TOTAL											24889.34

Cuadro 27

$$C_{\text{INST}} = 3,000 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{MAX}} = 1,570.38 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 28889.34/24 = 1,203.72 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{M}}/D_{\text{MAX}} = 1,203.72 / 1,570.38 = 76.65\%$$

$$\lambda = D_{\text{M}}^2/D_{\text{MAX}}^2 = (1,203.72)^2 / (1,570.38)^2 = 58.75\%$$

$$F.U. = D_{\text{MAX}}/C_{\text{INST}} = 1,570.38 / 3,000 = 52.34\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR MIRAVALLE

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 8kV

AÑO 1996

HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	Promedio (A)	Promedio (kVA)
1	80	100	100	100	100	80	80	100	80	82.22	804.33
2	80	80	80	100	80	80	70	100	70	83.33	804.80
3	70	80	70	80	70	70	70	80	70	78.88	788.87
4	70	80	70	80	70	70	70	80	70	73.33	742.08
5	80	80	80	80	80	70	70	80	80	78.88	788.13
6	80	80	80	80	80	80	70	80	80	78.88	810.74
7	80	80	80	110	100	80	80	80	100	81.11	848.84
8	80	100	120	110	120	100	100	110	110	108.88	1108.44
9	100	100	150	150	150	130	130	140	140	136.58	1408.87
10	120	170	170	170	170	170	180	170	170	163.33	1687.37
11	180	180	180	170	180	170	180	180	180	177.77	1841.41
12	180	180	180	190	190	170	180	180	180	184.44	1918.78
13	180	180	180	180	180	170	180	180	180	184.44	1918.78
14	180	180	180	180	180	180	180	180	180	183.33	1899.22
15	170	170	180	180	170	180	170	180	180	175.58	1813.28
16	180	170	180	180	180	170	170	180	180	180	1870.81
17	180	170	180	180	180	170	200	180	200	184.44	1818.78
18	180	180	180	180	180	170	200	180	180	184.44	1918.78
19	180	180	200	180	180	180	180	180	180	178.88	1888.87
20	170	180	180	180	180	150	180	170	180	171.11	1778.22
21	180	180	180	170	170	180	180	180	180	184.44	1828.68
22	130	140	140	150	150	130	130	140	138.88	1443.28	
23	100	120	110	110	130	110	110	110	114.44	1188.28	
24	80	100	100	100	110	100	100	100	108	1038.23	
TOTAL											34300.95

Cuadro 2 B

$$C_{MST} = 3,635 \text{ kVA}$$

$$D_{MAX} = 1,916.75 \text{ kVA}$$

$$D_{M} = 34,200.95/24 = 1,425.04 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_M/D_{MAX} = 1,425.04/1,916.75 = 74.34\%$$

$$\lambda = D_M^2/D_{MAX}^2 = (1,425.04)^2/(1,916.75)^2 = 55.27\%$$

$$F.U. = D_{MAX}/C_{MST} = 1,916.75/3,635 = 52.73\%$$

## ESTUDIO DEL CAMBIO DE TRANSFORMADORES...

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR PARRAS

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	Septiembre (2)	Diciembre (3)
1	130	150	100	130	140	140	120	140	120	130 00	1360 88
2	130	140	90	110	120	130	110	130	110	117 78	1223 86
3	130	130	80	90	100	120	100	130	100	106 87	1106 51
4	110	130	80	80	100	120	100	120	100	104 44	1089 42
5	110	120	90	100	120	120	100	120	100	106 88	1137 81
6	120	120	100	110	140	120	110	120	110	116 87	1212 44
7	140	140	110	130	180	140	120	130	140	133 23	1365 64
8	160	140	130	130	150	160	140	150	130	144 44	1507 11
9	180	180	170	170	180	170	170	170	170	174 44	1812 66
10	200	200	200	200	210	220	200	180	200	203 22	2101 56
11	220	220	210	210	220	220	210	210	210	218 88	2240 12
12	230	230	220	220	230	230	230	220	230	229 88	2344 04
13	230	230	220	220	240	230	240	220	220	227 78	2367 14
14	230	230	220	220	240	230	220	220	220	229 88	2354 04
15	230	230	220	220	230	230	210	220	220	222 22	2309 40
16	240	230	210	210	230	230	220	220	240	229 88	2344 04
17	260	230	230	220	240	240	230	220	240	234 44	2436 42
18	270	230	230	220	250	250	230	230	230	237 78	2471 06
19	280	280	280	280	270	280	230	240	230	239 88	2483 51
20	280	270	250	240	280	240	250	230	240	246 88	2568 53
21	240	280	230	240	290	240	270	230	240	240 00	2494 16
22	200	210	200	210	220	220	210	200	200	206 88	2170 80
23	170	180	170	180	180	180	170	170	180	177 78	1847 52
24	140	150	150	150	160	160	150	150	150	151 11	1570 30
TOTAL											86098 63

Cuadro 2.9

$$C_{\text{PST}} = 5,737.5 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{MAX}} = 2,655.81 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 46,095.63/24 = 1,920.65 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{M}}/D_{\text{MAX}} = 1,920.65/2,655.81 = 72.31\%$$

$$\lambda = D_{\text{M}}^2/D_{\text{MAX}}^2 = (1,920.65)^2/(2,655.81)^2 = 52.3\%$$

$$F.U. = D_{\text{MAX}}/C_{\text{PST}} = 2,655.81/5,737.5 = 46.29\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR PASEO

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	promedio (A)	promedio (kVA)
1	80	60	80	50	50	50	50	50	50	50.00	519.83
2	50	60	40	40	50	50	40	50	40	48.56	473.43
3	50	30	40	40	40	50	40	40	40	41.11	237.74
4	60	30	60	40	30	50	40	40	40	38.89	504.16
5	60	40	50	60	30	50	40	40	40	41.11	427.24
6	60	40	50	50	40	50	40	40	40	44.44	481.56
7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	48.89	508.07
8	80	80	80	60	50	50	50	20	50	60.00	519.83
9	70	60	80	80	60	60	50	30	60	55.56	577.25
10	80	70	80	70	60	70	70	40	70	65.56	681.27
11	80	70	70	70	70	70	60	40	70	66.67	692.82
12	80	70	70	70	70	70	60	40	70	66.67	692.82
13	80	70	70	70	70	70	70	40	70	67.78	704.37
14	80	70	70	70	70	70	70	40	70	67.78	704.37
15	80	70	80	70	70	60	60	50	70	66.56	681.27
16	80	70	70	70	70	70	70	40	70	67.78	704.37
17	80	70	70	70	70	70	60	40	70	67.78	704.37
18	80	70	70	70	60	60	70	40	70	66.56	681.27
19	80	80	70	70	60	60	70	60	60	67.78	704.37
20	80	80	70	70	60	60	60	60	60	68.89	715.82
21	80	80	60	70	60	70	70	60	70	66.66	715.82
22	70	70	80	70	70	70	70	60	70	67.78	704.37
23	80	80	60	60	60	60	70	60	60	66.00	623.34
24	80	80	50	80	50	50	60	60	50	63.33	584.78
TOTAL											14843.87

Cuadro 2 10

$$C_{NET} = 1,227.5 \text{ kVA}$$

$$D_{MAX} = 715.82 \text{ kVA}$$

$$D_M = 14,582.36/24 = 607.59 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_M/D_{MAX} = 607.59/715.82 = 84.88\%$$

$$\lambda = D_M^2/D_{MAX}^2 = (607.59)^2/(715.82)^2 = 72.04\%$$

$$F.U. = D_{MAX}/C_{NET} = 715.82/1,227.5 = 58.31\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR ROMA

## SUBESTACION CONDESA DE 6kV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	Septiembre (A)	Septiembre (BVA)
1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
7	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
13	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
14	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
16	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
17	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
18	20	10	10	20	10	10	10	10	10	12.22	127.02
19	40	20	10	20	10	10	10	10	10	18.96	161.96
20	30	20	30	10	10	10	10	10	10	14.44	150.11
21	20	10	10	10	10	10	10	10	10	11.11	115.41
22	20	10	10	10	10	10	10	10	10	11.11	115.41
23	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
24	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	103.92
TOTAL											2644.26

Cuadro 2.11

$$C_{\text{DEPT}} = 487.5 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{MAX}} = 161.66 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{B}} = 2644.26/24 = 110.18 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{B}}/D_{\text{MAX}} = 110.18 / 161.66 = 68.15\%$$

$$\lambda = D_{\text{B}}^2/D_{\text{MAX}}^2 = (110.18)^2/(161.66)^2 = 46.45\%$$

$$F.U. = D_{\text{MAX}}/C_{\text{DEPT}} = 161.66/487.5 = 33.16\%$$

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR SINALOA

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 8KV

AÑO 1998

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	promedio (A)	promedio (B/A)
1	80	80	80	80	80	80	80	80	80	86.87	588.90
2	90	80	80	80	80	80	80	80	80	85.56	577.35
3	40	40	80	70	40	60	40	80	50	47.78	328.57
4	80	80	80	80	80	80	80	80	80	88.87	624.97
5	40	80	80	80	40	80	80	80	50	47.78	328.52
6	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80.00	579.67
7	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80.00	600.44
8	70	70	80	80	70	70	80	80	70	87.78	704.37
9	80	80	80	80	80	80	80	80	80	83.33	608.03
10	80	100	100	110	100	100	80	100	100	98.89	1077.68
11	110	100	110	110	110	100	100	110	100	108.88	1088.97
12	120	110	120	120	110	110	110	100	110	112.23	1188.25
13	120	110	120	120	120	110	110	110	110	114.44	1188.34
14	110	120	120	120	120	120	110	110	110	118.88	1288.83
15	110	110	110	120	110	110	110	110	110	111.11	1188.90
16	110	110	120	110	110	100	110	110	110	110.00	1143.18
17	110	120	120	110	110	100	110	110	120	112.23	1188.28
18	120	110	120	110	110	110	110	120	120	113.33	1177.78
19	120	120	120	110	100	100	100	110	110	110.00	1143.18
20	110	120	110	100	100	100	80	100	100	103.33	1073.87
21	80	80	100	100	100	80	80	100	80	84.44	681.50
22	70	80	80	80	80	80	80	80	80	81.11	642.83
23	80	70	70	70	70	70	80	70	87.78	704.37	
24	80	80	80	70	80	80	80	80	70	81.11	633.58
TOTAL											21624.84

Cuadro 2.12

$$C_{MBT} = 1,737.5 \text{ kVA}$$

$$D_{MAX} = 1,200.83 \text{ kVA}$$

$$D_M = 21,037.44/24 = 876.56 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_M/D_{MAX} = 876.56/1,200.83 = 72.99\%$$

$$\lambda = D_M^2/D_{MAX}^2 = (876.56)^2/(1,200.83)^2 = 53.28\%$$

$$F.U. = D_{MAX}/C_{MBT} = 1,200.83/1,737.5 = 69.11\%$$



## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR SONORA

## SUBESTACIÓN CONDESA DE 6KV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE (D)	Noviembre (D)	Diciembre (D)
1	80	80	70	80	70	80	70	80	70	80	70	77.48
2	70	80	50	50	80	70	80	80	80	80	80	82.54
3	70	80	90	50	80	80	80	80	80	80	80	600.44
4	80	80	70	50	80	80	80	80	80	80	80	848.80
5	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	87.78
6	80	80	80	70	80	80	80	80	80	80	80	800.44
7	70	70	70	80	70	70	80	80	70	80	80	83.84
8	80	80	70	70	70	80	70	70	80	74.44	80	887.82
9	80	110	80	80	80	100	70	80	80	80	80	80.78
10	80	110	100	100	100	110	100	100	110	102.22	100	1082.32
11	100	120	110	110	110	120	110	110	110	111.11	110	1154.70
12	110	120	110	100	110	120	110	110	120	112.22	120	1168.25
13	100	110	110	110	110	120	110	110	120	111.11	110	1184.70
14	100	120	110	110	110	120	110	110	120	112.22	120	1168.25
15	100	110	110	110	110	120	110	110	120	111.11	110	1154.70
16	110	110	110	110	110	120	120	110	120	113.33	120	1177.79
17	110	110	120	120	120	120	120	110	120	117.78	120	1223.88
18	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120.00	120	1247.08
19	180	180	180	120	120	120	120	110	120	128.89	120	1328.68
20	140	140	130	130	120	120	110	110	140	128.89	120	1318.38
21	120	140	130	130	130	130	120	120	130	128.89	120	1338.38
22	110	120	110	120	120	120	120	110	120	117.78	120	1223.88
23	80	100	80	100	100	100	110	100	100	88.88	100	1057.88
24	80	80	70	80	80	80	80	80	80	73.43	80	783.14
TOTAL												23672.40

Cuadro 2.13

$$C_{\text{BMT}} = 2,762.5 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{MAX}} = 1,339.45 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 23,672.4/24 = 990.49 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{M}}/D_{\text{MAX}} = 990.49/1,339.45 = 73.95\%$$

$$\lambda = D_{\text{M}}^2/D_{\text{MAX}}^2 = (990.49)^2/(1,339.45)^2 = 54.68\%$$

$$F.U. = D_{\text{MAX}}/C_{\text{BMT}} = 1,339.45/2,762.5 = 48.48\%$$

ESTUDIO DEL CAMBIO DE TRANSFORMADORES...

## DEMANDA TÍPICA DIARIA DEL ALIMENTADOR YAUTEPEC

## SUBESTACIÓN CONDESA DE SKV

AÑO 1996

HORAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	promedio (A)	promedio (kVA)
1	110	110	180	110	110	110	110	100	100	100.87	11026.51
2	100	110	80	110	100	110	100	80	80	101.11	10500.78
3	100	100	80	100	80	100	80	80	80	84.44	9811.50
4	100	100	80	80	80	100	80	80	80	82.22	9688.40
5	100	100	80	80	80	100	80	80	80	82.22	9688.40
6	100	110	80	100	80	100	80	80	80	86.58	9833.04
7	110	120	100	120	110	110	100	110	120	111.11	11844.50
8	120	110	110	120	110	110	110	110	120	113.33	11777.78
9	180	180	180	180	180	180	180	180	180	184.44	18011.11
10	110	120	110	180	180	180	170	170	180	174.44	18112.88
11	180	180	170	180	200	180	180	180	180	185.56	18226.35
12	180	180	180	180	200	180	180	180	180	187.78	18811.44
13	180	180	180	180	200	200	200	200	180	191.11	19888.08
14	180	180	180	180	180	180	180	180	180	188.89	19229.30
15	170	180	170	200	180	200	180	180	180	184.44	19116.80
16	180	180	180	200	180	210	180	180	180	181.11	18888.08
17	180	180	180	210	240	210	180	180	210	202.22	21011.58
18	210	200	200	200	200	210	180	180	200	200.00	20778.48
19	230	220	210	200	180	180	180	180	210	201.11	20860.01
20	210	210	210	200	180	200	180	180	200	198.89	20888.91
21	180	180	180	200	200	180	180	200	180	182.22	18877.63
22	170	170	180	170	180	180	180	170	170	168.89	17888.14
23	140	140	140	150	150	140	140	140	140	147.78	15288.76
24	120	120	120	130	130	140	130	120	120	126.68	13044.81
TOTAL											38324.81

Cuadro 2.14

$$C_{\text{MST}} = 2,317.5 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 2,101.55 \text{ kVA}$$

$$D_{\text{M}} = 38,324.51/24 = 1,596.85 \text{ kVA}$$

$$F.C. = D_{\text{M}}/D_{\text{M}} = 1,596.85/2,101.55 = 75.98\%$$

$$\lambda = D_{\text{M}}^2/D_{\text{M}}^2 = (1,596.85)^2/(2,101.55)^2 = 57.74\%$$

$$F.U. = D_{\text{M}}/C_{\text{MST}} = 2,101.55/2,317.5 = 90.68\%$$

**Cálculo de Pérdidas en Alta Tensión**

Lás pérdidas anuales trifásicas en red primaria en kWh (Pr.p.) para cada alimentador se calcularán de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Pr.p.} = (8760) (\lambda) \left( \sum_{i=1}^n 3r_i i_i^2 \right) \dots\dots\dots(2.1)$$

En donde:

$\lambda$  = Factor de pérdidas

$n$  = Número de tramos en la red primaria

$r_i$  = Resistencia en ohms del tramo  $i$

$$r_i = \rho L$$

$\rho$  = Resistividad del conductor en ohms por kilómetro

$L$  = Longitud del tramo en kilómetros

$i_i$  = Corriente de demanda máxima en el tramo  $i$

A continuación se aplicará la expresión anterior al alimentador Roma:

Del cuadro de carga respectivo (Cuadro 2.11):

$$\lambda = 0.4645$$

En la figura 2.1, se muestra el unifilar del Alimentador Roma, de donde podemos observar todos los tramos de la red numerados. De ahí que:

$$n = 11$$

Basandose en planos de la Compañía de Luz, se obtiene la longitud real en km y la resistividad de cada tramo.

# ALIMENTADOR ROMA

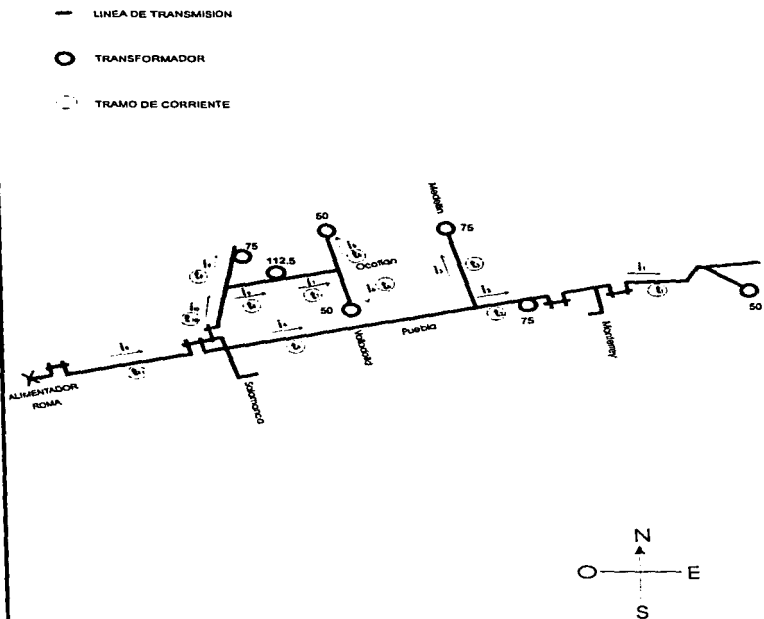


Figura 2.1

La corriente de demanda máxima que circula por cada tramo se calcula con el factor de utilización y de acuerdo con los datos de los transformadores del alimentador, de la siguiente manera:

Del cuadro de carga del mismo alimentador (Cuadro 2.11) se tiene:

$$F.U. = 0.3316$$

Para el tramo 1 (t1) tenemos 50 kVA en el transformador

$$i_{\text{dem.máx.}(t1)} = F.U. \left( \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \right)$$

$$i_{\text{dem.máx.}(t1)} = 0.3316 \left( \frac{50 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ kV}} \right) = 1.59 \text{ A}$$

Para el tramo 2 (t2) se tiene que alimentar al transformador de 50 kVA más uno de 75 kVA, para el cual la demanda es de:

$$i_{\text{dem.máx.}(75)} = 0.3316 \left( \frac{75 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 6 \text{ kV}} \right) = 2.39 \text{ A}$$

Entonces

$$i_{\text{dem.máx.}(t2)} = 1.59 + 2.39 = 3.98 \text{ A}$$

Observemos que para el tramo 3 (t3):

$$i_{\text{dem.máx.}(t3)} = i_{\text{dem.máx.}(75)} = 2.39 \text{ A}$$

Entonces

$$i_{\text{dem.máx.}(t4)} = 3.98 + 2.39 = 6.37 \text{ A}$$

Siguiendo con la misma secuencia llegamos a obtener los siguientes valores de corriente por tramo:

CORRIENTES EN EL PRIMARIO ALIMENTADOR ROMA	
Tramo	Corriente (Amp)
1	1.59
2	3.98
3	2.39
4	6.37
5	1.59
6	1.59
7	3.18
8	6.76
9	2.39
10	9.15
11	15.52

Cuadro 2.15

Entonces podemos estructurar la siguiente tabla completa, y aplicando la formula (2.1) obtener las pérdidas en alta tensión del alimentador Roma.

CALCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN ALIMENTADOR ROMA						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohm/km)	L (km)	I (A)	$I^2$	Pérdidas (W)
1	3	0.19	0.27	1.59	2.53	0.39
2	3	0.19	0.06	3.98	15.84	0.54
3	3	0.98	0.057	2.39	5.71	0.98
4	3	0.19	0.363	6.37	40.58	8.40
5	3	0.38	0.048	1.59	2.53	0.14
6	3	0.38	0.0225	1.59	2.53	0.06
7	3	0.38	0.09	3.18	10.11	1.04
8	3	0.38	0.0525	6.76	45.70	2.74
9	3	0.38	0.021	2.39	5.71	0.14
10	3	0.38	0.057	9.15	83.72	5.44
11	3	0.19	0.264	15.52	240.87	36.25
<b>Total</b>						<b>66.08</b>

Cuadro 2.16

$$Pr.p. = 8760 (0.4645) (56.08) = 228.190 \text{ kWh}$$

**Cálculo de Pérdidas en los Transformadores**

Las pérdidas anuales en kWh de los transformadores de distribución (Ptr.) conectados a los alimentadores se calcularán con la expresión siguiente:

$$\text{Ptr.} = (8760) (\text{Pfe} + \text{Pcu}) \dots\dots\dots(2.2)$$

En donde:

Pfe = Pérdidas en el fierro

Pcu = Pérdidas en el cobre

Las siguientes tablas fueron extraídas directamente de datos proporcionados por la Compañía de Luz y Fuerza (Anexo A) y contiene las pérdidas nominales en el fierro y en el cobre para todo el rango de capacidades de los transformadores que manejamos.

<b>TABLA DE PÉRDIDAS EN EL FIERRO Y EN EL COBRE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV</b>		
<b>Capacidad (kVA)</b>	<b>Pfe (kW)</b>	<b>Pcu (kW)</b>
30	0.137	0.397
50	0.19	0.63
75	0.255	0.887
100	0.32	1.11
112.5	0.35	1.247
150	0.45	1.526
225	0.75	2.094

Tabla 2.1

TABLA DE PÉRDIDAS EN EL FIERRO Y EN EL COBRE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV		
Capacidad (kVA)	Pfe (kW)	Pcu (kW)
15	0.075	0.184
25	0.1	0.294
37.5	0.130	0.422
50	0.160	0.524
75	0.215	0.696
75 trifásico	0.305	0.915
112.5 trifásico	0.405	1.308
225 trifásico	0.820	2.26

Tabla 2.2

A continuación se hace el cálculo de las pérdidas en los transformadores del primer alimentador a manera de ejemplo, observese que las Pfe y Pcu totales son el producto de las pérdidas en el hierro y en el cobre unitarias (Tabla 2.1) por la cantidad de transformadores de cada capacidad:

PÉRDIDAS DE LOS TRANSFORMADORES DEL ALIMENTADOR AMSTERDAM EN 6kV			
Capacidad (kVA)	Cantidad	Pfe Totales (kW)	Pcu Totales (kW)
50	2	0.39	1.26
75	8	2.04	7.09
100	1	0.32	1.11
112.5	15	5.25	18.7
150	1	0.45	1.52
225	1	0.75	2.09
Total	28	9.2	31.77

Cuadro 2.17

$$\text{Ptr. ams.} = (8760) (\text{Pfe} + \text{Pcu})$$

$$\text{Ptr. ams.} = (8760) (9.2 + 31.77)$$

$$\text{Ptr. ams.} = \mathbf{358,897.2 \text{ (kWh)}}$$



**Cálculo de Pérdidas en Baja Tensión**

Para calcular las pérdidas de energía en baja tensión se tienen que hacer dos cálculos separados, uno para las pérdidas en los circuitos secundarios y uno para las pérdidas en las acometidas.

Los circuitos secundarios comienzan en los secundarios de los transformadores y se despliegan hasta los postes de donde comienzan las acometidas. Los circuitos secundarios alimentan a un número determinado de postes y prácticamente existe un circuito secundario por cada transformador, aunque hay transformadores que no tienen circuito secundario ya que no alimentan a ningún poste sino que abastecen subterráneamente a alguna carga.

Lás pérdidas anuales trifásicas en red secundaria en kWh (Pr.s.) para cada alimentador se calcularán de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Pr.s.} = (8760) (3) \left( \sum \text{Pérd.en circ. secundarios} + \sum \text{Pérd. en acometidas} \right) \dots(2.3)$$

**Pérdidas en circuitos secundarios:** para obtener las pérdidas por fase, se aplicará la siguiente formula en cada circuito secundario :

$$\text{Pc.s.} = \sum_{i=1}^n r_i i_i^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

En donde:

n = Número de tramos en el circuito secundario

r<sub>i</sub> = Resistencia en ohms del tramo i

$$r_i = \rho L$$

ρ = Resistividad del conductor en ohms por kilómetro

L = Longitud del tramo en kilómetros

i<sub>i</sub> = Corriente en el tramo i

**Pérdidas en acometidas:** se consideraron 9 acometidas monofásicas por poste (3 por fase) y a cada servicio se le asignó un valor de demanda coincidente de 1kVA, 125V de tensión fase a neutro y la longitud media por acometida se consideró de 20 m, con cable CCE6 de resistividad 1.494 ohms/km a los 50° C.

La corriente por acometida es de  $i = 1000 \text{ VA} / 125 \text{ V} = 8 \text{ A}$

Por lo tanto las pérdidas por fase, en las acometidas, se determinarán aplicando en cada circuito secundario la siguiente formula:

$$\text{Per}_{\text{-acom}} = 3 P \rho L i^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

En donde:

P = Cantidad de postes

$\rho$  = Resistividad del conductor = 1.494 ohms/km

L = Longitud de la acometida = 0.02 km

i = Corriente por acometida = 8 Amp

Enseguida se dan ejemplos de la obtención de pérdidas en tres circuitos secundarios y acometidas del alimentador Amsterdam.

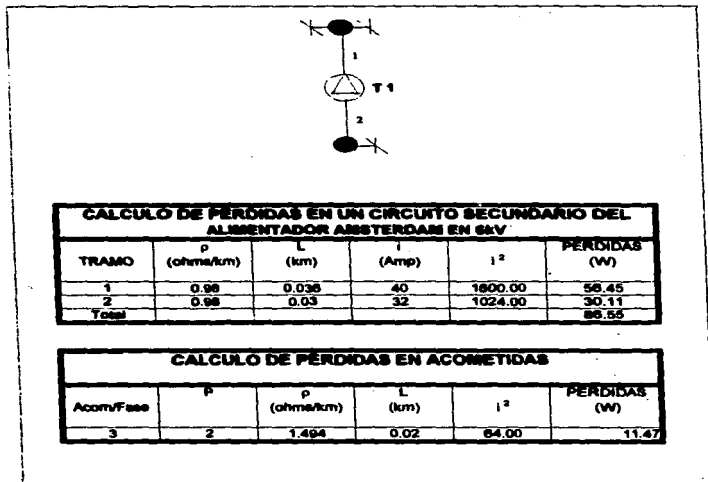


Figura 2.2

Nota: Las cruces en cada poste representan servicios subterráneos trifásicos que consumen 8 A por fase.

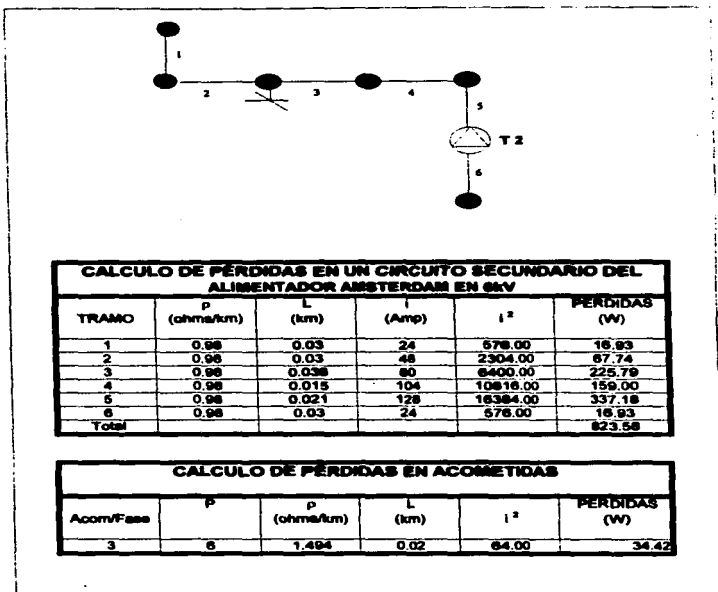


Figura 2.3

Nota: La cruz en el poste representa un servicio subterráneo trifásico que consume 8 A por fase.



T 3

CALCULO DE PÉRDIDAS EN UN CIRCUITO SECUNDARIO DEL ALIMENTADOR AMSTERDAM EN 6kV					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	0.98	0.015	24	576.00	8.47
2	0.98	0.015	24	576.00	8.47
3	0.98	0.03	48	2304.00	67.74
4	0.98	0.03	72	5184.00	152.41
5	0.98	0.036	96	9216.00	325.14
Total					562.22

CALCULO DE PÉRDIDAS EN ACOMETIDAS					
Acom/Fase	P	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
3	4	1.494	0.02	64.00	22.95

Figura 2.4

Nota: La cruz en el transformador representa un servicio subterráneo trifásico que consume 8 A por fase.

## Cuadros de Pérdidas en Alta Tensión. Sistema en 6kV

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR AMSTERDAM						
TRAMO	fases	P (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.38	0.084	5.76	33.18	3.18
2	3	0.38	0.060	11.52	132.71	9.08
3	3	0.38	0.051	2.56	6.55	0.38
4	3	0.38	0.060	11.52	132.71	9.08
5	3	0.38	0.060	25.6	655.36	44.83
6	3	0.38	0.078	30.72	943.72	83.92
7	3	0.38	0.042	5.76	33.18	1.59
8	3	0.38	0.135	3.84	14.75	2.27
9	3	0.38	0.027	40.32	1625.70	50.04
10	3	0.38	0.045	48	2304.00	118.20
11	3	0.38	0.030	3.84	14.75	0.50
12	3	0.38	0.048	51.84	2687.39	147.05
13	3	0.38	0.090	11.52	132.71	13.62
14	3	0.38	0.081	5.76	33.18	3.06
15	3	0.38	0.015	5.76	33.18	0.57
16	3	0.38	0.042	69.12	4777.57	228.75
17	3	0.38	0.048	75.32	5673.10	310.43
18	3	0.38	0.060	5.76	33.18	2.27
19	3	0.38	0.096	3.84	14.75	1.61
20	3	0.19	0.198	84.92	7211.41	813.88
21	3	0.19	0.078	90.68	8222.86	365.59
22	3	0.19	0.045	96.44	9300.67	238.56
23	3	0.19	0.051	5.76	33.18	0.96
24	3	0.19	0.144	107.2	11491.84	943.25
25	3	0.19	0.099	131.64	17329.09	977.88
26	3	0.38	0.084	23.68	560.74	53.70
27	3	0.38	0.054	3.84	14.75	0.91
28	3	0.38	0.114	3.84	14.75	1.92
29	3	0.38	0.030	12.16	147.87	5.06
30	3	0.38	0.015	9.6	92.16	1.58
31	3	0.38	0.024	3.84	14.75	0.40
32	3	0.38	0.060	3.84	14.75	1.01
33	3	0.19	0.036	141.24	19948.74	409.35
34	3	0.19	0.105	147	21609.00	1293.30
35	3	0.38	0.015	16	256.00	4.38
36	3	0.38	0.120	7.68	58.98	8.07
Total						6150.20

Cuadro 2.18

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 i^2 L \rho) = 6150.20 \quad (\text{W})$$

$$n = 36$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_1^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.594$$

$$\text{Pr.p.} = 31986.04 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR CHAPULTEPEC						
TRAMO	fases	$P$ (ohms/km)	$L$ (km)	$I$ (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.087	3.33	11.09	0.55
2	3	0.19	0.024	3.33	11.09	0.15
3	3	0.19	0.15	6.67	44.49	3.80
4	3	0.19	0.132	10	100.00	7.52
5	3	0.19	0.03	5	25.00	0.43
6	3	0.19	0.06	8.33	69.39	2.37
7	3	0.19	0.015	145.09	21051.11	179.99
8	3	0.19	0.105	136.75	18700.56	1119.23
9	3	0.19	0.108	131.75	17358.06	1068.56
10	3	0.38	0.045	5	25.00	2.28
11	3	0.19	0.06	126.75	16065.56	549.44
12	3	0.38	0.06	8.33	69.39	4.75
13	3	0.38	0.129	5	25.00	3.68
14	3	0.98	0.048	3.33	11.09	1.56
15	3	0.98	0.066	5	25.00	4.85
16	3	0.98	0.054	5	25.00	3.97
17	3	0.98	0.075	13.34	177.96	39.24
18	3	0.98	0.069	18.34	336.36	68.23
19	3	0.19	0.204	13.34	177.96	20.69
20	3	0.19	0.165	8.33	69.39	6.53
21	3	0.98	0.105	3.33	11.09	3.42
22	3	0.19	0.15	31.68	1003.62	85.81
23	3	0.38	0.186	118.41	14020.93	2973.00
24	3	0.38	0.075	113.4	12859.56	1099.49
25	3	0.38	0.15	91.72	8412.56	1438.55
26	3	0.38	0.225	86.72	7520.36	1928.97
27	3	0.98	0.036	3.33	11.09	1.17
28	3	0.98	0.048	8.33	69.39	9.79
29	3	0.98	0.045	3.33	11.09	0.57
30	3	0.38	0.105	75.05	5632.50	674.21
31	3	0.38	0.084	5	25.00	2.39
32	3	0.38	0.045	11.67	136.19	6.99
33	3	0.38	0.108	5	25.00	3.08
34	3	0.38	0.129	3.33	11.09	1.63
35	3	0.38	0.12	58.37	3407.06	466.09
36	3	0.38	0.081	36.69	1346.16	124.30
37	3	0.38	0.09	3.33	11.09	1.14
38	3	0.38	0.045	5	25.00	1.28
39	3	0.38	0.093	26.35	803.72	85.21
40	3	0.38	0.015	23.34	544.76	9.32
41	3	0.38	0.15	20.01	400.40	68.47
42	3	0.98	0.069	5	25.00	5.07
43	3	0.98	0.075	10	100.00	22.05
44	3	0.38	0.072	3.33	11.09	0.91
45	3	0.98	0.054	6.67	44.49	7.06



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR CHAPULTEPEC						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
46	3	0.98	0.024	3.33	11.09	0.78
47	3	0.38	0.051	40.02	1601.60	93.12
48	3	0.38	0.108	18.34	336.36	41.41
49	3	0.38	0.042	3.33	11.09	0.53
50	3	0.38	0.030	3.33	11.09	0.38
51	3	0.38	0.048	11.67	136.19	7.45
52	3	0.38	0.048	6.67	44.49	2.43
53	3	0.38	0.105	21.68	470.02	56.26
54	3	0.38	0.060	10	100.00	6.84
55	3	0.38	0.045	5	25.00	1.28
56	3	0.38	0.036	11.67	136.19	5.59
57	3	0.38	0.138	8.33	69.39	10.92
58	3	0.38	0.045	3.33	11.09	0.57
59	3	0.19	0.060	150.1	22530.01	770.53
60	3	0.38	0.039	8.33	69.39	3.09
Total						13107.99

Cuadro 2.19

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho) = 13107.99 \text{ (W)}$$

$$n = 60$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.568$$

$$\text{Pr.p.} = 65221.14 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA						
TRAMO	fases	$p$ (ohms/km)	$L$ (km)	$I$ (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.321	163.64	26778.05	4899.58
2	3	0.19	0.06	153.55	23577.60	806.35
3	3	0.38	0.129	148.62	22087.90	3248.25
4	3	0.38	0.129	6.58	43.30	6.37
5	3	0.38	0.045	3.29	10.82	0.56
6	3	0.38	0.054	142.04	20175.36	1242.00
7	3	0.38	0.021	139.84	19555.23	468.15
8	3	0.38	0.084	133.26	17758.23	1700.53
9	3	0.38	0.045	9.87	97.42	5.00
10	3	0.38	0.048	6.58	43.30	2.37
11	3	0.38	0.045	3.29	10.82	0.56
12	3	0.38	0.105	3.29	10.82	1.30
13	3	0.38	0.051	6.58	43.30	2.52
14	3	0.38	0.21	116.81	13644.58	3266.51
15	3	0.38	0.084	13.16	173.19	16.58
16	3	0.38	0.033	8.22	67.57	2.54
17	3	0.38	0.03	3.29	10.82	0.37
18	3	0.38	0.084	4.93	24.30	2.33
19	3	0.38	0.054	103.65	10743.32	661.36
20	3	0.38	0.114	100.36	10072.13	1308.97
21	3	0.38	0.069	20.29	411.68	32.38
22	3	0.38	0.111	17	289.00	36.57
23	3	0.38	0.09	14.8	219.04	22.47
24	3	0.38	0.036	3.29	10.82	0.44
25	3	0.38	0.021	11.51	132.48	3.17
26	3	0.38	0.039	8.22	67.57	3.00
27	3	0.38	0.06	4.93	24.30	1.66
28	3	0.38	0.018	3.29	10.82	0.22
29	3	0.19	0.06	80.06	6409.60	219.21
30	3	0.19	0.135	77.87	6063.74	468.60
31	3	0.38	0.21	49.35	2435.42	583.04
32	3	0.38	0.066	7.67	58.83	4.43
33	3	0.38	0.033	4.38	19.18	0.72
34	3	0.38	0.156	41.67	1736.39	308.80
35	3	0.38	0.135	3.29	10.82	1.67
36	3	0.38	0.048	38.38	1473.02	80.60
37	3	0.38	0.084	4.38	19.18	1.84
38	3	0.38	0.075	34	1156.00	98.84
39	3	0.38	0.015	11.51	132.48	2.27
40	3	0.38	0.06	8.22	67.57	4.62
41	3	0.38	0.015	4.93	24.30	0.42
42	3	0.38	0.132	4.93	24.30	3.66
43	3	0.38	0.141	22.48	505.35	81.23
44	3	0.38	0.06	3.29	10.82	0.74
45	3	0.38	0.084	19.19	368.26	35.26

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR CUAUTLA						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
46	3	0.38	0.036	3.29	10.82	0.44
47	3	0.38	0.084	15.9	252.81	24.21
48	3	0.38	0.159	11.51	132.48	24.01
49	3	0.38	0.036	4.93	24.30	1.00
50	3	0.38	0.030	6.58	43.30	1.48
51	3	0.38	0.015	3.29	10.82	0.19
52	3	0.19	0.090	28.51	812.82	41.70
53	3	0.38	0.075	2.19	4.80	0.41
54	3	0.38	0.084	6.58	43.30	4.15
55	3	0.19	0.069	19.74	389.67	15.33
56	3	0.19	0.065	17.54	307.65	11.57
57	3	0.19	0.111	3.29	10.82	0.68
58	3	0.19	0.036	14.25	203.06	4.17
59	3	0.19	0.105	8.77	76.91	4.60
60	3	0.38	0.015	2.19	4.80	0.08
61	3	0.19	0.129	3.29	10.82	0.80
62	3	0.19	0.072	2.19	4.80	0.20
63	3	0.98	0.189	10.09	101.81	56.57
64	3	0.19	0.024	1.31	1.72	0.02
65	3	0.98	0.045	5.48	30.03	3.97
66	3	0.98	0.030	3.29	10.82	0.95
67	3	0.19	0.240	3.29	10.82	1.48
Total						19834.07

Cuadro 2.20

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{1}^{n} (3 i^2 L \rho) = 19834.07 \text{ (W)}$$

$$n = 67$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_{1}^{n} (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.575$$

$$\text{Pr.p.} = 99904.20 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN ALIMENTADOR GUTENBERG							PÉRDIDAS
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)	
1	3	0.19	0.189	5.095	25.96	2.80	
2	3	0.19	0.073	2.264	5.13	0.21	
3	3	0.19	0.027	7.359	54.15	0.83	
4a	3	0.19	0.016	10.755	115.67	1.05	
4b	3	0.19	0.13	4.529	20.51	1.52	
4	3	0.19	0.103	15.284	233.60	13.71	
5	3	0.19	0.08	7.924	62.79	2.15	
6	3	0.19	0.01	5.66	32.04	0.18	
7	3	0.19	0.09	2.264	5.13	0.26	
8	3	0.19	0.155	23.208	538.61	47.59	
9	3	0.19	0.03	26.604	707.77	12.10	
10	3	0.19	0.07	3.396	11.53	0.46	
11	3	0.38	0.03	10.188	103.80	3.55	
12	3	0.19	0.04	3.396	11.53	0.26	
13	3	0.38	0.055	15.285	233.63	14.65	
14	3	0.38	0.05	10.19	103.84	5.92	
15	3	0.38	0.01	5.095	25.96	0.30	
16	3	0.38	0.09	25.473	648.87	66.57	
17	3	0.19	0.085	55.473	3077.25	149.09	
18	3	0.19	0.08	58.869	3465.56	158.03	
19	3	0.19	0.05	5.095	25.96	0.74	
20	3	0.19	0.135	3.396	11.53	0.89	
21	3	0.19	0.035	8.491	72.10	1.44	
22	3	0.19	0.01	3.396	11.53	0.07	
23	3	0.19	0.045	11.887	141.30	3.62	
24	3	0.98	0.07	15.283	233.57	48.07	
25	3	0.19	0.055	79.247	6280.09	196.88	
26	3	0.19	0.11	82.643	6829.87	428.23	
27	3	0.38	0.025	3.396	11.53	0.33	
28	3	0.38	0.105	5.095	25.96	3.11	
29	3	0.38	0.09	10.19	103.84	10.65	
30	3	0.38	0.12	2.264	5.13	0.70	
31	3	0.38	0.06	12.454	155.10	10.61	
32	3	0.38	0.12	5.095	25.96	3.55	
33	3	0.38	0.08	15.285	233.63	21.31	
34	3	0.38	0.11	10.19	103.84	13.02	
35	3	0.38	0.18	5.095	25.96	5.33	
36	3	0.38	0.03	32.834	1078.07	36.87	
37	3	0.38	0.12	37.363	1395.99	190.97	
38	3	0.19	0.08	5.095	25.96	1.18	
39	3	0.19	0.13	42.458	1802.68	133.58	
40	3	0.19	0.18	44.722	2000.06	205.21	
41	3	0.19	0.058	49.817	2481.73	82.05	
41a	3	0.19	0.152	54.346	2953.49	255.89	
42	3	0.19	0.13	140.385	19707.95	1460.36	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR GUTEMBERG						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
43	3	0.19	0.045	16.416	269.49	8.91
44	3	0.19	0.02	13.02	169.52	1.93
45	3	0.19	0.14	8.491	72.10	5.75
46	3	0.19	0.020	3.396	11.53	0.13
47	3	0.38	0.014	4.529	20.51	0.33
47a	3	0.38	0.080	9.058	82.05	7.48
48	3	0.19	0.055	165.859	27509.21	862.41
49	3	0.19	0.050	170.388	29032.07	827.41
50	3	0.38	0.220	27.172	738.32	185.17
51	3	0.38	0.075	5.095	25.96	2.22
52	3	0.38	0.150	5.095	25.96	4.44
53	3	0.38	0.070	16.982	288.39	23.01
54	3	0.38	0.026	13.586	184.58	5.47
55	3	0.38	0.145	5.095	25.96	4.29
56	3	0.38	0.140	3.396	11.53	1.84
57	3	0.38	0.084	5.095	25.96	2.49
58	3	0.19	0.040	197.56	39029.95	889.88
59	3	0.19	0.015	202.655	41069.05	351.14
60	3	0.19	0.025	207.75	43160.06	615.03
						7393.25

Cuadro 2.21

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho) = 7393.25 \text{ (W)}$$

$$n = 60$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = Pr.p. = (8760) \lambda \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5762$$

$$Pr.p. = 37317.51 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR INTERNACIONAL						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.98	0.18	4	16.00	8.47
2	3	0.98	0.195	4	16.00	9.17
3	3	0.38	0.03	4	16.00	0.55
4	3	0.38	0.135	6.67	44.49	6.85
5	3	0.19	0.015	10.67	113.85	0.97
6	3	0.19	0.075	14.67	215.21	9.20
7	3	0.19	0.054	18.67	348.57	10.73
8	3	0.19	0.018	26.67	711.29	7.30
9	3	0.19	0.054	29.34	860.84	26.50
10	3	0.38	0.039	4	16.00	0.71
11	3	0.38	0.105	6.67	44.49	5.33
12	3	0.38	0.135	40.01	1600.80	246.36
13	3	0.38	0.09	46.01	2116.92	217.20
14	3	0.38	0.03	4	16.00	0.55
15	3	0.38	0.03	54.01	2917.08	99.76
16	3	0.19	0.12	60.01	3601.20	246.32
17	3	0.19	0.06	79.92	6387.21	218.44
18	3	0.19	0.03	5.37	28.84	0.49
19	3	0.19	0.03	2.67	7.13	0.12
20	3	0.19	0.12	13.35	178.22	12.19
21	3	0.19	0.03	15.91	253.13	4.33
22	3	0.19	0.09	19.91	396.41	20.34
23	3	0.19	0.12	83.92	7042.57	481.71
24	3	0.19	0.054	4	16.00	0.49
25	3	0.19	0.03	6	36.00	0.62
26	3	0.38	0.075	93.92	8820.97	754.19
27	3	0.38	0.015	97.92	9588.33	163.96
28	3	0.38	0.12	101.92	10387.69	1421.04
29	3	0.38	0.03	8	64.00	2.19
30	3	0.38	0.09	12	144.00	14.77
31	3	0.38	0.036	4	16.00	0.66
32	3	0.38	0.03	4	16.00	0.55
33	3	0.38	0.12	20	400.00	54.72
34	3	0.38	0.015	26	676.00	11.56
35	3	0.38	0.075	130.59	17053.75	1458.10
36	3	0.38	0.12	134.59	18114.47	2478.06
37	3	0.38	0.039	127.92	16363.53	727.52
38	3	0.38	0.105	50.01	2501.00	299.37
39	3	0.38	0.066	36.01	1296.72	97.57
40	3	0.19	0.036	10.67	113.85	2.34
41	3	0.38	0.015	2.67	7.13	0.12
Total						9121.40

Cuadro 2.22

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 I^2 L \rho) = 9121.40 \text{ (W)}$$

$$n = 41$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_1^n (3 I^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.6368$$

$$\text{Pr.p.} = 50882.51 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR MAZATLAN						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.59	83.22	6925.57	2329.07
2	3	0.19	0.015	4.23	17.89	0.15
3	3	0.19	0.05	78.99	6239.42	177.82
4	3	0.38	0.12	6.35	40.32	5.52
5	3	0.19	0.05	72.64	5276.57	150.38
6	3	0.38	0.06	2.82	7.95	0.54
7	3	0.38	0.115	4.23	17.89	2.35
8	3	0.19	0.105	65.59	4302.05	257.48
9	3	0.38	0.07	6.35	40.32	3.22
10	3	0.19	0.1	59.24	3509.38	200.03
11	3	0.38	0.015	8.46	71.57	1.22
12	3	0.38	0.072	4.23	17.89	1.47
13	3	0.38	0.05	10.58	111.94	6.38
14	3	0.38	0.1	4.23	17.89	2.04
15	3	0.19	0.03	40.2	1616.04	27.63
16	3	0.19	0.02	33.85	1145.82	13.06
17	3	0.19	0.084	27.5	756.25	36.21
18	3	0.38	0.015	8.46	71.57	1.22
19	3	0.38	0.07	4.23	17.89	1.43
20	3	0.19	0.07	8.46	71.57	2.86
21	3	0.38	0.105	10.58	111.94	13.40
22	3	0.38	0.05	4.23	17.89	1.02
23	3	0.38	0.085	6.35	40.32	3.91
24	3	0.38	0.12	4.23	17.89	2.45
25	3	0.38	0.154	4.23	17.89	3.14
Total						3244.00

Cuadro 2.23

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho) = 3244.00 \text{ (W)}$$

$$n = 25$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.507$$

$$\text{Pr.p.} = 14407.66 \text{ (kWh)}$$



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR MICHOACAN						
TRAMO	fases	p (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.03	5.66	32.04	0.55
2	3	0.19	0.075	5.66	32.04	1.37
3	3	0.19	0.03	11.32	128.14	2.19
4	3	0.19	0.03	16.98	288.32	4.93
5	3	0.19	0.03	22.64	512.57	8.76
6	3	0.19	0.096	26.41	697.49	38.17
7	3	0.19	0.015	30.18	910.83	7.79
8	3	0.19	0.06	33.95	1152.60	39.42
9	3	0.19	0.045	45.27	2049.37	52.57
10	3	0.19	0.06	11.32	128.14	4.38
11	3	0.19	0.09	5.66	32.04	1.64
12	3	0.19	0.015	3.77	14.21	0.12
13	3	0.19	0.035	7.54	56.85	1.13
14	3	0.19	0.06	11.31	127.92	4.37
15	3	0.19	0.036	16.97	287.98	5.91
16	3	0.19	0.045	20.74	430.15	11.03
17	3	0.19	0.057	66.01	4357.32	141.57
18	3	0.19	0.075	3.77	14.21	0.61
19	3	0.19	0.054	69.76	4866.46	149.79
20	3	0.19	0.015	81.09	6575.59	56.22
21	3	0.19	0.111	86.75	7525.56	476.14
22	3	0.19	0.195	92.41	8539.81	949.18
23	3	0.38	0.065	5.66	32.04	2.37
24	3	0.38	0.03	3.77	14.21	0.49
25	3	0.38	0.12	9.43	88.92	12.16
26	3	0.38	0.105	16.97	287.98	34.47
27	3	0.38	0.03	7.54	56.85	1.94
28	3	0.38	0.105	7.54	56.85	6.81
29	3	0.98	0.021	3.77	14.21	0.88
30	3	0.38	0.021	30.17	910.23	21.79
31	3	0.38	0.135	5.66	32.04	4.93
32	3	0.38	0.015	35.83	1283.79	21.95
33	3	0.98	0.165	3.77	14.21	6.89
34	3	0.38	0.036	39.6	1568.16	64.36
35	3	0.38	0.015	43.37	1880.96	32.16
36	3	0.38	0.09	11.32	128.14	13.15
37	3	0.38	0.045	5.66	32.04	1.64
38	3	0.38	0.18	54.69	2991.00	613.75
39	3	0.19	0.141	96.18	9250.59	743.47
40	3	0.19	0.12	150.87	22761.76	1556.90
41	3	0.38	0.054	3.77	14.21	0.87
Total						5098.86

Cuadro 2.24

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 i^2 L \rho) = 5098.86 \quad (\text{W})$$

$$n = 41$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_1^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5875$$

$$\text{Pr.p.} = 26241.26 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN ALIMENTADOR MIRAVALLE						
TRAMO	fases	P (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.027	5.7	32.49	0.50
2	3	0.19	0.033	5.7	32.49	0.61
3	3	0.19	0.075	3.8	14.44	0.62
4	3	0.19	0.06	9.5	90.25	3.09
5	3	0.19	0.117	15.2	231.04	15.41
6	3	0.19	0.03	20.9	436.81	7.47
7	3	0.38	0.039	3.8	14.44	0.64
8	3	0.38	0.096	5.7	32.49	3.56
9	3	0.19	0.105	3.8	14.44	0.86
10	3	0.19	0.15	9.5	90.25	7.72
11	3	0.38	0.195	34.2	1169.64	260.01
12	3	0.38	0.03	36.73	1349.09	46.16
13	3	0.38	0.024	40.53	1642.68	44.94
14	3	0.38	0.114	5.7	32.49	4.22
15	3	0.38	0.075	46.23	2137.21	182.73
16	3	0.38	0.021	3.8	14.44	0.35
17	3	0.38	0.03	7.6	57.76	1.98
18	3	0.38	0.099	9.12	83.17	9.39
19	3	0.38	0.084	2.53	6.40	0.61
20	3	0.38	0.006	14.18	201.07	1.38
21	3	0.38	0.045	17.98	323.28	16.58
22	3	0.38	0.057	21.78	474.37	30.82
23	3	0.38	0.048	2.53	6.40	0.35
24	3	0.38	0.039	70.54	4975.89	221.23
25	3	0.38	0.033	74.34	5526.44	207.90
26	3	0.38	0.108	78.14	6105.86	751.75
27	3	0.38	0.054	3.8	14.44	0.89
28	3	0.38	0.042	81.94	6714.16	321.47
29	3	0.38	0.105	84.97	7219.90	864.22
30	3	0.38	0.021	3.8	14.44	0.35
31	3	0.38	0.039	6.33	40.07	1.78
32	3	0.38	0.102	90.8	8244.64	958.69
33	3	0.38	0.009	94.6	8949.16	91.82
34	3	0.38	0.051	100.3	10060.09	584.89
35	3	0.38	0.054	5.7	32.49	2.00
36	3	0.38	0.018	9.5	90.25	1.85
37	3	0.38	0.129	5.7	32.49	4.78
38	3	0.38	0.153	15.2	231.04	40.30
39	3	0.38	0.045	7.6	57.76	2.96
40	3	0.38	0.03	11.4	129.96	4.44
41	3	0.38	0.024	17.1	292.41	5.00
42	3	0.38	0.135	5.7	32.49	5.00
43	3	0.38	0.096	22.8	519.84	56.89
44	3	0.38	0.063	26.6	707.56	55.66
45	3	0.38	0.027	3.8	14.44	0.44

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR MIRAVALLE						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
46	3	0.38	0.036	7.6	57.76	2.37
47	3	0.38	0.036	3.8	14.44	0.59
48	3	0.38	0.006	6.33	40.07	0.27
49	3	0.38	0.111	8.86	78.50	9.93
50	3	0.38	0.024	3.8	14.44	0.40
51	3	0.38	0.210	3.8	14.44	3.46
52	3	0.38	0.117	16.46	270.93	36.14
53	3	0.38	0.021	50.66	2566.44	61.44
54	3	0.38	0.048	56.36	3176.45	173.82
55	3	0.19	0.267	171.86	29535.86	4495.06
56	3	0.19	0.060	2.53	6.40	0.22
57	3	0.19	0.075	2.53	6.40	0.27
58	3	0.19	0.270	176.92	31300.69	4817.18
59	3	0.19	0.084	182.62	33350.06	1596.80
60	3	0.38	0.015	1.52	2.31	0.04
<b>Total</b>						<b>16025.29</b>

Cuadro 2.25

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{1}^{n} (3 i^2 L \rho) = 16025.29 \text{ (W)}$$

$$n = 60$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_{1}^{n} (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5527$$

$$\text{Pr.p.} = 77588.86 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN ALIMENTADOR PARRAS						
TRAMO	fases	p (omh/km)	L (km)	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.38	0.084	3.34	11.16	1.07
2	3	0.38	0.069	8.34	69.56	5.47
3	3	0.38	0.105	5	25.00	2.99
4	3	0.38	0.054	13.34	177.96	10.95
5	3	0.38	0.03	20.02	400.80	13.71
6	3	0.38	0.114	3.34	11.16	1.45
7	3	0.38	0.057	23.36	545.69	35.48
8	3	0.38	0.033	28.36	804.29	30.26
9	3	0.38	0.045	5	25.00	1.28
10	3	0.38	0.0195	8.34	69.56	1.55
11	3	0.38	0.048	61.72	3809.36	208.45
12	3	0.38	0.114	25.02	626.00	81.36
13	3	0.38	0.072	5	25.00	2.05
14	3	0.38	0.183	3.34	11.16	2.33
15	3	0.38	0.03	6.68	44.62	1.53
16	3	0.38	0.099	13.34	177.96	20.08
17	3	0.38	0.0165	5	25.00	0.47
18	3	0.38	0.048	5	25.00	1.37
19	3	0.38	0.078	10	100.00	8.89
20	3	0.38	0.0525	3.34	11.16	0.67
21	3	0.38	0.0975	5	25.00	2.78
22	3	0.38	0.073	66.72	4451.56	395.83
23	3	0.38	0.024	71.72	5143.76	140.73
24	3	0.38	0.138	3.34	11.16	1.75
25	3	0.38	0.051	3.34	11.16	0.65
26	3	0.38	0.078	78.4	6146.56	546.55
27	3	0.38	0.108	6.68	44.62	5.49
28	3	0.38	0.075	85.08	7238.61	618.90
29	3	0.38	0.1155	5	25.00	3.29
30	3	0.38	0.024	90.08	8114.41	222.01
31	3	0.38	0.09	93.42	8727.30	895.42
32	3	0.38	0.051	6.68	44.62	2.59
33	3	0.38	0.045	10.02	100.40	5.15
34	3	0.98	0.099	103.44	10699.83	3114.29
35	3	0.98	0.069	3.34	11.16	2.26
36	3	0.98	0.0495	3.34	11.16	1.62
37	3	0.98	0.138	8.34	69.56	28.22
38	3	0.38	0.03	11.68	135.42	4.67
39	3	0.38	0.051	118.46	14032.77	815.87
40	3	0.38	0.1005	121.8	14835.24	1699.67
41	3	0.38	0.021	3.34	11.16	0.27
42	3	0.38	0.024	3.34	11.16	0.31
43	3	0.38	0.0195	10.02	100.40	2.23
44	3	0.38	0.1275	13.36	178.49	25.94
45	3	0.38	0.051	3.34	11.16	0.65

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSION						
ALIMENTADOR PARRAS						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
46	3	0.38	0.087	3.34	11.16	1.11
47	3	0.38	0.069	3.34	11.16	0.88
48	3	0.38	0.036	5	25.00	1.03
49	3	0.38	0.027	11.68	136.42	4.20
50	3	0.38	0.081	15.02	225.60	20.83
51	3	0.38	0.087	3.34	11.16	1.11
52	3	0.38	0.054	5	25.00	1.54
53	3	0.38	0.020	23.36	545.69	12.13
54	3	0.38	0.071	28.36	804.29	64.64
55	3	0.38	0.156	45.06	2030.40	361.09
56	3	0.38	0.024	3.34	11.16	0.31
57	3	0.38	0.025	6.68	44.62	1.27
58	3	0.38	0.056	5	25.00	1.58
59	3	0.38	0.215	56.74	3219.43	787.25
60	3	0.38	0.078	60.08	3609.61	320.97
61	3	0.38	0.041	181.88	33080.33	1527.32
62	3	0.38	0.033	186.88	34924.13	1313.85
63	3	0.38	0.165	190.22	36183.65	6806.14
64	3	0.38	0.048	3.34	11.16	0.61
65	3	0.38	0.075	193.56	37465.47	3203.30
66	3	0.19	0.057	198.56	39426.07	1280.95
67	3	0.19	0.075	3.34	11.16	0.48
68	3	0.19	0.075	3.34	11.16	0.48
69	3	0.19	0.114	205.24	42123.46	2737.18
70	3	0.19	0.104	210.24	44200.86	2607.63
71	3	0.19	0.030	215.24	46328.26	792.21
72	3	0.19	0.095	5	25.00	1.35
73	3	0.19	0.107	220.24	48505.66	2944.54
74	3	0.19	0.060	5	25.00	0.86
75	3	0.19	0.042	225.24	50733.06	1214.55
76	3	0.19	0.024	228.58	52248.82	714.76
77	3	0.19	0.017	231.92	53786.89	505.87
78	3	0.19	0.014	235.26	55347.27	425.90
79	3	0.19	0.014	240.26	57724.87	444.19
80	3	0.19	0.015	245.26	60152.47	514.30
81	3	0.19	0.021	248.6	61801.96	739.77
82	3	0.19	0.062	3.34	11.16	0.39
83	3	0.19	0.090	251.94	63473.76	3256.20
84	3	0.19	0.239	255.28	65167.88	8859.25
85	3	0.98	0.030	5	25.00	2.21
Total						50442.74

Caudro 2.26

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 i^2 L \rho) = 50442.74 \text{ (W)}$$

$$n = 85$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_1^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5196$$

$$\text{Pr.p.} = 229600.00 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR PASEO						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.98	0.135	4.2	17.64	7.00
2	3	0.98	0.015	7	49.00	2.16
3	3	0.98	0.036	9.8	96.04	10.16
4	3	0.98	0.147	12.6	158.76	68.61
5	3	0.38	0.015	1.68	2.82	0.05
6	3	0.38	0.012	3.36	11.29	0.15
7	3	0.98	0.06	4.2	17.64	3.11
8	3	0.98	0.078	4.2	17.64	4.05
9	3	0.98	0.027	8.4	70.56	5.60
10	3	0.98	0.033	11.2	125.44	12.17
11	3	0.98	0.039	4.2	17.64	2.02
12	3	0.98	0.045	2.8	7.84	1.04
13	3	0.98	0.081	18.2	331.24	78.88
14	3	0.38	0.06	34.16	1166.91	79.82
15	3	0.38	0.066	38.36	1471.49	110.71
16	3	0.38	0.03	42.56	1811.35	61.95
17	3	0.38	0.042	2.8	7.84	0.38
18	3	0.38	0.096	5.6	31.36	3.43
19	3	0.38	0.048	4.2	17.64	0.97
20	3	0.38	0.09	9.8	96.04	9.85
21	3	0.38	0.09	4.2	17.64	1.81
22	3	0.38	0.066	14	196.00	14.75
23	3	0.19	0.048	1.68	2.82	0.08
24	3	0.38	0.138	15.68	245.86	38.68
25	3	0.38	0.024	21.99	483.56	13.23
26	3	0.38	0.075	64.55	4166.70	356.25
27	3	0.38	0.078	4.2	17.64	1.57
28	3	0.38	0.135	68.75	4726.56	727.42
<b>Total</b>						<b>1615.90</b>

Cuadro 2.27



$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 I^2 L \rho) \quad 1615.90 \quad (\text{W})$$

$$n = 28$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_1^n (3 I^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.7204$$

$$\text{Pr.p.} = 10197.47 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR ROMA						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.27	1.59	2.53	0.36
2	3	0.19	0.06	3.88	15.84	0.54
3	3	0.98	0.057	2.39	5.71	0.96
4	3	0.19	0.363	6.37	40.58	8.40
5	3	0.38	0.048	1.59	2.53	0.14
6	3	0.38	0.0225	1.59	2.53	0.06
7	3	0.38	0.09	3.18	10.11	1.04
8	3	0.38	0.0525	6.76	45.70	2.74
9	3	0.38	0.021	2.39	5.71	0.14
10	3	0.38	0.057	9.15	83.72	5.44
11	3	0.19	0.264	15.52	240.87	36.25
Total						56.08

Cuadro 2.28

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho) = 56.08 \quad (\text{W})$$

$$n = 11$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_{i=1}^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.4645$$

$$\text{Pr.p.} = 228.20 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR SINALOA						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	1.49	0.093	3.32	11.02	4.56
2	3	1.49	0.099	10.8	116.64	51.62
3	3	1.49	0.123	14.2	201.64	110.86
4	3	0.38	0.06	4.98	24.80	1.70
5	3	0.38	0.024	27.4	750.76	20.54
6	3	0.38	0.024	32.38	1048.46	28.69
7	3	1.49	0.015	3.32	11.02	0.74
8	3	1.49	0.054	8.3	68.89	16.63
9	3	1.49	0.039	11.63	135.26	23.58
10	3	1.49	0.024	6.65	44.22	4.74
11	3	0.38	0.054	44.01	1936.88	119.23
12	3	0.19	0.12	44.01	1936.88	132.48
13	3	0.19	0.045	48.99	2400.02	61.56
14	3	0.38	0.03	4.98	24.80	0.85
15	3	0.38	0.036	3.32	11.02	0.45
16	3	0.19	0.03	57.29	3282.14	56.12
17	3	0.19	0.069	60.61	3673.57	144.48
18	3	0.19	0.114	63.93	4087.04	265.58
19	3	0.98	0.051	3.32	11.02	1.65
20	3	0.19	0.036	67.25	4522.56	92.80
21	3	0.98	0.015	3.32	11.02	0.49
22	3	0.19	0.06	70.57	4980.12	170.32
23	3	0.38	0.102	3.32	11.02	1.28
24	3	0.98	0.081	4.98	24.80	5.91
25	3	0.38	0.093	11.62	135.02	5.08
26	3	1.49	0.222	3.32	11.02	10.94
27	3	0.38	0.042	14.94	223.20	10.89
28	3	0.38	0.063	21.59	466.13	33.48
29	3	0.38	0.027	28.24	797.50	24.55
30	3	0.98	0.057	3.32	11.02	1.85
31	3	0.98	0.03	6.64	44.09	3.89
32	3	0.98	0.036	9.96	99.20	10.50
33	3	0.38	0.144	38.2	1459.24	239.55
34	3	1.49	0.03	3.32	11.02	1.48
35	3	1.49	0.126	6.64	44.09	24.83
36	3	0.19	0.045	44.84	2010.63	51.57
Total						1735.28

Cuadro 2.29

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 I^2 L \rho) = 1735.28 \text{ (W)}$$

$$n = 36$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_1^n (3 I^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5328$$

$$\text{Pr.p.} = 8099.13 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR SONORA						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.19	0.018	128.6	16537.96	169.68
2	3	0.19	0.035	121.62	14791.42	295.09
3	3	0.19	0.056	62.85	3950.12	126.09
4	3	0.38	0.041	22.11	488.85	22.85
5	3	0.38	0.039	18.62	346.70	15.41
6	3	0.38	0.032	3.49	12.18	0.44
7	3	0.38	0.091	3.49	12.18	1.26
8	3	0.38	0.046	11.64	135.49	7.11
9	3	0.19	0.446	59.36	3523.61	895.77
10	3	0.19	0.035	55.87	3121.46	62.27
11	3	0.19	0.048	52.38	2743.66	75.07
12	3	0.38	0.083	6.98	48.72	4.61
13	3	0.38	0.075	3.49	12.18	1.04
14	3	0.38	0.05	45.4	2061.16	117.49
15	3	0.38	0.1	40.16	1612.83	183.86
16	3	0.38	0.092	36.67	1344.69	141.03
17	3	0.38	0.014	3.49	12.18	0.19
18	3	0.38	0.204	3.49	12.18	2.83
19	3	0.19	0.082	29.69	881.50	41.20
20	3	0.19	0.125	24.45	597.80	42.59
21	3	0.19	0.02	5.24	27.46	0.31
22	3	0.19	0.053	19.21	369.02	11.15
23	3	0.19	0.024	5.24	27.46	0.38
24	3	0.38	0.152	13.97	195.16	33.82
25	3	0.19	0.038	5.24	27.46	0.59
26	3	0.38	0.26	8.73	76.21	22.59
27	3	0.38	0.04	5.24	27.46	1.25
28	3	0.19	0.044	36.66	1343.96	33.71
29	3	0.19	0.073	33.17	1100.25	45.78
30	3	0.19	0.056	3.49	12.18	0.39
31	3	0.19	0.053	29.68	880.90	26.61
32	3	0.19	0.033	5.24	27.46	0.52
33	3	0.19	0.072	20.95	438.90	18.01
34	3	0.19	0.03	3.49	12.18	0.21
35	3	0.19	0.134	5.24	27.46	2.10
36	3	0.38	0.07	12.22	149.33	11.92
37	3	0.38	0.038	6.98	48.72	2.11
38	3	0.38	0.093	3.49	12.18	1.29
39	3	0.38	0.044	3.49	12.18	0.61
40	3	0.38	0.012	6.98	48.72	0.67
Total						2419.91

Cuadro 2.30

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_1^n (3 i^2 L \rho) = 2419.91 \quad (\text{W})$$

$$n = 40$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = Pr.p. = (8760) \lambda \sum_1^n (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5468$$

$$Pr.p. = 11591.27 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR YAUTEPEC						
TRAMO	fases	p (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
1	3	0.98	0.027	4.36	19.01	1.51
2	3	0.98	0.147	8.72	76.04	32.86
3	3	0.98	0.081	15.24	232.26	55.31
4	3	0.19	0.03	6.52	42.51	0.73
5	3	0.19	0.084	21.76	473.50	22.67
6	3	0.38	0.054	6.52	42.51	2.62
7	3	0.19	0.012	4.36	19.01	0.13
8	3	0.38	0.096	4.36	19.01	2.08
9	3	0.38	0.033	4.36	19.01	0.72
10	3	0.38	0.102	8.72	76.04	8.84
11	3	0.38	0.048	15.24	232.26	12.71
12	3	0.19	0.114	19.6	384.16	24.96
13	3	0.38	0.027	47.88	2292.49	70.56
14	3	0.38	0.1305	50.49	2549.24	379.25
15	3	0.38	0.243	60.3	3636.09	1007.27
16	3	0.38	0.027	4.36	19.01	0.59
17	3	0.38	0.054	4.36	19.01	1.17
18	3	0.38	0.018	69.02	4763.76	97.75
19	3	0.38	0.285	75.54	5706.29	1853.97
20	3	0.38	0.13	6.52	42.51	6.30
21	3	0.38	0.03	10.88	118.37	4.05
22A	3	0.98	0.087	6.52	42.51	10.87
22B	3	0.38	0.069	6.52	42.51	3.34
23	3	0.38	0.075	10.88	118.37	10.12
24	3	0.19	0.099	21.76	473.50	26.72
25	3	0.98	0.045	4.36	19.01	2.51
26	3	0.19	0.03	26.12	682.25	11.67
27	3	0.19	0.06	30.48	929.03	31.77
28	3	0.19	0.021	34.84	1213.83	14.53
29A	3	0.98	0.084	4.36	19.01	4.69
29B	3	0.38	0.021	4.36	19.01	0.46
30	3	0.38	0.126	8.72	76.04	10.92
31	3	0.38	0.03	13.08	171.09	5.85
32	3	0.19	0.045	123.46	15242.37	390.97
33	3	0.98	0.0495	4.36	19.01	2.77
34	3	0.19	0.057	127.82	16337.95	530.82
35	3	0.98	0.057	4.36	19.01	3.19
36	3	0.98	0.0345	8.72	76.04	7.71
37	3	0.19	0.1005	136.54	18643.17	1067.97
38	3	0.98	0.033	6.52	42.51	4.12
39	3	0.98	0.036	4.36	19.01	2.01
40	3	0.98	0.15	10.88	118.37	52.20
41	3	0.98	0.084	17.4	302.76	74.77
42	3	0.19	0.037	153.94	23697.52	499.78
43	3	0.98	0.033	4.36	19.01	1.84

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
ALIMENTADOR YAUTEPEC						
TRAMO	fases	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
44	3	0.19	0.0855	158.3	25058.89	1221.25
45	3	0.19	0.048	168.11	28260.97	773.22
46	3	0.98	0.051	6.52	42.51	6.37
47	3	0.19	0.069	174.63	30495.64	1199.39
48	3	0.19	0.045	9.81	96.24	2.47
49	3	0.98	0.054	6.52	42.51	6.75
50	3	0.19	0.087	190.96	36465.72	1808.34
51	3	0.19	0.164	197.48	38998.35	3634.45
52	3	0.98	0.015	4.36	19.01	0.84
53	3	0.19	0.123	201.84	40739.39	2856.24
<b>Total</b>						<b>17866.99</b>

Cuadro 2.31

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum_{1}^{n} (3 i^2 L \rho) = 17866.99 \text{ (W)}$$

$$n = 53$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum_{1}^{n} (3 i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5774$$

$$\text{Pr.p.} = 90371.64 \text{ (kWh)}$$



A continuación se muestran los unifilares de todos los alimentadores en estudio, con sus tramos numerados de acuerdo a como fueron analizados.

# ALIMENTADOR AMSTERDAM

— LINEA DE TRANSMISION

○ TRANSFORMADOR

◻ TRAMO DE CORRIENTE

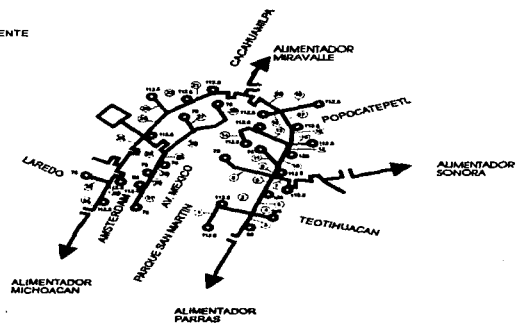


Figura 2.5



# ALIMENTADOR CUAUTLA

— LINEA DE TRANSMISION

○ TRANSFORMADOR

○ TRAMO DE CORRIENTE

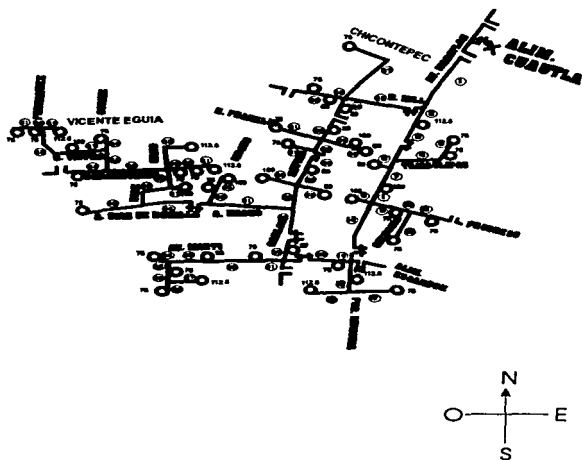


Figura 2.7



# ALIMENTADOR INTERNACIONAL

- LINEA DE TRANSMISION
- TRANSFORMADOR
- ⋯ TRAMO DE CORRIENTE

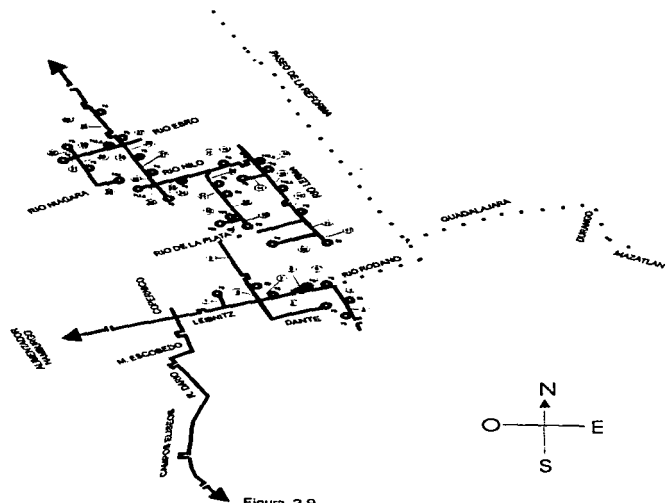


Figura 2.9

# ALIMENTADOR MAZATLAN

- LINEA DE TRANSMISION
- TRANSFORMADOR
- TRAMO DE CORRIENTE

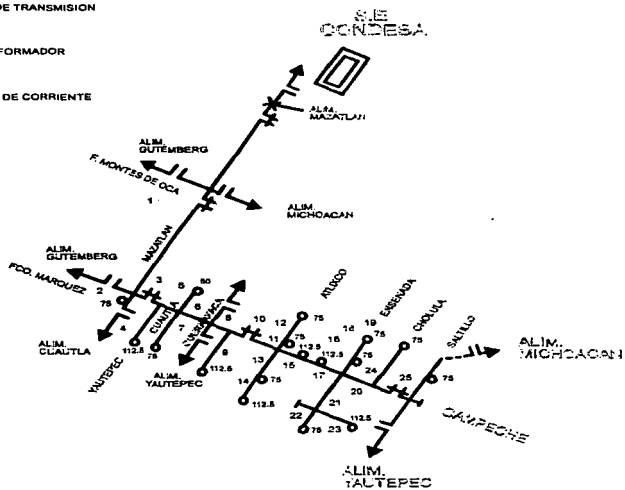


Figura 2.10

## ALIMENTADOR MICHOACAN

— LINEA DE TRANSMISION

○ TRANSFORMADOR

○ TRAMO DE CORRIENTE

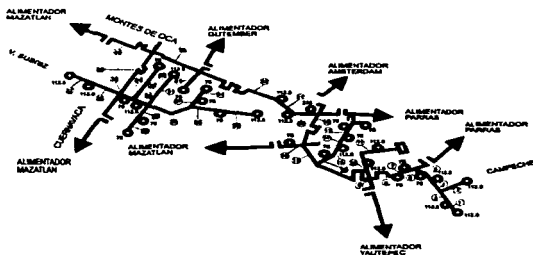


Figura 2.11





# ALIMENTADOR PARRAS

- LINEA DE TRANSMISION
- TRANSFORMADOR
- TRAMO DE CORRIENTE

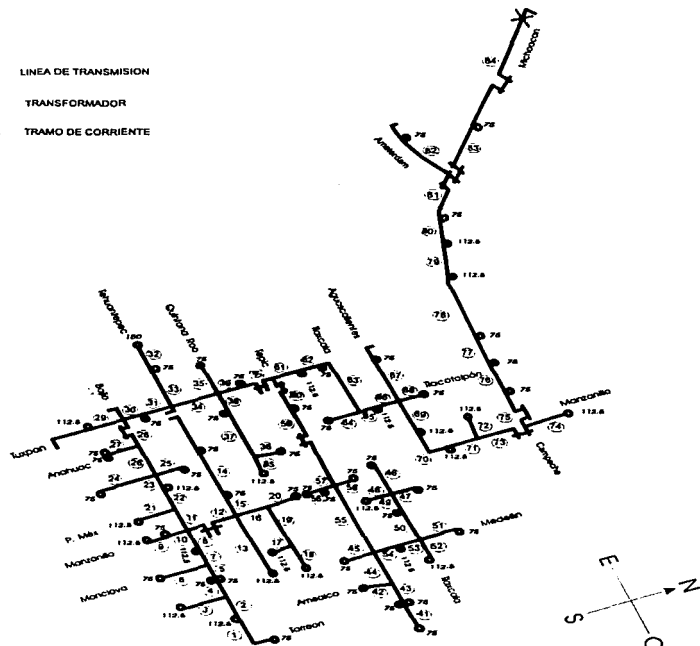


Figura 2.13

# ALIMENTADOR PASEO

— LINEA DE TRANSMISION

○ TRANSFORMADOR

○ TRAMO DE CORRIENTE

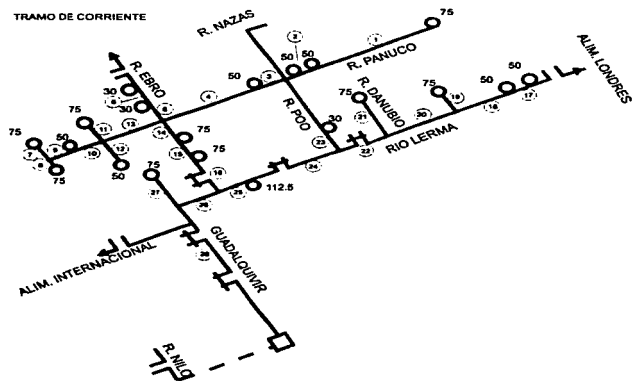


Figura 2.14

# ALIMENTADOR ROMA

- LINEA DE TRANSMISION
- TRANSFORMADOR
- TRAMO DE CORRIENTE

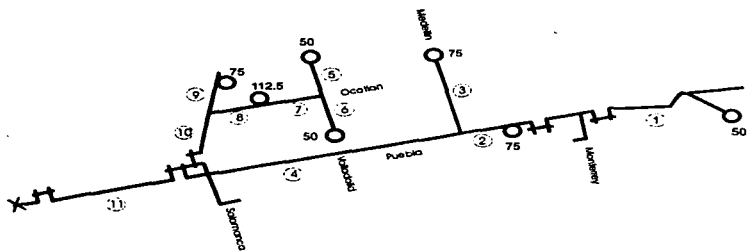


Figura 2.15



# ALIMENTADOR SONORA

- LINEA DE TRANSMISION
- TRANSFORMADOR
- ⊙ TRAMO DE CORRIENTE

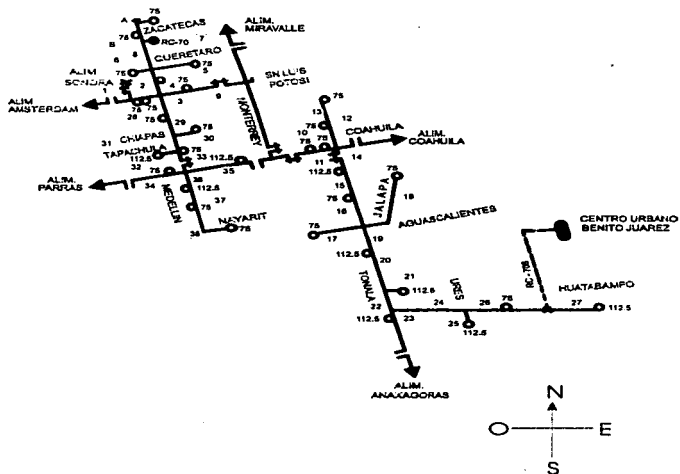


Figura 2.17

# ALIMENTADOR YAUTEPEC

— LÍNEA DE TRANSMISIÓN

○ TRANSFORMADOR

○ TRAMO DE CORRIENTE

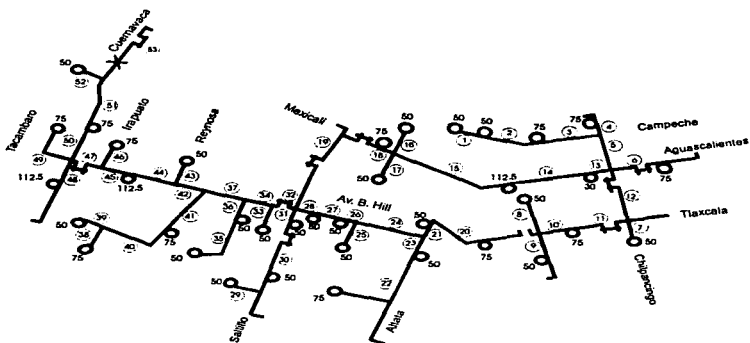
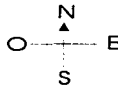


Figura 2.18



**Cálculo de Pérdidas en Transformadores**

Enseguida se da el cuadro de pérdidas, para 6kV, en transformadores en todos los alimentadores analizados de la subestación Condesa:

<b>PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS DE LA SUBESTACIÓN CONDESA</b>	
<b>Alimentador</b>	<b>Ptr. (kWh)</b>
Amsterdam	358093.56
Chapultepec	539151.72
Cuatla	459400.66
Gutenberg	549873.96
Internacional	341499.84
Mazatlán	191160.72
Michoacán	360832.24
Miravalle	479084.4
Farras	739230.12
Paseo	168279.6
Roma	65551.08
Sinaloa	236520
Sonora	345993.72
Yautepec	317541.24
<b>Total</b>	<b>5173112.88</b>

Cuadro 2.32



## Cuadros de Pérdidas en Baja Tensión. Sistema en 6kV

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR AMSTERDAM				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	112.5	2	78.09	11.47
2	112.5	6	823.58	34.42
3	50	4	562.22	22.95
5	100	5	534.19	28.69
6	75	4	339.06	22.95
7	112.5	1	63.08	5.74
8	112.5	5	388.36	28.69
10	112.5	2	67.17	11.47
11	112.5	2	109.13	11.47
12	112.5	2	96.53	11.47
13	112.5	3	80.34	17.21
14	75	2	16.60	11.47
15	112.5	7	889.06	40.16
16	112.5	6	865.65	34.42
18	112.5	4	272.64	22.95
19	112.5	2	234.82	11.47
20	112.5	2	118.92	11.47
22	112.5	7	711.24	40.16
24	112.5	7	1880.47	40.16
26	75	1	11.85	5.74
28	75	2	140.93	11.47
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>	<b>8283.94</b>	<b>436.01</b>

Cuadro 2.33

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) =	8283.94	(W)
Pérdidas en Acometidas (una fase) =	436.01	(W)
Pérd. Antes Trif del Circ. de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)		
Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión =	229160.29	(kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75	8	1375.23	45.89
2	75	4	25.65	22.94
3	75	6	97.28	34.42
4	112.5	4	268.41	22.94
5	112.5	4	167.65	22.94
6	112.5	4	197.53	22.94
7	75	3	141.87	17.21
8	112.5	3	47.65	17.21
9	75	5	420.87	28.68
10	112.5	2	65.21	11.47
11	112.5	1	14.27	5.73
12	112.5	4	227.54	22.94
13	112.5	4	197.59	22.94
14	112.5	6	567.49	34.42
15	75	5	987.34	28.68
16	112.5	8	2419.73	45.89
17	112.5	7	1627.64	40.15
18	75	4	287.27	22.94
19	112.5	6	1491.68	34.42
20	75	5	851.22	28.68
21	112.5	5	1061.97	28.68
22	75	3	96.18	17.21
23	112.5	10	3247.38	57.36
24	75	5	691.47	28.68
25	75	6	911.53	34.42
26	112.5	3	251.67	17.21
27	112.5	5	897.24	28.68
28	75	2	67.41	11.47
29	112.5	4	755.41	22.94
30	112.5	8	2167.85	45.89
31	75	5	1367.81	28.68
32	75	4	834.73	22.94
33	75	2	154.63	11.47
34	75	5	1024.80	28.68
35	75	3	597.18	17.21
36	75	3	329.21	17.21
37	112.5	6	2127.38	34.42
38	150	5	1764.57	28.68
39	112.5	7	2267.15	40.15
40	112.5	5	1833.64	28.68
41	75	3	285.19	17.21
42	112.5	3	148.67	17.21
43	75	2	32.17	11.47

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC				
44	112.5	3	122.30	17.21
<b>TOTAL</b>		<b>200</b>	<b>34716.66</b>	<b>1147.19</b>

Cuadro 2.34

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 34716.66 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 1147.19 (W)

Pérd Anles Trif del Circ. de B.T:  $(3)(8760)(\text{Pérd. en red sec.} + \text{Pérd. en acom.})$

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 942501.99 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	112.5	7	830.91	40.15
2	75	3	68.86	17.21
3	75	1	10.16	5.73
4	50	3	189.75	17.21
5	150	5	387.14	28.68
6	75	5	571.31	28.68
7	75	2	295.91	11.47
8	75	2	97.50	11.47
9	150	7	2214.87	40.15
10	112.5	5	274.54	28.68
11	75	2	134.91	11.47
12	112.5	4	235.79	22.94
13	75	3	146.37	17.21
14	75	7	1502.65	40.15
15	50	2	69.25	11.47
16	75	1	21.53	5.73
17	75	1	12.87	5.73
18	112.5	5	897.37	28.68
19	75	3	69.14	17.21
20	50	8	2317.57	45.89
21	75	1	21.10	5.73
22	100	1	23.97	5.73
23	75	3	121.63	17.21
24	100	5	921.35	28.68
25	75	3	234.64	17.21
26	75	5	1702.68	28.68
27	112.5	1	14.54	5.73
28	112.5	4	129.08	22.94
29	75	13	5374.97	74.58
30	75	6	1354.72	34.42
31	100	8	2671.49	45.89
32	112.5	1	18.40	5.73
33	75	2	91.62	11.47
34	75	1	25.71	5.73
35	50	3	161.81	17.21
36	150	2	65.44	11.47
37	50	4	188.51	22.94
38	75	3	112.73	17.21
39	150	3	98.24	17.21
40	50	4	152.24	22.94
41	75	4	96.37	22.94
42	50	3	47.64	17.21
43	30	2	29.13	11.47
44	50	2	34.06	11.47
45	75	2	30.85	11.47

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA				
46	75	2	25.40	11.47
<b>TOTAL</b>		<b>167</b>	<b>24096.72</b>	<b>957.86</b>

Cuadro 2.35

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 24096.72 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 957.86 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 658434.48 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR GUTEMBERG				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	112.5	6	833.05	34.42
2	75	7	962.19	40.16
3	112.5	6	816.61	34.42
4	75	1	40.14	5.74
5	112.5	1	35.12	5.74
6	112.5	5	1340.08	28.68
9	100	8	939.23	45.90
10	100	1	9.60	5.74
11	75	2	102.23	11.47
13	112.5	3	112.39	17.21
15	75	2	122.30	11.47
16	112.5	5	918.03	28.68
17	50	7	1131.41	40.16
18	112.5	2	31.36	11.47
19	100	18	7067.54	103.27
20	112.5	1	40.14	5.74
21	112.5	1	13.55	5.74
22	112.5	1	11.29	5.74
23	112.5	3	155.80	17.21
24	112.5	14	3012.94	80.32
25	112.5	9	896.96	51.63
26	75	2	60.21	11.47
27	112.5	4	289.01	22.95
28	112.5	2	39.51	11.47
29	112.5 Y 75	3	183.52	17.21
30	75	7	908.49	40.16
31	75	3	71.69	17.21
32	75 Y 75	8	1127.83	45.90
33	75	8	2169.30	45.90
34	112.5	2	77.33	11.47
36	75	6	841.64	34.42
37	50 Y 75	4	222.41	22.95
39	75	5	468.52	28.68
40	50	12	4497.21	68.84
41	112.5	12	2532.07	68.84
<b>TOTAL</b>		<b>181</b>	<b>32080.70</b>	<b>1038.39</b>

Cuadro 2.38

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) =

32080.70

(W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 1038.39 (W)

Pérd Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 870369.75 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR INTERNACIONAL				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75	2	31.99	11.47
2	50	1	37.63	5.74
3	75	2	42.34	11.47
4	112.5	7	842.02	40.16
5	75	1	25.40	5.74
6	75	3	182.33	17.21
7	150	2	109.13	11.47
8	75	4	367.48	22.95
9	75	2	72.82	11.47
10	112.5	2	88.06	11.47
11	75	3	124.94	17.21
12	75	3	170.66	17.21
13	75	3	130.77	17.21
14	112.5	2	101.61	11.47
15	75	1	30.11	5.74
16	75	3	101.61	17.21
18	75	2	77.90	11.47
19	50	5	481.69	28.68
20	75	1	30.11	5.74
22	50	1	16.93	5.74
24	100	2	61.15	11.47
25	50	3	84.67	17.21
26	75	3	330.22	17.21
27	75	2	47.42	11.47
30	75	6	706.16	34.42
31	50	3	74.51	17.21
32	75	1	24.08	5.74
33	75	5	247.24	28.68
<b>TOTAL</b>		<b>75</b>	<b>4640.97</b>	<b>430.27</b>

Cuadro 2.37

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 4640.97 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 430.27 (W)

Pérd. Ant. Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 133272.13 (kWh)



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR MAZATLÁN				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75	6	1178.38	34.42
2	112.5	6	778.98	34.42
3	50	9	3087.39	51.63
4	75	4	197.57	22.95
5	112.5	6	694.94	34.42
6	75	2	33.87	11.47
7	75	6	671.73	34.42
8	75	9	2440.44	51.63
9	75	3	118.54	17.21
10	75	8	3245.45	45.90
12	112.5	1	40.14	5.74
13	75	4	208.86	22.95
14	75	2	28.22	11.47
15	112.5	2	47.98	11.47
16	75	6	788.58	34.42
17	112.5	7	818.37	40.16
TOTAL		81	14379.44	464.69

Cuadro 2.38

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 14379.44 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 464.69 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ. de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 390103.79 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR MICHOACÁN				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	112.5	7	1783.94	40.16
2	112.5	4	552.06	22.95
3	75	5	636.73	28.69
4	112.5	9	1259.92	51.63
5	75	2	111.77	11.47
6	112.5	8	847.47	45.90
7	75	1	45.16	5.74
9	75	3	306.51	17.21
11	75	3	163.70	17.21
13	75	7	741.73	40.16
14	112.5	3	207.73	17.21
16	225	6	666.27	34.42
17	75	8	1560.98	45.90
18	75	2	45.53	11.47
20	75	1	27.10	5.74
21	112.5	1	16.93	5.74
22	75	1	30.11	5.74
23	112.5	2	145.82	11.47
24	112.5	1	30.11	5.74
27	75	2	120.99	11.47
29	112.5	1	48.17	5.74
<b>TOTAL</b>		<b>77</b>	<b>9348.72</b>	<b>441.75</b>

Cuadro 2.39

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 9348.72 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 441.75 (W)

Pérd. Anles Tríf del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 257293.50 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR MIRAVALLE				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	50	3	142.06	17.21
2	50	5	216.57	28.68
4	30	5	359.01	28.68
5	75	1	15.24	5.74
8	50	7	1082.33	40.16
9	112.5	4	230.68	22.95
10	75	4	247.24	22.95
11	50	1	18.06	5.74
12	75	1	87.31	5.74
14	75	6	642.00	34.42
15	50	6	318.37	34.42
16	75	1	5.08	5.74
19	112.5	4	125.31	22.95
20	112.5	1	33.12	5.74
21	75	6	760.35	34.42
22	112.5	3	143.57	17.21
23	50	9	1473.29	51.63
24	50	1	20.32	5.74
25	112.5	2	60.78	11.47
27	75	2	24.08	11.47
28	75	1	11.85	5.74
29	112.5	2	79.22	11.47
30	112.5	1	11.85	5.74
31	75	2	47.42	11.47
32	112.5	3	113.46	17.21
33	75	3	42.15	17.21
35	75	1	13.55	5.74
36	50	7	579.16	40.16
38	75	5	274.15	28.68
39	75	4	325.14	22.95
40	112.5	4	166.90	22.95
41	75	1	13.55	5.74
42	112.5	5	449.14	28.68
43	112.5	6	1103.56	34.42
44	75	1	25.40	5.74
45	75	3	383.28	17.21
<b>TOTAL</b>		<b>121</b>	<b>9644.55</b>	<b>694.17</b>

Cuadro 2.40

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) =

9644.55

(W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 694.17 (W)

Pérd. Antes Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 271701.68 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR PARRAS				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
2	112.5	1	45.16	5.74
3	112.5	8	1230.75	45.90
4	75	9	1117.11	51.63
6	75	3	146.76	17.21
7	75	2	120.80	11.47
9	112.5	6	892.44	34.42
10	112.5	2	35.00	11.47
11	75	7	705.04	40.16
12	75	10	1074.77	57.37
13	112.5	11	3557.35	63.11
14	112.5	1	10.16	5.74
15	75	2	136.60	11.47
16	112.5	7	1077.03	40.16
17	112.5	10	1834.18	57.37
18	75	7	794.22	40.16
19	75	2	28.79	11.47
20	75	5	414.08	28.68
22	75	4	307.27	22.95
23	75	6	593.52	34.42
24	150	3	683.52	17.21
25	75	7	866.97	40.16
26	75	3	58.71	17.21
27	75	5	624.46	28.68
28	112.5	6	530.61	34.42
29	75	11	1672.55	63.11
30	75	6	678.19	34.42
34	75	12	2563.49	68.84
35	75	7	1086.62	40.16
36	75	8	927.88	45.90
37	75	7	785.25	40.16
38	112.5	1	22.58	5.74
39	75	4	281.11	22.95
40	75	13	5170.07	74.58
41	112.5	4	164.08	22.95
42	112.5	8	1071.38	45.90
44	75	7	995.37	40.16
46	75	3	97.66	17.21
47	112.5	4	213.94	22.95
49	75	10	1577.97	57.37
50	112.5	7	1630.53	40.16
52	75	1	36.13	5.74
53	112.5	8	624.00	45.90
54	112.5	8	1062.35	45.90
55	112.5	5	238.78	28.68
56	112.5	5	540.21	28.68

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR PARRAS				
57	75	1	28.22	5.74
62	112.5	2	37.63	11.47
63	75	1	20.32	5.74
64	75	7	453.84	40.16
<b>TOTAL</b>		<b>277</b>	<b>38865.45</b>	<b>1589.14</b>

Cuadro 2.41

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 38865.45 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 1589.14 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 1063146.69 (kWh)

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR PASEO</b>				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75	6	418.28	34.42
2	50	5	497.50	28.68
5	75	1	37.63	5.74
7	50	4	232.94	22.95
9	75	1	23.71	5.74
10	30	5	149.02	28.68
13	75	2	39.04	11.47
15	50	1	18.63	5.74
16	50	7	1604.53	40.16
17	75	3	140.56	17.21
18	75	8	1268.39	45.90
19	112.5	2	31.33	11.47
20	75	8	2440.25	45.90
<b>TOTAL</b>		<b>53</b>	<b>6901.80</b>	<b>304.06</b>

Cuadro 2.42

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 6901.80 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 304.06 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 189370.05 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR ROMA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75	1	13.55	5.74
3	75	1	65.86	5.74
4	50	7	599.48	40.16
5	50	1	18.93	5.74
6	112.5	1	21.45	5.74
7	75	4	173.86	22.95
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>891.13</b>	<b>86.05</b>

Cuadro 2.43

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 891.13 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 86.05 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 25680.29 (kWh)



<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR SINALOA</b>				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	50	8	1371.69	45.90
3	50	5	582.54	28.68
7	75	8	949.08	45.90
10	75	5	311.59	28.68
11	75	1	8.47	5.74
12	50	8	978.15	45.90
13	50	2	109.89	11.47
15	50	8	2306.28	45.90
16	50	3	254.02	17.21
17	50	4	152.79	22.95
19	50	1	15.24	5.74
20	50	5	335.30	28.68
22	100	1	20.32	5.74
24	50	5	489.22	28.68
25	50	7	387.80	40.16
26	75	1	10.16	5.74
27	50	4	289.58	22.95
<b>TOTAL</b>		<b>76</b>	<b>8572.10</b>	<b>436.01</b>

Cuadro 2.44

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 8572.10 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 436.01 (W)

Pérd. Anles Tríf del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 236733.08 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR SONORA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
2	75	8	2580.30	45.90
3	75	1	48.17	5.74
4	75	3	185.65	17.21
5	75	5	336.30	28.68
6	75	2	71.19	11.47
7	75	2	187.41	11.47
8	75	6	1705.86	34.42
9	75	6	592.70	34.42
10	112.5	7	717.45	40.16
11	75	1	20.07	5.74
12	75	3	303.82	17.21
13	112.5	5	1031.87	28.68
14	75	5	930.26	28.68
15	75	10	1833.43	57.37
16	112.5	3	120.80	17.21
17	75 Y 75	5	920.10	28.68
18	75	3	124.19	17.21
20	112.5	5	327.52	28.68
21	75	11	1701.34	63.11
22	75	8	799.30	45.90
23	75	3	118.92	17.21
24	112.5	1	21.45	5.74
26	122.5	3	168.34	17.21
27	112.5	7	379.33	40.16
29	112.5	1	20.07	5.74
<b>TOTAL</b>		<b>114</b>	<b>15245.85</b>	<b>654.01</b>

Cuadro 2.45

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 15245.85 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 654.01 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 417848.45 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN ALIMENTADOR YAUTEPEC				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
4	75	6	766.56	34.42
5	75	4	555.07	22.95
6	50	5	405.11	5.74
7	50	1	22.01	28.68
8	50	1	8.47	5.74
9	75	1	20.32	5.74
10	30	6	418.28	34.42
11	112.5	6	821.51	34.42
12	50	4	336.62	22.95
13	50	2	75.83	11.47
15	75	6	394.57	34.42
16	50	7	757.72	40.16
17	75	9	2069.95	51.63
18	50	7	545.29	40.16
19	50	2	20.32	11.47
20	50	8	2081.24	45.90
22	50	2	59.27	11.47
23	50	5	228.99	28.68
24	50	10	1817.06	57.37
25	50	3	-118.54	17.21
26	50	2	72.82	11.47
27	50	6	825.13	34.42
28	75	2	27.10	11.47
29	50	2	50.43	11.47
30	75	13	3614.37	74.58
31	50	15	3640.90	86.05
33	75	4	686.41	22.95
34	112.5	3	119.86	17.21
35	75	5	421.29	28.68
36	75	4	79.59	22.95
37	50	3	458.92	17.21
<b>TOTAL</b>		<b>154</b>	<b>21519.53</b>	<b>883.49</b>

Cuadro 2.46

Pérdidas en Red Secundaria (una fase) = 21519.53 (W)

Pérdidas en Acometidas (una fase) = 883.49 (W)

Pérd. Anles Trif del Circ.de B.T: (3)(8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 588751.41 (kWh)

A continuación se calculan las pérdidas en por ciento de la energía que se recibe, en el alimentador Amsterdam :

$$\text{Pérdidas totales anuales: } P_{\text{alta tensión}} + P_{\text{transformadores}} + P_{\text{baja tensión}} \dots\dots\dots(2.6)$$

De los cuadros de pérdidas del alimentador:

$$\text{Pérdidas totales anuales} = 31,986,044(\text{kWh}) + 358,993.56(\text{kWh}) + 229,160.29(\text{kWh})$$

$$\text{Pérdidas totales anuales} = 620,139.89 \text{ (kWh)}$$

$$\text{Energía anual entregada al alimentador} = \sqrt{3} (\text{Tensión})(i_{\text{máx}})(f.p.)(F.C.)(8760) \dots\dots(2.7)$$

Donde :

$$\text{Tensión} = 6\text{kV}$$

$$f.p. = 0.85$$

Del cuadro de carga del alimentador (Cuadro 2.1):

$$i_{\text{máx}} = 146.66 \text{ A}$$

$$F.C. = 77.05 \%$$

$$\text{Energía anual entregada al alimentador} = \sqrt{3} (6)(146.66)(0.85)(0.7705)(8760)$$

$$\text{Energía anual entregada al alimentador} = 8,744,182.9 \text{ kWh}$$

$$\% \text{ de Pérdidas} = \frac{\text{Perd. tot. anuales}}{\text{Ener. anual. entr. al. alimentador}} (100) \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\% \text{ de Pérdidas} = \frac{620,139.89 \text{ kWh}}{8,744,182.9 \text{ kWh}} (100)$$

$$\text{Pérdidas} = 7.09 \%$$

Ahora se presenta un cuadro resumen donde se aprecian los valores estimados de energía entregada y energía perdida de enero a septiembre de 1996 de todos los alimentadores analizados :

PÉRDIDAS EN LOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN CONDESA EN 6 kV						
Alimentador	Energía Anual Perdida (kWh)			Total MWh	Energía Entregada al Alimentador (MWh)	% de Pérdidas de Energía Entregada
	Alta Tensión	Transformadores	Baja Tensión			
Amsterdam	31986 04	358993 56	229160 29	620 14	8744 18	7 09
Chapultepec	65221 14	539151 72	942501.99	1546 87	9590 49	16 13
Cuzcuta	99904 20	455400 68	658434 46	1217 74	9517 50	12 79
Gutemberg	37317 51	549873 96	870369 75	1457 56	12108 53	12 04
Internacional	50882 51	341499 84	133272 13	525 65	8575 86	6 13
Mazatlán	14407 66	191160 72	390103 79	595 67	4591 74	12 97
Michoacán	26241 26	380832 24	257293 50	664 37	8962 73	7 41
Miravalle	77588 86	479084 4	271701.68	828 37	10609 93	7 81
Parras	229600 00	739230 12	1063146.69	2031 98	14299 67	14 21
Paseo	10197 47	168279 6	189370 05	367 85	4524 77	8 13
Roma	228 20	65551 08	25680 29	91 46	820 56	11 15
Sinaloa	8099 13	236520	236733 08	481 35	6526 88	7 37
Sonora	11591 27	345993 72	417848 45	775 43	7375 51	10 51
Yauhtepc	90371 64	317541 24	588751 41	996 66	11889 36	8 38
<b>TOTAL</b>	<b>753636 9152</b>	<b>5173112 88</b>	<b>6274367 592</b>	<b>12281.12</b>	<b>118137.72</b>	<b>10.33</b>

Cuadro 2 47

**Diseño de la Nueva Red en 23kV**

La nueva red en 23kV que sustituye a la de 6kV se configura en base a las redes de alta y de baja tensión ya existentes; es decir, tomando como guía la distribución de postes y transformadores instalados actualmente, sustituimos cada transformador de 6kV por uno o varios transformadores de 23kV convenientemente distribuidos, de manera tal que repercute en una disminución de las pérdidas de energía.

Es importante mencionar los lineamientos generales que se siguieron en el diseño de la nueva configuración del sistema en 23kV:

- Se conservó la misma capacidad instalada en cada alimentador, es decir, aunque el número de transformadores aumentó, la suma total de potencias de los transformadores es la misma que para el sistema antiguo respectivo.
- La nueva red se constituyó en su mayoría por transformadores monofásicos para hacer tender sólo una o dos fases y perseguir así una disminución en los costos de inversión.
- Se diseñó con transformadores de 23kV no mayores de 75kVA<sup>1</sup>.

La metodología seguida en el proceso de configuración de las redes se especifica a continuación :

Se toma como base primeramente el circuito secundario actual, recordemos que a excepción de aquellos transformadores que solamente alimentan mufas subterráneas, existe un circuito secundario por cada transformador el cual se puede componer de 1 hasta 15 postes y sus respectivas acometidas, como el siguiente (Figura 2.19):

<sup>1</sup> Únicamente los transformadores trifásicos son de capacidades superiores a 75kVA.

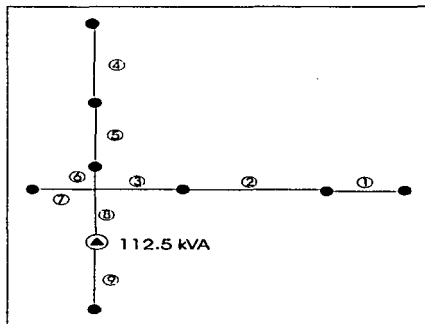


Figura 2.19

Para el cual se analiza la posibilidad de sustituir el transformador trifásico de 112.5kVA por uno o varios transformadores monofásicos de una capacidad máxima de 75kVA, con el afán de alimentar su lado de alta con una sola fase y no con tres. Pero además se debe de buscar la configuración óptima para que las pérdidas sean las mínimas.

Enseguida se muestra una configuración nueva (Figura 2.20), del circuito del ejemplo, para el cual las pérdidas son mínimas ya que se procedió metódicamente de la siguiente manera:

- Se cuidó que los tramos de corriente en baja tensión fueran lo más corto posible.
- Se sustituyó un transformador trifásico de 112.5kVA por cuatro transformadores monofásicos, uno de 37.5kVA y tres de 25kVA.
- Del transformador al poste se hacen llegar dos fases y no tres como en la configuración antigua, lo cual repercute en un ahorro en el costo del material.

- Se busca en lo posible que los nuevos transformadores se colocaran dentro de la trayectoria de alta tensión ya existente en el sistema, para evitar a toda costa extender la línea de alta; ésto no siempre fue posible pero dichos casos son contados.

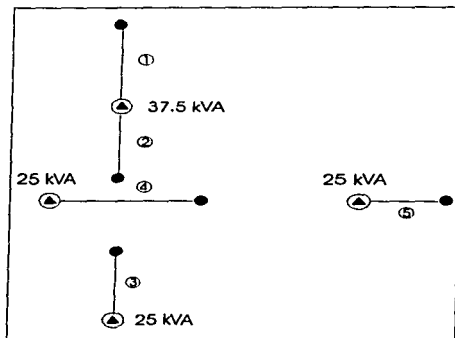


Figura 2.20

Es conveniente mencionar que el ejemplo anterior no presenta mufas o servicios subterráneos<sup>2</sup>, por lo que se puede decir que todas las acometidas son monofásicas y pueden ser alimentadas por un solo transformador monofásico; pero existen casos en los que el circuito secundario sí presenta mufas y necesita ser alimentado por un transformador trifásico o en su defecto por dos transformadores monofásicos interconectados de tal manera que proporcionen las tres fases a, b y c, a dicho arreglo se le conoce como "arreglo en v" y a continuación se muestra el diagrama eléctrico (Figura 2.21):

<sup>2</sup> Dejamos establecido que todas las mufas se considerarán trifásicas



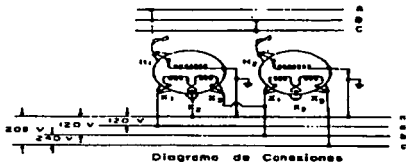


Figura 2.21

Para configurar los circuitos que se encontraban en el caso de necesitar servicio trifásico, tuvimos que colocar arreglos en V en lugar de transformadores simples, para hacer llegar las tres fases hasta los usuarios que así lo soliciten, sin embargo de estos mismos transformadores, que pueden considerarse unidades independientes, alimentamos a los usuarios monofásicos haciendo llegar hasta el respectivo poste una sola fase y no tres. La siguiente figura (2.22) ejemplifica lo anterior:

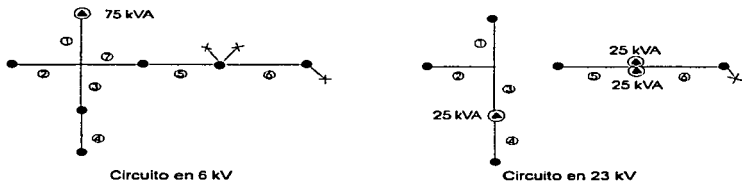


Figura 2.22

Bajo esta filosofía reconfiguramos todos los alimentadores, que finalmente quedaron como se muestra en los siguientes unifilares.

### ALIMENTADOR AMSTERDAM CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

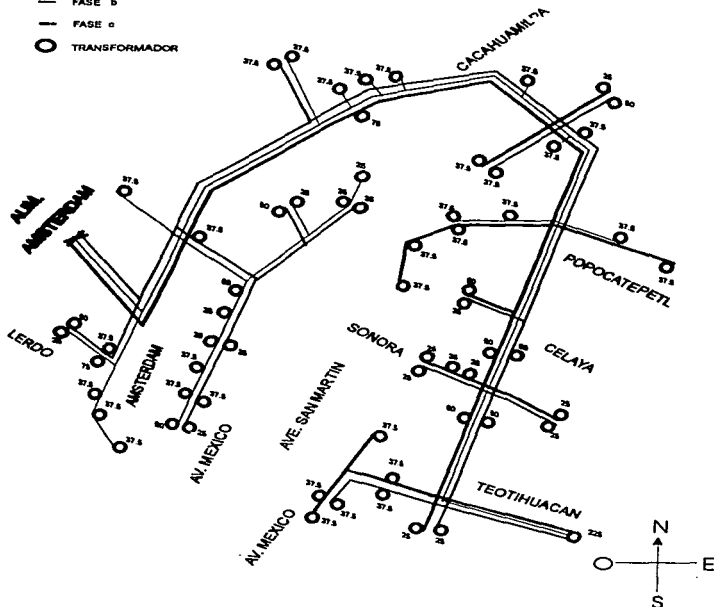


Figura 2.23

### ALIMENTADOR CHAPULTEPEC CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

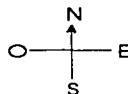


Figura 2.24





### ALIMENTADOR INTERNACIONAL CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

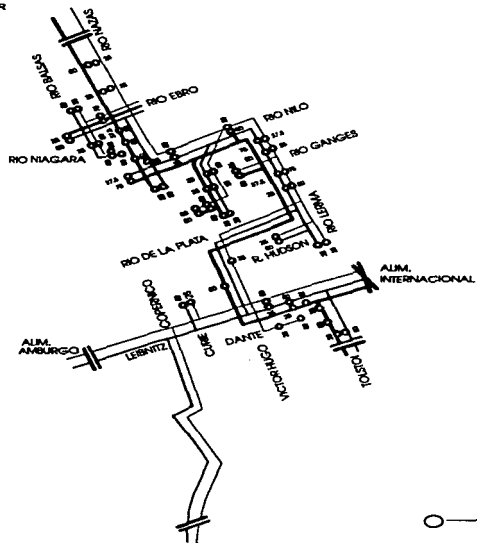


Figura 2.27



# ALIMENTADOR MICHUACAN CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

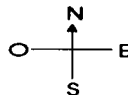
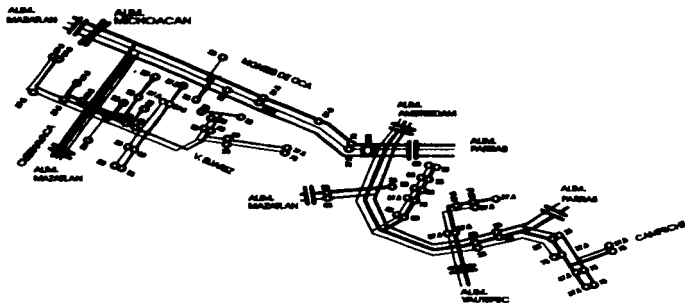


Figura 2.29



# ALIMENTADOR MIRAVALLE CONFIGURACION DE 23 kv

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

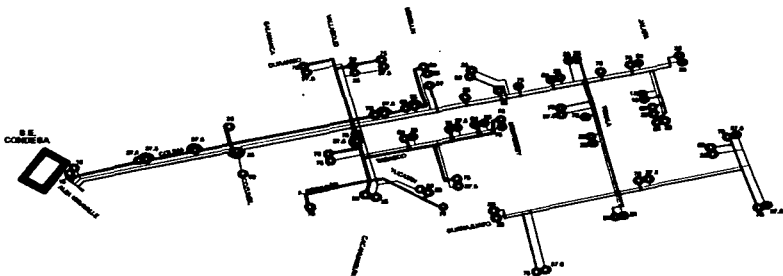
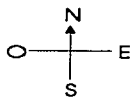


Figura 2.30



# ALIMENTADOR PARRAS CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

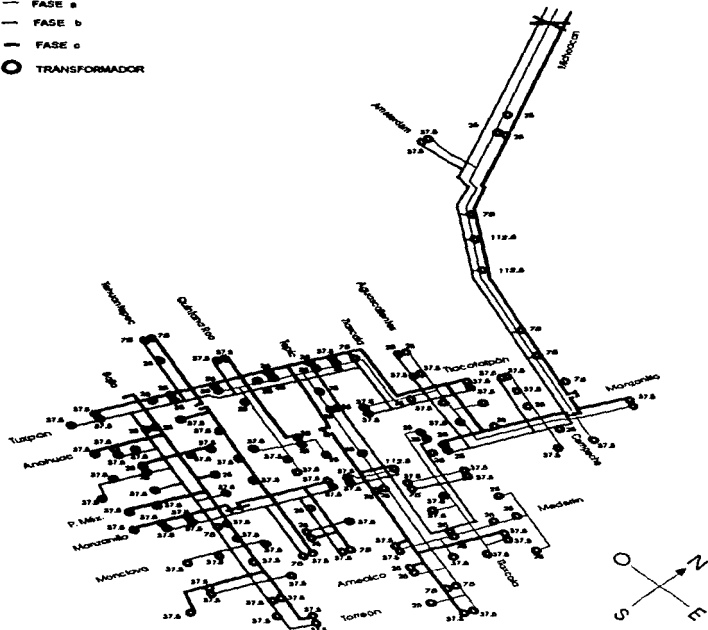


Figura 2.31



ALIMENTADOR ROMA  
CONFIGURACION DE 23 kV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

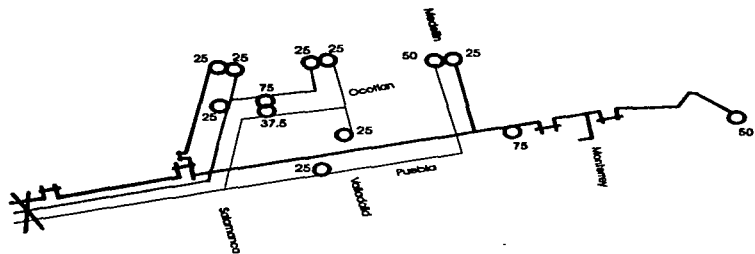
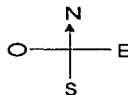


Figura 2.33



ALIMENTADOR SINALOA  
CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

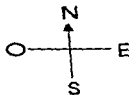
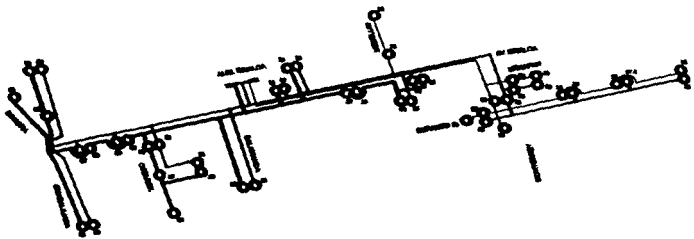


Figura 2.34



# ALIMENTADOR YAUTEPEC CONFIGURACION DE 23 KV

- FASE a
- FASE b
- FASE c
- TRANSFORMADOR

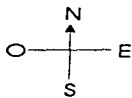
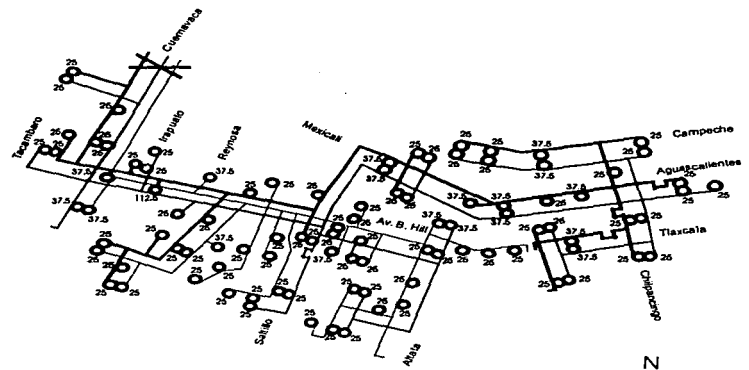


Figura 2.36

Volvimos a calcular las pérdidas de energía en forma de calor para alta tensión y para baja tensión, y obtuvimos los siguientes resultados:



<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>					
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR AMSTERDAM</b>					
TRAMO	p (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.38	0.06	0.87	0.75	0.017
2	0.38	0.06	1.74	3.01	0.069
3	0.38	0.03	0.87	0.75	0.009
4	0.38	0.03	2.60	6.78	0.077
5	0.38	0.06	3.47	12.05	0.275
6	0.38	0.06	21.81	475.81	10.848
7	0.38	0.07	14.76	217.73	5.709
8	0.38	0.05	0.58	0.33	0.007
9	0.38	0.06	13.60	184.91	4.216
10	0.38	0.04	0.58	0.33	0.005
11	0.38	0.04	1.16	1.34	0.021
12	0.38	0.02	0.58	0.33	0.002
13	0.38	0.04	1.16	1.34	0.021
14	0.38	0.14	11.28	127.33	6.967
15	0.38	0.03	10.13	102.55	1.169
16	0.38	0.05	8.97	80.45	1.467
17	0.38	0.03	1.16	1.34	0.014
18	0.38	0.03	0.87	0.75	0.009
19	0.38	0.02	8.97	80.45	0.642
20	0.38	0.02	3.47	12.05	0.069
21	0.38	0.02	2.60	6.78	0.054
22	0.38	0.02	1.74	3.01	0.017
23	0.38	0.03	0.87	0.75	0.009
24	0.38	0.02	3.76	14.15	0.113
25	0.38	0.02	3.76	14.15	0.113
26	0.38	0.10	0.58	0.33	0.012
27	0.38	0.07	0.87	0.75	0.025
28	0.38	0.20	2.31	5.38	0.403
29	0.38	0.02	0.87	0.75	0.004
<b>FASE II</b>					
30	0.38	0.09	0.87	0.75	0.026
31	0.38	0.06	1.74	3.01	0.069
32	0.38	0.05	0.58	0.33	0.007
33	0.38	0.06	21.52	463.28	10.583
34	0.38	0.13	16.20	262.52	12.869
35	0.38	0.02	0.58	0.33	0.002
36	0.38	0.14	14.47	209.28	11.452
37	0.38	0.08	0.58	0.33	0.010
38	0.38	0.03	12.73	162.07	1.848
39	0.38	0.03	0.58	0.33	0.003
40	0.38	0.05	12.15	147.67	2.694
41	0.38	0.02	0.87	0.75	0.004
42	0.38	0.02	1.74	3.01	0.017

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR AMSTERDAM					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
43	0.38	0.05	10.42	108.49	1.855
44	0.38	0.02	10.42	108.49	0.866
45	0.38	0.10	1.57	2.47	0.090
46	0.38	0.06	0.87	0.75	0.017
47	0.38	0.09	7.52	56.59	1.935
48	0.38	0.12	6.65	44.29	2.070
49	0.38	0.05	0.87	0.75	0.015
50	0.19	0.14	5.79	33.49	0.916
51	0.19	0.08	3.76	14.15	0.226
52	0.19	0.10	1.50	2.26	0.043
53	0.19	0.06	1.16	1.34	0.015
54	0.38	0.02	0.59	0.35	0.003
55	0.38	0.02	1.45	2.09	0.012
56	0.38	0.12	1.74	3.01	0.137
56	0.38	0.05	1.16	1.34	0.027
57	0.38	0.11	0.58	0.33	0.015
59	0.38	0.05	2.03	4.10	0.070
<b>FASE III</b>					
60	0.38	0.06	21.87	478.34	10.906
61	0.38	0.07	18.86	355.85	9.330
62	0.38	0.35	18.86	355.85	46.652
63	0.38	0.10	17.13	293.37	11.371
64	0.38	0.03	16.26	264.39	2.713
65	0.19	0.11	15.39	236.92	4.726
66	0.19	0.03	15.04	226.35	1.290
67	0.19	0.05	0.87	0.75	0.007
68	0.19	0.14	14.18	200.98	5.499
69	0.19	0.05	0.87	0.75	0.007
70	0.19	0.06	0.58	0.33	0.004
71	0.19	0.01	2.60	6.78	0.015
72	0.38	0.01	1.74	3.01	0.014
73	0.38	0.01	0.87	0.75	0.003
74	0.38	0.10	5.50	30.22	1.137
75	0.38	0.08	6.94	48.21	1.539
76	0.38	0.02	1.16	1.34	0.012
77	0.38	0.02	2.03	4.10	0.023
78	0.38	0.02	2.89	8.37	0.048
79	0.38	0.02	3.47	12.05	0.069
80	0.38	0.02	4.05	16.41	0.094
81	0.38	0.02	5.21	27.12	0.155
82	0.38	0.12	1.74	3.01	0.137

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR AMSTERDAM						
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)	
83	0.38	0.05	0.58	0.33	0.007	
84	0.38	0.11	1.16	1.34	0.058	
85	0.38	0.02	0.58	0.33	0.002	
Total					176.05	

Cuadro 2.48

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 176.05 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.594$$

$$\text{Pr.p.} = 916.08 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.19	0.06	28.38	805.42	8.723
2	0.19	0.02	26.87	722.00	2.469
3	0.19	0.05	1.75	3.06	0.031
5	0.19	0.13	1.75	3.06	0.077
6	0.19	0.08	1.25	1.56	0.022
7	0.19	0.07	1.25	1.56	0.021
8	0.19	0.03	0.75	0.56	0.003
9	0.19	0.06	0.5	0.25	0.003
10	0.19	0.10	0.5	0.25	0.005
11	0.19	0.07	25.11	630.51	8.266
12	0.19	0.07	25.11	630.51	8.266
13	0.19	0.07	23.61	557.43	6.990
14	0.19	0.06	23.61	557.43	6.672
15	0.38	0.05	1.5	2.25	0.046
16	0.38	0.04	1.5	2.25	0.033
17	0.38	0.10	1.5	2.25	0.082
18	0.19	0.03	4.52	20.43	0.116
19	0.19	0.11	4.52	20.43	0.443
20	0.98	0.06	2.26	5.11	0.315
21	0.98	0.06	2.26	5.11	0.285
22	0.98	0.01	1.5	2.25	0.026
25	0.98	0.05	1.5	2.25	0.119
26	0.19	0.10	2.26	5.11	0.093
28	0.19	0.12	0.75	0.56	0.013
29	0.19	0.05	0.75	0.56	0.005
32	0.19	0.23	0.75	0.56	0.024
33	0.38	0.11	17.58	309.06	12.684
34	0.38	0.08	17.58	309.06	9.160
35	0.38	0.08	16.82	282.91	9.031
37	0.38	0.11	2.76	7.62	0.321
39	0.38	0.05	0.5	0.25	0.005
41	0.38	0.13	1.5	2.25	0.113
42	0.38	0.02	1.5	2.25	0.018
43	0.38	0.02	0.75	0.56	0.005
44	0.38	0.03	0.75	0.56	0.007
46	0.38	0.19	14.06	197.68	13.972
47	0.38	0.08	13.31	177.16	5.251
48	0.38	0.10	13.31	177.16	6.665
49	0.38	0.05	1.25	1.56	0.029
50	0.38	0.03	0.5	0.25	0.003
52	0.38	0.04	0.75	0.56	0.008
53	0.38	0.06	11.3	127.69	2.766
54	0.38	0.05	11.3	127.69	2.329

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC						
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)	
55	0.38	0.08	0.75	0.56	0.018	
56	0.38	0.06	1.5	2.25	0.054	
58	0.38	0.02	0.75	0.56	0.004	
61	0.38	0.11	0.75	0.56	0.022	
62	0.38	0.02	0.75	0.56	0.005	
64	0.38	0.11	9.04	81.72	3.261	
65	0.38	0.10	3.01	9.06	0.331	
66	0.38	0.04	3.01	9.06	0.124	
68	0.38	0.01	0.75	0.56	0.002	
69	0.38	0.05	2.26	5.11	0.105	
70	0.38	0.05	1.5	2.25	0.038	
71	0.38	0.01	6.02	36.24	0.124	
72	0.38	0.03	6.02	36.24	0.413	
73	0.38	0.09	6.02	36.24	1.239	
75	0.38	0.09	0.75	0.56	0.019	
76	0.38	0.04	4.52	20.43	0.303	
77	0.38	0.06	4.52	20.43	0.443	
78	0.38	0.02	3.76	14.14	0.113	
80	0.38	0.04	3.76	14.14	0.226	
81	0.38	0.06	0.75	0.56	0.012	
82	0.38	0.07	3.01	9.06	0.227	
83	0.38	0.03	3.01	9.06	0.093	
84	0.98	0.08	1.5	2.25	0.172	
85	0.38	0.07	0.75	0.56	0.015	
86	0.98	0.05	0.75	0.56	0.026	
88	0.98	0.06	1.5	2.25	0.126	
<b>FASE II</b>						
1	0.19	0.06	28.38	805.42	8.723	
2	0.19	0.02	27.63	763.42	2.611	
3	0.19	0.05	2.51	6.30	0.065	
4	0.19	0.05	0.75	0.56	0.006	
5	0.19	0.13	1.75	3.06	0.077	
6	0.19	0.08	1.25	1.56	0.022	
7	0.19	0.07	1.25	1.56	0.021	
8	0.19	0.03	0.75	0.56	0.003	
9	0.19	0.06	0.5	0.25	0.003	
10	0.19	0.10	0.5	0.25	0.005	
11	0.19	0.07	25.11	630.51	8.266	
12	0.19	0.07	25.11	630.51	8.266	
13	0.19	0.07	25.11	630.51	7.907	
14	0.19	0.06	23.61	557.43	6.672	
15	0.38	0.05	0.75	0.56	0.012	
16	0.38	0.04	0.75	0.56	0.008	
17	0.38	0.10	0.75	0.56	0.021	
18	0.19	0.03	5.27	27.77	0.158	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
19	0.19	0.11	5.27	27.77	0.602
20	0.98	0.06	3.01	9.06	0.559
21	0.98	0.06	2.26	5.11	0.285
22	0.98	0.01	2.26	5.11	0.060
23	0.98	0.05	1.5	2.25	0.112
24	0.98	0.06	0.75	0.56	0.031
26	0.19	0.10	2.26	5.11	0.093
28	0.19	0.12	1.5	2.25	0.051
29	0.19	0.05	1.5	2.25	0.021
31	0.19	0.04	0.75	0.56	0.004
32	0.19	0.23	0.75	0.56	0.024
33	0.38	0.11	17.58	309.06	12.684
34	0.38	0.08	17.58	309.06	9.160
35	0.38	0.08	17.58	309.06	9.865
36	0.38	0.04	0.75	0.56	0.008
37	0.38	0.11	3.51	12.32	0.520
39	0.38	0.05	0.5	0.25	0.005
40	0.38	0.08	0.5	0.25	0.008
41	0.38	0.13	0.75	0.56	0.028
43	0.38	0.02	2.26	5.11	0.047
44	0.38	0.03	0.75	0.56	0.007
45	0.38	0.08	0.75	0.56	0.018
46	0.38	0.19	13.31	177.16	12.521
47	0.38	0.08	13.31	177.16	5.251
48	0.38	0.10	12.55	157.50	5.925
49	0.38	0.05	1	1.00	0.018
50	0.38	0.03	1	1.00	0.013
51	0.38	0.07	0.5	0.25	0.006
52	0.38	0.04	0.75	0.56	0.008
53	0.38	0.06	10.8	116.64	2.526
54	0.38	0.05	10.8	116.64	2.128
55	0.38	0.08	0.75	0.56	0.018
56	0.38	0.06	1.5	2.25	0.054
58	0.38	0.02	0.75	0.56	0.004
59	0.38	0.06	0.75	0.56	0.013
61	0.38	0.11	0.75	0.56	0.022
63	0.38	0.04	0.75	0.56	0.008
64	0.38	0.11	8.54	72.93	2.910
65	0.38	0.10	3.26	10.63	0.388
66	0.38	0.04	2.76	7.62	0.104
67	0.38	0.03	0.5	0.25	0.003
68	0.38	0.01	0.75	0.56	0.002
69	0.38	0.05	1.5	2.25	0.046
70	0.38	0.05	1.5	2.25	0.038
71	0.38	0.01	5.27	27.77	0.095

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC						
72	0.38	0.03	5.27	27.77	0.317	
73	0.38	0.09	4.52	20.43	0.699	
74	0.38	0.05	0.75	0.56	0.012	
76	0.38	0.04	3.76	14.14	0.210	
77	0.38	0.06	3.01	9.06	0.196	
78	0.38	0.02	3.01	9.06	0.072	
79	0.38	0.03	0.75	0.56	0.005	
80	0.38	0.04	2.26	5.11	0.082	
82	0.38	0.07	2.26	5.11	0.128	
83	0.38	0.03	1.5	2.25	0.023	
85	0.38	0.07	0.75	0.56	0.015	
86	0.98	0.05	0.75	0.56	0.026	
87	0.98	0.05	0.75	0.56	0.026	
<b>FASE III</b>						
1	0.19	0.06	28.38	805.42	8.723	
2	0.19	0.02	28.38	805.42	2.755	
3	0.19	0.05	2.51	6.30	0.065	
4	0.19	0.05	1.5	2.25	0.023	
5	0.19	0.13	1	1.00	0.025	
6	0.19	0.08	1	1.00	0.014	
7	0.19	0.07	0.5	0.25	0.003	
9	0.19	0.06	0.5	0.25	0.003	
11	0.19	0.07	25.87	669.26	8.774	
12	0.19	0.07	25.11	630.51	8.266	
13	0.19	0.07	25.11	630.51	7.907	
14	0.19	0.06	25.11	630.51	7.547	
15	0.38	0.05	1.5	2.25	0.046	
16	0.38	0.04	0.5	0.25	0.004	
18	0.19	0.03	5.27	27.77	0.158	
19	0.19	0.11	4.52	20.43	0.443	
20	0.98	0.06	3.01	9.06	0.559	
21	0.98	0.06	2.26	5.11	0.285	
22	0.98	0.01	2.26	5.11	0.060	
23	0.98	0.05	0.75	0.56	0.028	
24	0.98	0.06	0.75	0.56	0.031	
25	0.98	0.05	0.75	0.56	0.030	
26	0.19	0.10	1.5	2.25	0.041	
28	0.19	0.12	1.5	2.25	0.051	
29	0.19	0.05	0.75	0.56	0.005	
29	0.19	0.02	0.75	0.56	0.002	
30	0.19	0.11	18.33	335.99	13.789	
33	0.38	0.08	17.58	309.06	9.160	
34	0.38	0.08	17.58	309.06	9.865	
35	0.38	0.08	17.58	309.06	9.865	
37	0.38	0.11	3.51	12.32	0.520	
39	0.38	0.05	0.5	0.25	0.005	
39	0.38	0.08	0.5	0.25	0.008	
41	0.38	0.13	1.5	2.25	0.113	
43	0.38	0.02	1.5	2.25	0.021	

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>						
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CHAPULTEPEC</b>						
44	0.38	0.03	1.5	2.25	0.028	
46	0.38	0.19	14.06	197.68	13.972	
47	0.38	0.08	13.31	177.16	5.251	
48	0.38	0.10	13.31	177.16	6.665	
49	0.38	0.05	1.5	2.25	0.041	
53	0.38	0.06	11.8	139.24	3.016	
54	0.38	0.05	11.05	122.10	2.227	
56	0.38	0.06	2.26	5.11	0.122	
57	0.38	0.03	0.75	0.56	0.006	
58	0.38	0.02	1.5	2.25	0.018	
59	0.38	0.06	1.5	2.25	0.054	
60	0.38	0.02	1.5	2.25	0.018	
64	0.38	0.11	8.79	77.26	3.083	
65	0.38	0.10	2	4.00	0.146	
66	0.38	0.04	2	4.00	0.055	
67	0.38	0.03	0.5	0.25	0.003	
69	0.38	0.05	1.5	2.25	0.046	
71	0.38	0.01	6.78	45.97	0.157	
72	0.38	0.03	6.02	36.24	0.413	
73	0.38	0.09	6.02	36.24	1.239	
74	0.38	0.05	0.75	0.56	0.012	
75	0.38	0.09	0.75	0.56	0.019	
76	0.38	0.04	4.52	20.43	0.303	
77	0.38	0.06	3.01	9.06	0.196	
78	0.38	0.02	3.01	9.06	0.072	
80	0.38	0.04	3.01	9.06	0.145	
82	0.38	0.07	3.01	9.06	0.227	
83	0.38	0.03	3.01	9.06	0.093	
84	0.98	0.08	1.5	2.25	0.172	
86	0.98	0.05	1.5	2.25	0.106	
87	0.98	0.05	0.75	0.56	0.026	
88	0.98	0.06	0.75	0.56	0.031	
89	0.98	0.06	0.75	0.56	0.035	
<b>Total</b>					<b>341.31</b>	

Cuadro 2.49

Suma de Pérdidas =  $\Sigma (I^2 L \rho) = 341.31 \quad (W)$ Pérdidas en Red Primaria =  $Pr.p. = (8760) \lambda \Sigma (I^2 L \rho)$  $\lambda =$  Factor de Pérdidas = 0.568

Pr.p. = 1698.27 (kWh)



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADORA CAUFLA					
TRAMO	$p$ (ohms/km)	$L$ (km)	$i$ (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.19	0.33	3.96	15.68	0.993
2	0.98	0.20	1.23	1.51	0.289
4	0.98	0.04	0.74	0.55	0.019
5	0.98	0.04	0.74	0.55	0.021
6	0.19	0.02	0.49	0.24	0.001
7	0.19	0.06	1.98	3.92	0.045
8	0.19	0.14	1.23	1.51	0.039
9	0.38	0.11	0.74	0.55	0.023
10	0.38	0.06	0.74	0.55	0.012
12	0.38	0.05	0.49	0.24	0.004
14	0.38	0.03	0.49	0.24	0.003
15	0.38	0.05	20.81	433.06	7.405
16	0.38	0.09	20.81	433.06	15.304
17	0.38	0.05	0.99	0.98	0.018
18	0.38	0.05	1.98	3.92	0.072
19	0.38	0.05	1.23	1.51	0.029
20	0.38	0.01	0.74	0.55	0.002
21	0.38	0.10	0.74	0.55	0.021
22	0.38	0.04	0.49	0.24	0.004
23	0.38	0.05	0.49	0.24	0.004
24	0.38	0.02	0.49	0.24	0.002
26	0.38	0.04	17.84	318.27	4.354
27	0.38	0.13	17.84	318.27	15.239
28	0.19	0.08	1.98	3.92	0.060
29	0.19	0.04	1.23	1.51	0.010
30	0.19	0.02	0.49	0.24	0.001
32	0.19	0.09	0.74	0.55	0.009
33	0.38	0.05	15.85	251.22	4.582
34	0.38	0.11	15.11	228.31	9.630
35	0.38	0.07	2.72	7.40	0.194
36	0.38	0.02	2.72	7.40	0.067
37	0.38	0.09	2.72	7.40	0.245
38	0.38	0.11	2.23	4.97	0.198
39	0.38	0.02	2.23	4.97	0.045
40	0.38	0.04	1.48	2.19	0.030
42	0.38	0.02	1.48	2.19	0.015
45	0.19	0.04	12.38	153.26	1.048
46	0.19	0.09	12.38	153.26	2.533
47	0.19	0.07	11.89	141.37	1.853
48	0.19	0.09	4.46	19.89	0.340
50	0.19	0.02	0.49	0.24	0.001
52	0.19	0.08	3.96	15.68	0.232
53	0.19	0.06	3.46	11.97	0.136

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA						
TRAMO	$p$ (ohms/km)	$L$ km	$i$ (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)	
54	0.19	0.08	0.99	0.98	0.014	
55	0.19	0.06	0.49	0.24	0.003	
56	0.19	0.05	2.47	6.10	0.052	
57	0.19	0.07	0.49	0.24	0.003	
58	0.19	0.07	0.49	0.24	0.003	
59	0.19	0.01	0.49	0.24	0.001	
60	0.38	0.20	7.43	55.20	4.279	
61	0.38	0.08	0.99	0.98	0.028	
62	0.38	0.03	0.99	0.98	0.010	
63	0.38	0.15	6.44	41.47	2.411	
64	0.38	0.04	0.74	0.55	0.008	
65	0.38	0.08	0.74	0.55	0.017	
66	0.38	0.05	5.69	32.38	0.591	
67	0.38	0.05	5.69	32.38	0.591	
69	0.38	0.08	5.69	32.38	0.923	
70	0.38	0.02	1.48	2.19	0.015	
71	0.38	0.14	0.74	0.55	0.028	
72	0.38	0.05	1.48	2.19	0.040	
73	0.38	0.02	0.74	0.55	0.003	
74	0.38	0.03	4.21	17.72	0.222	
75	0.38	0.03	4.21	17.72	0.202	
78	0.38	0.05	4.21	17.72	0.323	
79	0.38	0.03	3.22	10.37	0.130	
80	0.38	0.15	2.23	4.97	0.289	
81	0.38	0.02	1.48	2.19	0.017	
82	0.38	0.03	0.74	0.55	0.006	
83	0.38	0.02	0.74	0.55	0.004	
87	0.19	0.05	1.48	2.19	0.021	
88	0.19	0.06	0.49	0.24	0.003	
89	0.19	0.05	0.49	0.24	0.002	
90	0.19	0.06	0.49	0.24	0.003	
91	0.38	0.02	4.21	17.72	0.162	
<b>FASE II</b>						
1	0.19	0.33	3.46	11.97	0.751	
2	0.98	0.20	1.98	3.92	0.749	
3	0.19	0.24	0.74	0.55	0.025	
4	0.98	0.04	1.23	1.51	0.053	
5	0.98	0.04	0.74	0.55	0.021	
7	0.19	0.06	1.48	2.19	0.025	
8	0.19	0.14	1.48	2.19	0.056	
9	0.38	0.11	1.48	2.19	0.092	
10	0.38	0.06	0.74	0.55	0.012	
11	0.38	0.02	0.74	0.55	0.004	
15	0.38	0.05	20.56	422.71	7.228	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA						
TRAMO	$R$ (ohms/km)	$L$ km	$I$ (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)	
16	0.38	0.09	19.08	364.05	12.865	
18	0.38	0.05	1.23	1.51	0.028	
19	0.38	0.05	1.23	1.51	0.029	
20	0.38	0.01	0.74	0.55	0.002	
22	0.38	0.04	0.49	0.24	0.004	
26	0.38	0.04	17.84	318.27	4.354	
27	0.38	0.13	16.85	283.92	13.594	
28	0.19	0.08	2.47	6.10	0.094	
29	0.19	0.04	2.47	6.10	0.042	
30	0.19	0.02	0.99	0.98	0.004	
31	0.19	0.05	0.49	0.24	0.002	
32	0.19	0.09	1.48	2.19	0.036	
33	0.38	0.05	14.37	206.50	3.767	
34	0.38	0.11	14.37	206.50	8.710	
35	0.38	0.07	3.46	11.97	0.314	
36	0.38	0.02	2.72	7.40	0.067	
37	0.38	0.09	2.72	7.40	0.245	
38	0.38	0.11	2.23	4.97	0.198	
39	0.38	0.02	0.74	0.55	0.005	
40	0.38	0.04	0.74	0.55	0.007	
41	0.38	0.10	0.74	0.55	0.021	
43	0.38	0.03	1.48	2.19	0.027	
44	0.38	0.04	0.74	0.55	0.008	
45	0.19	0.04	10.9	118.81	0.813	
46	0.19	0.09	10.9	118.81	1.964	
47	0.19	0.07	10.9	118.81	1.558	
48	0.19	0.09	3.96	15.68	0.268	
49	0.19	0.08	1.48	2.19	0.034	
50	0.19	0.02	0.49	0.24	0.001	
51	0.19	0.04	0.49	0.24	0.002	
52	0.19	0.08	1.98	3.92	0.058	
53	0.19	0.06	1.98	3.92	0.045	
54	0.19	0.08	0.49	0.24	0.003	
55	0.19	0.06	0.49	0.24	0.003	
56	0.19	0.05	1.48	2.19	0.019	
57	0.19	0.07	0.49	0.24	0.003	
58	0.19	0.07	0.49	0.24	0.003	
60	0.38	0.20	6.93	48.02	3.723	
61	0.38	0.08	1.73	2.99	0.085	
62	0.38	0.03	0.99	0.98	0.010	
63	0.38	0.15	5.2	27.04	1.572	
66	0.38	0.05	5.2	27.04	0.493	
67	0.38	0.05	4.21	17.72	0.323	
68	0.38	0.05	0.49	0.24	0.005	
69	0.38	0.08	3.71	13.76	0.392	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CAUATLA					
71	0.38	0.14	1.48	2.19	0.112
74	0.38	0.03	3.71	13.76	0.173
75	0.38	0.03	2.97	8.82	0.101
76	0.38	0.07	1.48	2.19	0.060
77	0.38	0.08	0.74	0.55	0.017
78	0.38	0.05	1.48	2.19	0.040
79	0.38	0.03	1.48	2.19	0.027
80	0.38	0.15	1.48	2.19	0.127
82	0.38	0.03	1.48	2.19	0.022
83	0.38	0.02	0.74	0.55	0.004
87	0.19	0.05	0.99	0.98	0.009
88	0.19	0.06	0.99	0.98	0.011
91	0.38	0.02	2.97	8.82	0.080
<b>FASE III</b>					
1	0.19	0.33	3.71	13.76	0.863
2	0.98	0.20	1.73	2.99	0.572
3	0.19	0.24	0.74	0.55	0.025
4	0.98	0.04	0.49	0.24	0.008
6	0.19	0.02	0.49	0.24	0.001
7	0.19	0.06	1.98	3.92	0.045
8	0.19	0.14	1.23	1.51	0.039
9	0.38	0.11	0.74	0.55	0.023
12	0.38	0.05	0.49	0.24	0.004
13	0.38	0.02	0.49	0.24	0.002
15	0.38	0.05	21.8	475.24	8.127
16	0.38	0.09	20.31	412.50	14.578
17	0.38	0.05	0.99	0.98	0.018
18	0.38	0.05	1.23	1.51	0.028
19	0.38	0.05	1.23	1.51	0.029
20	0.38	0.01	0.74	0.55	0.002
21	0.38	0.10	0.74	0.55	0.021
22	0.38	0.04	0.49	0.24	0.004
23	0.38	0.05	0.49	0.24	0.004
25	0.38	0.04	0.49	0.24	0.003
26	0.38	0.04	18.08	326.89	4.472
27	0.38	0.13	18.08	326.89	15.651
28	0.19	0.08	1.48	2.19	0.034
33	0.38	0.05	16.6	275.56	5.026
34	0.38	0.11	15.85	251.22	10.597
35	0.38	0.07	2.97	8.82	0.231
36	0.38	0.02	2.97	8.82	0.080
37	0.38	0.09	2.23	4.97	0.164
38	0.38	0.11	2.23	4.97	0.198
39	0.38	0.02	1.48	2.19	0.020
40	0.38	0.04	1.48	2.19	0.030
41	0.38	0.10	1.48	2.19	0.082
45	0.19	0.04	12.88	165.89	1.135
46	0.19	0.09	12.38	153.26	2.533

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA					
47	0.19	0.07	12.38	153.26	2.009
48	0.19	0.09	4.46	19.89	0.340
49	0.19	0.08	1.48	2.19	0.034
52	0.19	0.08	2.97	8.82	0.131
53	0.19	0.06	2.47	6.10	0.070
56	0.19	0.05	2.47	6.10	0.052
57	0.19	0.07	0.49	0.24	0.003
59	0.19	0.01	0.49	0.24	0.001
60	0.38	0.20	7.92	62.73	4.863
61	0.38	0.08	0.74	0.55	0.016
63	0.38	0.15	7.18	51.55	2.997
64	0.38	0.04	0.74	0.55	0.008
66	0.38	0.05	6.44	41.47	0.756
67	0.38	0.05	6.44	41.47	0.756
68	0.38	0.05	0.49	0.24	0.005
69	0.38	0.08	5.94	35.28	1.006
70	0.38	0.02	2.97	8.82	0.060
72	0.38	0.05	2.23	4.97	0.091
73	0.38	0.02	1.48	2.19	0.012
74	0.38	0.03	2.97	8.82	0.111
75	0.38	0.03	2.97	8.82	0.101
78	0.38	0.05	1.48	2.19	0.040
79	0.38	0.03	1.48	2.19	0.027
80	0.38	0.15	1.48	2.19	0.127
81	0.38	0.02	0.74	0.55	0.004
82	0.38	0.03	0.74	0.55	0.006
84	0.38	0.06	1.48	2.19	0.050
85	0.38	0.11	0.99	0.98	0.042
86	0.38	0.12	0.49	0.24	0.011
87	0.19	0.05	1.48	2.19	0.021
88	0.19	0.06	1.48	2.19	0.024
89	0.19	0.05	0.49	0.24	0.002
91	0.38	0.02	1.48	2.19	0.020
Total					219.58

Cuadro 2.50

Suma de Pérdidas =  $\Sigma (I^2 L \rho) = 219.58 \quad (W)$

Pérdidas en Red Primaria = Pr.p. =  $(8760) \lambda \Sigma (I^2 L \rho)$

$\lambda =$  Factor de Pérdidas = 0.575

Pr.p. = 1106.01 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR GUTEMBERG						
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)	
<b>FASE I</b>						
1	0.19	0.05	0.77	0.59	0.005	
2	0.19	0.04	0.77	0.59	0.004	
3	0.19	0.14	1.53	2.36	0.060	
4	0.19	0.04	2.05	4.19	0.035	
5	0.19	0.08	0.51	0.26	0.003	
6	0.19	0.05	2.56	6.54	0.058	
7	0.19	0.11	3.07	9.42	0.193	
8	0.19	0.03	2.56	6.54	0.031	
9	0.19	0.13	5.12	26.17	0.646	
10	0.19	0.11	3.07	9.42	0.193	
11	0.19	0.01	2.05	4.19	0.007	
12	0.19	0.06	0.51	0.26	0.003	
13	0.19	0.19	8.19	67.00	2.355	
14	0.38	0.07	1.02	1.05	0.026	
15	0.38	0.02	9.98	99.54	0.758	
16	0.38	0.06	8.44	71.26	1.732	
17	0.38	0.06	3.07	9.42	0.207	
18	0.38	0.03	1.53	2.36	0.025	
19	0.38	0.04	1.53	2.36	0.035	
20	0.38	0.03	1.53	2.36	0.028	
21	0.38	0.06	3.84	14.72	0.307	
22	0.38	0.05	2.30	5.30	0.100	
23	0.38	0.01	0.77	0.59	0.002	
24	0.19	0.09	19.19	368.06	5.944	
25	0.19	0.08	20.72	429.31	6.525	
26	0.19	0.02	1.53	2.36	0.007	
27	0.19	0.03	0.77	0.59	0.003	
28	0.19	0.07	4.60	21.20	0.290	
29	0.19	0.05	3.84	14.72	0.131	
30	0.19	0.04	2.30	5.30	0.040	
31	0.19	0.04	0.77	0.59	0.004	
32	0.19	0.08	1.53	2.36	0.035	
33	0.19	0.05	0.77	0.59	0.006	
34	0.19	0.05	0.77	0.59	0.005	
35	0.19	0.06	26.86	721.41	7.812	
36	0.19	0.11	27.63	763.22	15.951	
37	0.19	0.06	0.56	0.32	0.003	
38	0.19	0.18	1.53	2.36	0.081	
39	0.19	.278	29.67	880.48	167.290	
40	0.19	0.02	31.002	961.12	2.739	
41	0.19	0.03	32.3312	1045.31	4.965	
<b>FASE II</b>						
1	0.19	0.26	0.77	0.59	0.028	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR GUTENBERG					
TRAMO	P (ohms/km)	L km	I (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
2	0.19	0.13	1.02	1.05	0.025
3	0.19	0.13	1.79	3.21	0.079
4	0.19	0.17	0.51	0.26	0.008
5	0.19	0.19	2.30	5.30	0.186
6	0.38	0.07	0.51	0.26	0.006
7	0.38	0.15	3.07	9.42	0.522
8	0.38	0.05	2.30	5.30	0.100
9	0.38	0.02	1.53	2.36	0.013
10	0.19	0.17	5.88	34.61	1.091
11	0.19	0.05	0.77	0.59	0.005
12	0.19	0.07	3.07	9.42	0.128
13	0.19	0.05	2.30	5.30	0.047
14	0.19	0.04	1.53	2.36	0.017
15	0.19	0.14	0.77	0.59	0.015
16	0.19	0.06	9.72	94.49	1.023
17	0.19	0.11	10.49	109.99	2.298
18	0.38	0.06	1.02	1.05	0.023
19	0.19	0.15	6.14	37.69	1.088
20	0.19	0.23	5.12	26.17	1.123
21	0.19	0.02	0.51	0.26	0.001
22	0.19	0.15	4.60	21.20	0.584
23	0.19	0.08	0.77	0.59	0.008
24	0.19	0.07	3.84	14.72	0.191
25	0.38	0.06	0.51	0.26	0.006
26	0.38	0.08	3.33	11.06	0.344
27	0.38	0.06	1.79	3.21	0.073
28	0.38	0.19	0.77	0.59	0.042
29	0.38	0.12	0.51	0.26	0.011
30	0.38	0.12	0.77	0.59	0.027
31	0.38	0.21	0.77	0.59	0.047
32	0.19	0.12	17.65	311.53	7.339
33	0.19	0.05	3.07	9.42	0.089
34	0.19	0.02	2.56	6.54	0.019
35	0.19	0.14	1.53	2.36	0.063
36	0.19	0.02	0.77	0.59	0.002
37	0.38	0.08	2.56	6.54	0.193
38	0.38	0.01	1.02	1.05	0.005
39	0.19	0.06	23.28	541.86	5.765
40	0.19	0.05	24.30	590.54	6.058
41	0.38	0.22	5.63	31.67	2.647
42	0.38	0.15	0.77	0.59	0.033
43	0.38	0.02	1.53	2.36	0.014
44	0.38	0.07	3.33	11.06	0.294
45	0.38	0.03	2.81	7.92	0.078
46	0.38	0.11	0.77	0.59	0.023

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR GUTEMBERG						
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PERDIDAS (W)	
47	0.38	0.12	0.51	0.26		0.011
48	0.38	0.01	1.53	2.36		0.011
49	0.19	0.04	29.93	895.70	170.182	
50	0.19	0.02	31.26	977.03	2.784	
51	0.19	0.03	32.59	1061.89	5.043	
<b>FASE III</b>						
1	0.38	0.18	1.53	2.36		0.161
2	0.38	0.16	0.77	0.59		0.034
3	0.38	0.11	3.84	14.72		0.615
4	0.38	0.05	4.60	21.20		0.402
5	0.38	0.02	1.53	2.36		0.015
6	0.38	0.05	6.14	37.69		0.773
7	0.38	0.12	1.53	2.36		0.109
8	0.38	0.06	4.09	16.75		0.381
9	0.38	0.12	0.51	0.26		0.011
10	0.38	0.08	3.07	9.42		0.297
11	0.38	0.10	1.53	2.36		0.093
12	0.38	0.08	11.77	138.46		4.314
13	0.38	0.06	0.51	0.26		0.006
14	0.38	0.09	12.28	150.76		4.889
15	0.38	0.08	1.53	2.36		0.068
16	0.19	0.15	13.81	190.80		5.256
17	0.19	0.02	0.51	0.26		0.001
18	0.19	0.23	14.32	205.20		8.811
19	0.19	0.03	15.09	227.77		1.298
20	0.19	0.28	16.12	269.71		13.618
21	0.19	0.05	4.86	23.62		0.224
22	0.19	0.02	3.33	11.06		0.033
23	0.19	0.14	2.30	5.30		0.142
24	0.19	0.02	0.77	0.59		0.002
25	0.19	0.09	1.02	1.05		0.018
26	0.38	0.06	22.00	483.95		10.298
27	0.19	0.05	23.02	530.01		5.437
28	0.19	0.22	6.65	44.23		1.848
29	0.38	0.15	1.53	2.36		0.134
30	0.38	0.02	0.77	0.59		0.003
31	0.38	0.07	4.35	18.91		0.503
32	0.38	0.03	3.33	11.06		0.109
33	0.38	0.12	1.53	2.36		0.107
34	0.38	0.11	1.02	1.05		0.042
35	0.38	0.01	0.77	0.59		0.002
36	0.38	0.04	29.67	880.48		13.383
37	0.19	0.02	31.00	961.12		2.739
38	0.19	0.03	32.33	1045.31		4.965
Total						509.57

Cuadro 2 51



$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 509.57 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = Pr.p. = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5762$$

$$Pr.p. = 2572.08 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR INTERNACIONAL					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
2	0.38	0.08	0.60	0.36	0.010
4	0.38	0.03	0.60	0.36	0.004
5	0.38	0.05	3.02	9.10	0.176
6	0.38	0.06	3.02	9.10	0.207
7	0.38	0.03	1.21	1.46	0.017
8	0.38	0.02	4.22	17.84	0.102
10	0.38	0.09	2.41	5.82	0.199
11	0.38	0.06	1.21	1.46	0.033
13	0.38	0.06	5.43	29.48	0.672
14	0.38	0.06	5.43	29.48	0.672
15	0.38	0.02	5.43	29.48	0.168
16	0.38	0.03	5.43	29.48	0.336
17	0.38	0.03	5.43	29.48	0.336
20	0.19	0.11	5.43	29.48	0.588
21	0.38	0.03	10.26	105.20	1.199
22	0.38	0.03	6.64	44.05	0.502
23	0.38	0.12	10.86	117.94	5.378
24	0.38	0.03	11.77	138.42	1.578
25	0.38	0.02	12.37	152.98	0.872
26	0.38	0.05	0.60	0.36	0.006
27	0.38	0.11	12.97	168.27	6.714
28	0.38	0.09	14.78	218.50	7.473
29	0.38	0.09	1.21	1.46	0.050
29.1	0.38	0.02	15.99	255.63	1.457
30	0.38	0.02	0.60	0.36	0.002
31	0.38	0.11	0.60	0.36	0.015
32	0.38	0.06	3.62	13.11	0.299
33	0.38	0.03	2.41	5.82	0.066
34	0.38	0.09	2.41	5.82	0.199
35	0.38	0.03	2.41	5.82	0.066
36	0.38	0.02	1.21	1.46	0.008
38	0.19	0.03	17.80	316.78	1.806
39	0.19	0.05	17.80	316.78	2.708
40	0.19	0.06	20.82	433.27	4.939
41	0.19	0.05	0.60	0.36	0.003
42	0.19	0.04	1.21	1.46	0.011
48	0.98	0.03	1.21	1.46	0.043
49	0.98	0.17	1.81	3.28	0.530
50	0.19	0.33	17.20	295.67	18.539
51	0.19	0.03	21.42	458.75	2.615
<b>FASE II</b>					
4	0.38	0.03	1.21	1.46	0.017
5	0.38	0.05	5.43	29.49	0.571

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR INTERNACIONAL					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
6	0.38	0.06			
8	0.38	0.02	5.43	29.49	0.672
9	0.38	0.03	5.43	29.49	0.168
10	0.38	0.09	1.21	1.46	0.017
11	0.38	0.09	3.02	9.10	0.311
12	0.38	0.06	2.41	5.82	0.133
13	0.38	0.05	1.21	1.46	0.030
14	0.38	0.06	5.43	29.49	0.672
15	0.38	0.06	5.43	29.49	0.672
16	0.38	0.02	5.43	29.49	0.168
17	0.38	0.03	5.43	29.49	0.336
18	0.38	0.03	6.03	36.40	0.415
19	0.19	0.09	0.91	0.82	0.041
20	0.19	0.08	1.21	1.46	0.041
21	0.38	0.11	8.15	66.34	1.324
22	0.38	0.03	9.96	99.10	1.130
23	0.38	0.03	8.75	76.53	0.872
24	0.38	0.12	9.55	91.20	4.159
25	0.38	0.03	11.77	138.42	1.578
27	0.38	0.02	12.97	168.27	0.959
28	0.38	0.11	12.97	168.27	6.714
29	0.38	0.09	13.88	192.57	6.586
29.1	0.38	0.02	1.81	3.28	0.112
30	0.38	0.02	14.48	209.67	1.195
31	0.38	0.11	0.60	0.36	0.002
32	0.38	0.06	1.21	1.46	0.058
33	0.38	0.03	1.81	3.28	0.075
34	0.38	0.09	1.21	1.46	0.017
37	0.38	0.03	0.60	0.36	0.012
38	0.19	0.03	0.60	0.36	0.004
39	0.19	0.03	16.29	265.37	1.513
40	0.19	0.05	16.29	265.37	2.269
42	0.19	0.06	19.31	372.75	4.249
43	0.19	0.04	3.02	9.10	0.067
44	0.19	0.08	2.41	5.82	0.083
46	0.19	0.02	1.21	1.46	0.004
47	0.38	0.09	1.21	1.46	0.050
50	0.38	0.03	1.21	1.46	0.017
51	0.19	0.33	16.29	265.37	16.639
FASE III		0.03	20.51	420.80	2.399
2	0.38				
5	0.38	0.08	1.21	1.46	0.041
6	0.38	0.05	0.60	0.36	0.007
7	0.38	0.03	0.60	0.36	0.008
8	0.38	0.03	2.11	4.46	0.051
		0.02	1.21	1.46	0.008

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>					
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR INTERNACIONAL</b>					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
9	0.38	0.03	0.60	0.36	0.004
13	0.38	0.06	3.32	11.01	0.251
14	0.38	0.06	3.92	15.38	0.351
15	0.38	0.02	5.13	26.30	0.150
16	0.38	0.03	6.34	40.13	0.458
17	0.38	0.03	6.34	40.13	0.458
18	0.19	0.09	1.81	3.28	0.056
19	0.38	0.08	0.60	0.36	0.010
20	0.19	0.11	8.75	76.53	1.527
21	0.38	0.03	12.37	152.98	1.744
22	0.38	0.03	8.75	76.53	0.872
23	0.38	0.12	13.58	184.28	8.403
24	0.38	0.03	13.58	184.28	2.101
25	0.38	0.02	13.58	184.28	1.050
26	0.38	0.05	1.21	1.46	0.025
27	0.38	0.11	14.78	218.50	8.718
28	0.38	0.09	14.78	218.50	7.473
29.1	0.38	0.02	14.78	218.50	1.245
32	0.38	0.06	3.62	13.10	0.299
33	0.38	0.03	3.62	13.10	0.149
34	0.38	0.09	3.02	9.10	0.311
35	0.38	0.03	2.41	5.82	0.066
36	0.38	0.02	1.21	1.46	0.008
37	0.38	0.03	0.60	0.36	0.004
38	0.19	0.03	14.78	218.50	1.245
39	0.19	0.05	15.99	255.63	2.186
40	0.19	0.06	20.82	433.27	4.939
42	0.19	0.04	4.83	23.30	0.173
43	0.19	0.08	4.22	17.84	0.254
44	0.19	0.02	3.62	13.10	0.037
45	0.19	0.02	3.02	9.10	0.026
46	0.38	0.09	1.81	3.28	0.112
47	0.38	0.03	0.60	0.36	0.004
50	0.19	0.33	14.78	218.50	13.700
51	0.19	0.03	20.82	433.27	2.470
<b>Total</b>					<b>177.92</b>

Cuadro 2.52

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 177.92 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \sum (I^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.6368$$

$$\text{Pr.p.} = \quad 992.51 \quad (\text{kWh})$$

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>					
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MAZATLÁN</b>					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.38	0.15	1.9144	3.66	0.214
2	0.38	0.12	0.6381	0.41	0.018
3	0.38	0.07	2.5525	6.52	0.173
4	0.19	0.11	1.9144	3.66	0.075
5	0.19	0.02	3.8288	14.66	0.041
6	0.19	0.11	2.2335	4.99	0.099
7	0.19	0.12	0.9572	0.92	0.020
8	0.19	0.01	1.2763	1.63	0.004
9	0.19	0.08	8.6148	74.21	1.184
10	0.19	0.02	9.572	91.62	0.348
11	0.19	0.29	11.4864	131.94	7.269
12	0.19	0.63	12.4436	154.84	18.593
<b>FASE II</b>					
1	0.38	0.19	1.2763	1.63	0.117
2	0.19	0.12	1.9144	3.66	0.080
3	0.19	0.01	0.6381	0.41	0.001
4	0.19	0.11	2.5525	6.52	0.129
5	0.19	0.08	3.8288	14.66	0.233
6	0.19	0.02	5.7432	32.98	0.125
7	0.19	0.03	6.7004	44.90	0.255
8	0.38	0.14	0.9572	0.92	0.049
9	0.38	0.05	1.5953	2.54	0.048
10	0.38	0.09	1.2763	1.63	0.054
11	0.38	0.05	9.572	91.62	1.740
12	0.38	0.03	0.6381	0.41	0.003
13	0.19	0.05	10.2101	104.25	0.950
14	0.38	0.10	0.9572	0.92	0.034
15	0.19	0.07	11.1673	124.71	1.540
16	0.38	0.04	11.8054	139.37	2.118
17	0.19	0.09	0.6381	0.41	0.006
18	0.19	0.59	12.4435	154.84	17.357
<b>FASE III</b>					
1	0.38	0.06	1.9144	3.66	0.083
2	0.38	0.05	3.1907	10.18	0.193
3	0.38	0.19	0.6381	0.41	0.026
4	0.19	0.05	5.1051	26.06	0.247
5	0.19	0.03	1.2763	1.63	0.007
6	0.19	0.05	6.3814	40.72	0.371
7	0.38	0.07	0.9572	0.92	0.023
8	0.38	0.03	1.9144	3.66	0.038
9	0.19	0.07	7.0195	49.27	0.608
10	0.19	0.04	7.8576	58.64	0.445
11	0.38	0.12	1.9144	3.66	0.160

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MAZATLÁN					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
12	0.19	0.05	9.572	91.62	0.870
13	0.38	0.13	0.9572	0.92	0.043
14	0.38	0.12	1.9144	3.66	0.167
15	0.19	0.05	11.4864	131.94	1.253
16	0.19	0.09	1.2763	1.63	0.026
17	0.19	0.59	12.7627	162.89	30.948
Total					88.39

Cuadro 2.53

Suma de Pérdidas =  $\Sigma (i^2 L \rho) = 88.39 \text{ (W)}$

Pérdidas en Red Primaria =  $Pr.p. = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$

$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.507$

$Pr.p. = 392.56 \text{ (kWh)}$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MICHOACÁN					
TRAMO	P (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.38	0.11	0.85	0.73	0.029
2	0.38	0.17	1.71	2.91	0.188
4	0.38	0.05	1.71	2.91	0.050
5	0.38	0.09	1.71	2.91	0.100
6	0.38	0.02	6.54	42.80	0.244
8	0.38	0.08	0.57	0.32	0.009
9	0.38	0.04	5.97	35.68	0.488
12	0.38	0.02	6.54	42.80	0.342
13	0.38	0.03	0.85	0.73	0.008
14	0.38	0.02	6.97	48.63	0.277
15	0.38	0.11	1.71	2.91	0.116
16	0.38	0.02	1.14	1.29	0.010
18	0.38	0.17	0.85	0.73	0.046
19	0.38	0.11	3.41	11.65	0.465
22	0.38	0.02	0.57	0.32	0.003
23	0.38	0.03	1.14	1.29	0.015
24	0.38	0.12	2.28	5.18	0.236
25	0.38	0.07	1.71	2.91	0.072
26	0.19	0.02	0.57	0.32	0.001
28	0.19	0.02	8.82	77.75	0.222
29	0.19	0.18	9.39	88.11	3.013
30	0.19	0.16	10.24	104.86	3.108
31	0.19	0.11	10.24	104.86	2.211
32	0.19	0.02	11.09	123.06	0.351
33	0.19	0.05	14.05	197.39	2.025
34	0.19	0.14	9.16	83.89	2.152
37	0.19	0.02	1.14	1.29	0.004
38	0.19	0.05	2.28	5.18	0.044
39	0.19	0.06	3.75	14.10	0.161
40	0.19	0.05	4.61	21.23	0.194
41	0.19	0.05	5.18	26.80	0.275
42	0.19	0.17	3.98	15.86	0.497
43	0.19	0.06	1.71	2.91	0.033
44	0.19	0.03	0.85	0.73	0.004
45	0.19	0.05	0.85	0.73	0.006
47	0.19	0.06	3.98	15.86	0.181
48	0.19	0.03	2.28	5.18	0.030
49	0.19	0.07	1.71	2.91	0.038
50	0.38	0.02	1.71	2.91	0.017
50.1	0.38	0.32	8.25	68.04	8.300
56	0.38	0.06	9.16	83.89	1.817
57	0.38	0.03	23.21	538.63	6.140



<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>					
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MICHOACÁN</b>					
TRAMO	p (ohms/km)	L km	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE II</b>					
1	0.38	0.11	0.85	0.73	0.029
2	0.38	0.17	0.85	0.73	0.047
3	0.38	0.07	1.71	2.91	0.081
4	0.38	0.05	1.71	2.91	0.060
6	0.38	0.02	11.09	123.06	0.701
9	0.38	0.04	10.52	110.77	1.515
10	0.38	0.08	0.57	0.32	0.009
11	0.38	0.16	1.14	1.29	0.080
12	0.38	0.02	9.39	88.11	0.703
13	0.38	0.03	0.57	0.32	0.004
14	0.38	0.02	7.68	58.98	0.336
15	0.38	0.11	1.71	2.91	0.116
16	0.38	0.02	0.57	0.32	0.003
17	0.38	0.10	0.85	0.73	0.027
18	0.38	0.17	1.71	2.91	0.183
19	0.38	0.11	4.27	18.20	0.726
20	0.38	0.02	0.57	0.32	0.002
21	0.38	0.03	0.57	0.32	0.004
22	0.38	0.02	1.14	1.29	0.010
23	0.38	0.03	2.28	5.18	0.059
24	0.38	0.12	1.99	3.96	0.181
25	0.38	0.07	0.85	0.73	0.018
29	0.19	0.18	14.05	197.39	6.751
30	0.19	0.16	14.05	197.39	5.851
31	0.19	0.11	14.05	197.39	4.163
32	0.19	0.02	14.05	197.39	0.563
33	0.19	0.05	17.01	289.19	2.967
34	0.19	0.14	5.97	35.88	0.915
35	0.19	0.03	0.57	0.32	0.002
42	0.19	0.17	5.40	29.21	0.916
47	0.19	0.06	5.40	29.21	0.333
48	0.19	0.03	5.40	29.21	0.166
49	0.19	0.07	4.84	23.38	0.307
50	0.38	0.02	4.84	23.38	0.133
50.1	0.38	0.32	14.05	197.39	24.077
51	0.38	0.03	4.27	18.20	0.208
52	0.38	0.03	4.27	18.20	0.208
53	0.38	0.07	0.85	0.73	0.019
54	0.38	0.03	3.41	11.65	0.133
55	0.38	0.03	1.71	2.91	0.033
56	0.38	0.06	5.40	29.21	0.633
57	0.38	0.03	22.98	528.03	6.020
<b>FASE III</b>					
3	0.38	0.07	0.85	0.73	0.020

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MICHOACÁN						
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)	
4	0.38	0.05	0.85	0.73		0.015
5	0.38	0.09	1.71	2.91		0.100
28	0.19	0.02	1.71	2.91		0.008
29	0.19	0.18	1.71	2.91		0.100
30	0.19	0.16	1.71	2.91		0.086
31	0.19	0.11	2.56	6.55		0.138
32	0.19	0.02	4.27	18.20		0.052
33	0.19	0.05	7.22	52.17		0.535
34	0.19	0.14	16.78	281.64		7.224
35	0.19	0.03	0.57	0.32		0.002
36	0.19	0.03	0.57	0.32		0.002
37	0.19	0.02	0.57	0.32		0.001
38	0.19	0.05	1.14	1.29		0.011
39	0.19	0.06	1.71	2.91		0.033
40	0.19	0.05	3.41	11.65		0.106
41	0.19	0.05	4.55	20.71		0.213
42	0.19	0.17	11.09	123.06		3.858
43	0.19	0.06	3.41	11.65		0.133
44	0.19	0.03	2.56	6.55		0.037
45	0.19	0.05	1.71	2.91		0.025
46	0.19	0.05	0.85	0.73		0.006
47	0.19	0.06	7.68	58.98		0.672
48	0.19	0.03	6.54	42.80		0.244
49	0.19	0.07	5.40	29.21		0.383
50	0.38	0.02	5.40	29.21		0.166
50.1	0.38	0.32	2.28	5.18		0.632
51	0.38	0.03	4.27	18.20		0.208
52	0.38	0.03	3.41	11.65		0.133
53	0.38	0.07	1.71	2.91		0.076
54	0.38	0.03	1.71	2.91		0.033
55	0.38	0.03	0.85	0.73		0.008
56	0.38	0.06	15.64	244.75		5.301
57	0.38	0.03	24.00	576.24		6.569
<b>Total</b>						<b>119.95</b>

Cuadro 2.54

CAPÍTULO IIDEMANDA MÁXIMA, FACTOR DE CARGA, FACTOR DE PÉRDIDAS...

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (I^2 L_p) = 119.95 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = Pr.p. = (8760) \lambda \Sigma (I^2 L_p)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5875$$

$$Pr.p. = 617.33 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MIRAVALLE					
TRAMO	$p$ (ohms/km)	$L$ (km)	$i$ (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.19	0.03	0.85	0.72	0.005
2	0.19	0.08	0.57	0.32	0.005
3	0.19	0.06	1.42	2.02	0.023
4	0.19	0.03	0.85	0.72	0.004
5	0.19	0.12	2.27	5.15	0.115
6	0.19	0.03	3.12	9.73	0.055
7	0.38	0.04	0.57	0.32	0.005
8	0.19	0.15	1.42	2.02	0.057
9	0.38	0.10	0.85	0.72	0.026
10	0.19	0.11	0.57	0.32	0.006
11	0.38	0.20	5.11	26.11	1.935
12	0.38	0.03	5.68	32.26	0.368
13	0.38	0.02	5.88	32.26	0.294
14	0.38	0.11	0.85	0.72	0.031
15	0.38	0.08	6.53	42.64	1.215
16	0.38	0.05	0.57	0.32	0.006
17	0.38	0.06	3.19	10.18	0.220
18	0.38	0.05	3.19	10.18	0.174
20	0.38	0.08	0.57	0.32	0.010
21	0.38	0.10	1.45	2.19	0.082
22	0.38	0.02	0.34	0.12	0.001
23	0.38	0.03	1.14	1.30	0.015
24	0.38	0.02	0.57	0.32	0.003
25	0.38	0.04	10.29	105.88	1.569
26	0.38	0.03	10.86	117.94	1.479
27	0.38	0.11	10.86	117.94	4.840
28	0.38	0.05	0.57	0.32	0.007
29	0.38	0.08	11.43	130.64	3.872
30	0.38	0.08	11.43	130.64	3.723
31	0.38	0.04	0.57	0.32	0.005
32	0.38	0.02	0.57	0.32	0.003
33	0.38	0.10	12	144.00	5.581
34	0.38	0.01	12.57	158.00	0.540
35	0.38	0.05	13.42	180.10	3.490
36	0.38	0.15	2.27	5.15	0.300
37	0.38	0.02	1.42	2.02	0.014
38	0.38	0.05	0.85	0.72	0.015
39	0.38	0.13	0.85	0.72	0.035
40	0.38	0.05	8.82	77.79	1.419
41	0.38	0.02	7.97	63.52	0.507
42	0.38	0.06	1.71	2.92	0.070
43	0.38	0.07	4.55	20.70	0.543
44	0.38	0.10	3.98	15.84	0.578

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MIRAVALLE						
TRAMO	P (ohms/km)	L km	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)	
45	0.38	0.02	3.13	9.80	0.089	
46	0.38	0.03	2.28	5.20	0.059	
47	0.38	0.05	1.71	2.92	0.050	
48	0.38	0.14	0.85	0.72	0.037	
49	0.38	0.12	1.71	2.92	0.130	
51	0.38	0.02	0.57	0.32	0.003	
52	0.38	0.11	1.14	1.30	0.055	
54	0.38	0.13	24.51	600.74	30.133	
55	0.19	0.13	24.51	600.74	15.067	
57	0.19	0.06	1.14	1.30	0.015	
58	0.19	0.21	25.65	657.92	26.251	
59	0.19	0.06	26.5	702.25	8.006	
60	0.19	0.08	27.35	748.02	11.938	
<b>FASE II</b>						
1	0.19	0.03	1.71	2.92	0.018	
2	0.19	0.08	1.14	1.30	0.019	
3	0.19	0.06	2.85	8.12	0.093	
4	0.19	0.03	1.71	2.92	0.015	
5	0.19	0.12	4.56	20.79	0.462	
6	0.19	0.03	6.27	39.31	0.224	
7	0.38	0.04	1.14	1.30	0.019	
8	0.19	0.15	2.85	8.12	0.231	
9	0.38	0.10	1.71	2.92	0.107	
10	0.19	0.11	1.14	1.30	0.026	
11	0.38	0.20	10.26	105.27	7.800	
12	0.38	0.03	10.83	117.29	1.337	
13	0.38	0.02	12.54	157.25	1.434	
14	0.38	0.11	1.71	2.92	0.127	
15	0.38	0.08	14.25	203.06	5.787	
16	0.38	0.05	0.57	0.32	0.006	
17	0.38	0.06	6.61	43.69	0.946	
18	0.38	0.05	4.9	24.01	0.411	
20	0.38	0.08	0.57	0.32	0.010	
21	0.38	0.10	2.62	6.86	0.258	
22	0.38	0.02	0.34	0.12	0.001	
23	0.38	0.03	2.28	5.20	0.059	
24	0.38	0.02	1.14	1.30	0.010	
25	0.38	0.04	21.43	459.24	6.806	
26	0.38	0.03	22.57	509.40	6.388	
27	0.38	0.11	24.28	589.52	24.194	
28	0.38	0.05	1.14	1.30	0.027	
29	0.38	0.08	25.99	675.48	20.021	
30	0.38	0.08	26.56	705.43	20.105	
31	0.38	0.04	1.14	1.30	0.019	
32	0.38	0.02	1.14	1.30	0.010	

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MIRAVALLE					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
33	0.38	0.10	27.7	767.29	29.740
34	0.38	0.01	27.7	767.29	2.624
35	0.38	0.05	27.7	767.29	14.870
54	0.38	0.13	27.7	767.29	38.487
55	0.19	0.13	27.7	767.29	19.244
58	0.19	0.21	27.7	767.29	30.615
59	0.19	0.06	27.7	767.29	8.747
60	0.19	0.08	27.7	767.29	12.246
<b>FASE III</b>					
31	0.38	0.04	1.14	1.30	0.019
33	0.38	0.10	1.14	1.30	0.050
34	0.38	0.01	2.28	5.20	0.018
35	0.38	0.05	3.99	15.92	0.309
36	0.38	0.15	4.56	20.79	1.209
37	0.38	0.02	2.85	8.12	0.056
38	0.38	0.05	1.71	2.92	0.060
39	0.38	0.13	1.71	2.92	0.143
40	0.38	0.05	16.53	273.24	4.984
41	0.38	0.02	14.82	219.63	1.753
42	0.38	0.06	1.71	2.92	0.070
43	0.38	0.07	7.41	54.91	1.440
44	0.38	0.10	6.27	39.31	1.434
45	0.38	0.02	4.56	20.79	0.093
46	0.38	0.03	2.85	8.12	0.050
47	0.38	0.05	1.71	2.92	0.050
48	0.38	0.14	1.71	2.92	0.150
49	0.38	0.12	5.7	32.49	1.445
50	0.38	0.21	1.71	2.92	0.233
51	0.38	0.02	1.14	1.30	0.012
52	0.38	0.11	2.85	8.12	0.343
53	0.38	0.04	1.71	2.92	0.047
54	0.38	0.13	25.08	629.01	31.551
55	0.19	0.13	25.08	629.01	15.775
56	0.19	0.08	0.57	0.32	0.005
58	0.19	0.21	26.22	687.49	27.431
59	0.19	0.06	26.22	687.49	7.837
60	0.19	0.08	27.07	732.78	11.695
Total					487.02

Cuadro 2.55

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 487.02 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \Sigma (I^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5527$$

$$\text{Pr.p.} = 2358.00 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS					
TRAMO	p (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.38	0.15	0.75	0.57	0.033
2	0.38	0.02	1.51	2.27	0.018
3	0.38	0.06	0.75	0.57	0.014
4	0.38	0.11	1.51	2.27	0.091
5	0.38	0.05	3.02	9.10	0.176
6	0.38	0.05	3.77	14.21	0.243
7	0.38	0.05	4.52	20.47	0.350
8	0.38	0.03	5.28	27.86	0.318
9	0.38	0.10	0.75	0.57	0.021
10	0.38	0.05	1.51	2.27	0.039
11	0.38	0.02	2.26	5.12	0.041
12	0.38	0.14	6.54	42.72	2.338
13	0.38	0.08	0.75	0.57	0.018
14	0.38	0.10	1.51	2.27	0.086
15	0.38	0.03	2.26	5.12	0.064
16	0.38	0.02	3.02	9.10	0.083
17	0.38	0.03	1.51	2.28	0.029
18	0.38	0.06	0.50	0.25	0.006
19	0.38	0.05	0.75	0.57	0.011
20	0.38	0.07	0.75	0.57	0.016
21	0.38	0.04	14.08	198.13	3.313
22	0.38	0.11	0.75	0.57	0.024
23	0.38	0.03	1.51	2.27	0.023
24	0.38	0.06	15.58	242.86	5.260
25	0.38	0.02	0.50	0.25	0.001
26	0.38	0.04	16.09	258.79	3.934
27	0.38	0.02	0.50	0.25	0.002
28	0.38	0.05	0.75	0.57	0.011
29	0.38	0.01	1.51	2.27	0.010
30	0.38	0.08	18.10	327.54	10.455
31	0.38	0.06	0.75	0.57	0.014
32	0.38	0.14	1.51	2.27	0.121
33	0.38	0.02	19.61	384.40	2.191
34	0.38	0.06	20.11	404.37	9.220
35	0.38	0.12	0.75	0.57	0.026
36	0.38	0.01	20.86	435.26	0.992
37	0.38	0.05	21.37	456.51	8.674
38	0.38	0.05	21.87	478.25	9.087
39	0.38	0.08	1.51	2.28	0.065
40	0.38	0.05	23.38	546.53	11.215
41	0.38	0.05	23.88	570.30	9.752
42	0.98	0.22	0.50	0.25	0.054
43	0.38	0.07	24.38	594.58	15.590



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS					
TRAMO	P (ohms/km)	L km	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
44	0.38	0.07	24.89	619.36	16.240
45	0.98	0.18	0.75	0.57	0.099
46	0.38	0.02	0.75	0.57	0.004
47	0.38	0.02	2.26	5.12	0.035
48	0.38	0.02	0.50	0.25	0.002
49	0.38	0.10	2.77	7.65	0.279
50	0.38	0.03	0.75	0.57	0.006
51	0.38	0.03	4.78	22.82	0.260
52	0.38	0.05	1.30	1.69	0.035
53	0.98	0.29	6.08	36.93	10.532
54	0.19	0.02	30.95	958.77	3.279
55	0.19	0.03	31.47	990.17	5.644
56	0.19	0.02	31.97	1022.08	4.078
57	0.19	0.29	32.84	1078.53	58.402
58	0.98	0.07	0.75	0.57	0.037
59	0.19	0.16	33.60	1128.62	33.452
60	0.98	0.01	0.50	0.25	0.002
61	0.19	0.11	34.10	1162.67	23.195
62	0.19	0.14	34.60	1197.23	31.391
63	0.98	0.06	0.75	0.57	0.032
64	0.19	0.04	35.36	1249.98	9.975
65	0.19	0.02	36.23	1312.32	5.984
66	0.19	0.02	37.10	1376.19	4.445
67	0.19	0.01	37.97	1441.57	3.835
68	0.19	0.01	39.27	1541.98	4.102
69	0.19	0.02	40.57	1645.76	4.690
70	0.19	0.08	41.44	1717.19	27.080
71	0.19	0.24	41.94	1759.13	79.882
72	0.38	0.08	2.01	4.05	0.125
73	0.38	0.10	2.77	7.65	0.288
74	0.38	0.12	4.27	18.27	0.854
<b>FASE II</b>					
1	0.38	0.08	0.75	0.57	0.016
2	0.38	0.04	1.51	2.27	0.031
3	0.38	0.02	2.26	5.12	0.043
4	0.38	0.11	0.75	0.57	0.023
5	0.38	0.02	0.75	0.57	0.003
6	0.38	0.07	3.77	14.21	0.362
7	0.38	0.09	0.75	0.57	0.019
8	0.38	0.08	1.51	2.27	0.065
9	0.38	0.05	0.75	0.57	0.011
10	0.38	0.05	6.03	36.39	0.747
11	0.38	0.04	7.54	56.87	0.778
12	0.38	0.05	0.75	0.57	0.012

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS						
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)	
13	0.38	0.02	1.51	2.27		0.021
14	0.38	0.11	4.78	22.82		0.989
15	0.38	0.05	0.75	0.57		0.011
16	0.38	0.04	0.75	0.57		0.008
17	0.38	0.03	0.75	0.57		0.007
18	0.38	0.06	0.50	0.25		0.006
19	0.38	0.03	2.01	4.04		0.052
20	0.38	0.06	2.51	6.32		0.137
21	0.38	0.10	3.27	10.68		0.402
22	0.38	0.07	1.51	2.28		0.062
23	0.38	0.04	13.83	191.16		3.196
24	0.38	0.05	0.75	0.57		0.011
25	0.38	0.06	14.58	212.58		4.604
26	0.38	0.10	0.75	0.57		0.021
27	0.38	0.04	15.33	235.13		3.574
28	0.38	0.06	0.75	0.57		0.013
29	0.38	0.11	1.51	2.27		0.094
30	0.38	0.02	2.26	5.12		0.047
31	0.38	0.08	17.60	309.62		9.883
32	0.38	0.12	0.75	0.57		0.025
33	0.38	0.02	1.51	2.27		0.021
34	0.38	0.01	19.10	364.96		1.803
35	0.38	0.06	19.61	384.43		8.765
36	0.38	0.07	0.75	0.57		0.014
37	0.38	0.11	1.51	2.27		0.095
38	0.38	0.06	21.12	445.84		9.657
39	0.38	0.05	21.62	467.34		9.590
40	0.38	0.05	1.51	2.28		0.043
41	0.38	0.03	2.01	4.05		0.042
42	0.38	0.10	23.63	558.38		21.643
43	0.38	0.07	0.75	0.57		0.038
44	0.38	0.13	23.63	558.38		26.735
45	0.38	0.13	0.50	0.25		0.012
46	0.38	0.05	1.01	1.01		0.020
47	0.38	0.06	0.75	0.57		0.013
48	0.38	0.05	0.75	0.57		0.010
49	0.38	0.15	2.51	6.32		0.360
50	0.38	0.20	3.02	9.10		0.692
51	0.38	0.05	1.30	1.69		0.035
52	0.38	0.04	0.75	0.57		0.009
53	0.38	0.21	5.07	25.72		2.052
54	0.98	0.08	5.57	31.07		2.375
55	0.19	0.08	29.20	852.87		12.153
56	0.19	0.17	30.08	504.51		29.387

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)
57	0.19	0.05	0.75	0.57	0.005
58	0.98	0.11	30.83	950.43	106.182
59	0.19	0.02	0.50	0.25	0.001
60	0.98	0.06	1.26	1.58	0.098
61	0.19	0.07	0.75	0.57	0.007
62	0.19	0.14	32.84	1078.47	29.507
63	0.19	0.01	0.50	0.25	0.000
64	0.19	0.14	33.34	1111.76	29.573
65	0.98	0.14	0.75	0.57	0.078
66	0.19	0.03	34.10	1162.61	6.627
67	0.19	0.11	34.60	1197.16	25.476
68	0.19	0.02	35.47	1258.19	5.737
69	0.19	0.02	36.34	1320.74	4.266
70	0.19	0.01	37.21	1384.81	3.684
71	0.19	0.01	38.51	1483.25	3.945
72	0.19	0.02	39.81	1585.07	4.517
73	0.19	0.02	40.68	1655.19	6.604
74	0.19	0.06	0.75	0.57	0.007
75	0.19	0.33	41.44	1717.11	107.336
<b>FASE III</b>					
1	0.38	0.05	0.50	0.25	0.005
2	0.38	0.07	1.01	1.01	0.028
3	0.38	0.08	0.75	0.57	0.017
4	0.38	0.04	1.51	2.27	0.034
5	0.38	0.03	0.75	0.57	0.006
6	0.38	0.09	3.27	10.68	0.365
7	0.38	0.07	3.77	14.22	0.357
8	0.38	0.05	0.50	0.25	0.005
9	0.98	0.07	0.75	0.57	0.037
10	0.19	0.05	5.03	25.28	0.216
11	0.19	0.03	5.53	30.59	0.157
12	0.19	0.07	6.03	36.41	0.477
13	0.38	0.18	0.50	0.25	0.017
14	0.38	0.06	0.75	0.57	0.013
15	0.38	0.05	1.51	2.28	0.039
16	0.38	0.02	2.77	7.65	0.070
17	0.38	0.02	3.52	12.39	0.113
18	0.38	0.00	0.75	0.57	0.001
19	0.38	0.05	4.27	18.27	0.354
20	0.38	0.06	0.50	0.25	0.006
21	0.38	0.09	0.50	0.25	0.009
22	0.38	0.00	1.01	1.01	0.001
23	0.38	0.07	1.51	2.28	0.062
24	0.38	0.04	2.01	4.05	0.054
25	0.38	0.03	0.75	0.57	0.006

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS					
TRAMO	P (ohms/km)	L km	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)
26	0.38	0.05	0.75	0.57	0.010
27	0.38	0.05	1.51	2.27	0.039
28	0.38	0.05	7.79	60.75	1.177
29	0.38	0.00	8.30	68.84	0.078
30	0.38	0.08	0.75	0.57	0.016
31	0.38	0.05	9.05	81.92	1.588
32	0.38	0.01	0.75	0.57	0.001
33	0.38	0.03	0.50	0.25	0.003
34	0.38	0.01	1.26	1.58	0.007
35	0.38	0.02	2.77	7.65	0.061
36	0.38	0.02	0.50	0.25	0.002
37	0.38	0.13	3.27	10.69	0.536
38	0.38	0.03	0.75	0.57	0.006
39	0.38	0.12	13.07	170.93	7.989
40	0.38	0.03	13.58	184.33	2.101
41	0.38	0.05	1.30	1.69	0.036
42	0.38	0.06	0.75	0.57	0.012
43	0.98	0.05	15.63	244.33	12.212
44	0.38	0.16	16.13	260.31	16.024
45	0.38	0.07	16.64	276.79	7.152
46	0.38	0.01	17.14	293.78	0.893
47	0.19	0.03	23.17	537.03	3.061
48	0.19	0.04	23.68	560.60	3.835
49	0.19	0.02	24.43	596.87	2.362
50	0.19	0.16	25.30	640.19	18.975
51	0.98	0.05	0.75	0.57	0.025
52	0.19	0.07	26.06	678.92	9.288
53	0.19	0.05	26.56	705.38	6.031
54	0.38	0.02	0.50	0.25	0.002
55	0.38	0.06	1.26	1.58	0.038
56	0.19	0.01	27.82	773.73	1.176
57	0.19	0.08	28.57	816.24	13.027
58	0.98	0.02	0.50	0.25	0.005
59	0.19	0.03	29.07	845.24	4.818
60	0.19	0.15	29.83	889.65	25.355
61	0.38	0.05	0.75	0.57	0.010
62	0.38	0.08	1.26	1.58	0.045
63	0.38	0.02	1.70	3.10	0.024
64	0.98	0.07	0.75	0.57	0.040
65	0.19	0.11	32.34	1045.94	22.059
66	0.98	0.02	0.75	0.57	0.010
67	0.98	0.06	0.75	0.57	0.032
68	0.19	0.04	33.85	1145.75	9.143
69	0.19	0.02	34.72	1205.48	5.497
70	0.19	0.02	35.59	1266.72	4.092

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS					
TRAMO	P (ohms/km)	L km	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
71	0.19	0.01	36.46	1329.48	3.536
72	0.19	0.01	37.76	1425.97	3.793
73	0.19	0.02	39.06	1525.84	4.349
74	0.19	0.02	39.93	1594.64	6.363
75	0.98	0.06	0.75	0.57	0.035
76	0.19	0.06	40.69	1655.43	18.872
77	0.19	0.07	41.19	1696.62	22.243
78	0.19	0.21	41.69	1738.31	69.358
<b>Total</b>					<b>1216.69</b>

Cuadro 2.56

$$\text{Suma de Pérdidas} = \sum (I^2 L p) = 1216.69 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = Pr.p. = (8760) \lambda \sum (I^2 L p)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5196$$

$$Pr.p. = 5537.99 \quad (\text{kWh})$$

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>					
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PASEO</b>					
TRAMO	p (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.98	0.135	1.9	3.61	0.478
2	0.98	0.036	3.16	9.99	0.352
3	0.98	0.147	3.16	9.99	1.439
4	0.38	0.012	0.78	0.58	0.003
5	0.98	0.081	5.68	32.26	2.561
6	0.98	0.039	1.26	1.59	0.061
7	0.98	0.033	3.79	14.36	0.465
8	0.98	0.027	3.16	9.99	0.264
9	0.98	0.06	1.9	3.61	0.212
10	0.98	0.105	1.26	1.59	0.163
11	0.98	0.045	0.63	0.40	0.018
12	0.38	0.06	9.6	92.16	2.101
13	0.38	0.066	10.69	114.28	2.866
14	0.38	0.03	11.78	138.77	1.582
16	0.38	0.075	11.78	138.77	3.955
17	0.38	0.135	11.78	138.77	7.119
<b>FASE II</b>					
4	0.38	0.012	0.76	0.58	0.003
5	0.98	0.081	2.52	6.35	0.504
6	0.98	0.039	0.63	0.40	0.015
7	0.98	0.033	1.26	1.59	0.051
10	0.98	0.027	0.63	0.40	0.011
11	0.98	0.078	0.63	0.40	0.030
12	0.38	0.045	0.63	0.40	0.018
13	0.38	0.06	3.28	10.76	0.245
14	0.38	0.066	4.37	19.10	0.479
15	0.38	0.03	5.46	29.81	0.340
16	0.38	0.078	1.26	1.59	0.047
17	0.38	0.075	9.31	86.68	2.470
18	0.38	0.135	10.57	111.72	5.731
19	0.38	0.024	3.85	14.82	0.135
20	0.19	0.048	2.9	8.41	0.441
21	0.38	0.066	0.38	0.14	0.001
22	0.38	0.09	2.52	6.35	0.159
23	0.38	0.09	0.63	0.40	0.014
24	0.38	0.048	1.89	3.57	0.122
25	0.38	0.096	0.63	0.40	0.007
26	0.38	0.096	1.26	1.59	0.058
<b>FASE III</b>					
2	0.98	0.036	1.26	1.59	0.056
3	0.98	0.147	2.52	6.35	0.915
12	0.38	0.06	2.52	6.35	0.145

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PASEO					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
13	0.38	0.066	3.61	13.03	0.327
14	0.38	0.03	4.7	22.09	0.252
15	0.38	0.078	0.63	0.40	0.012
16	0.38	0.075	10.77	115.99	3.306
17	0.38	0.135	11.4	129.96	6.667
18	0.38	0.024	6.07	36.84	0.336
19	0.38	0.138	4.17	17.39	0.912
20	0.19	0.048	0.38	0.14	0.001
21	0.38	0.066	3.79	14.36	0.360
22	0.38	0.090	1.26	1.59	0.054
23	0.38	0.090	2.53	6.40	0.219
24	0.38	0.048	1.26	1.59	0.029
25	0.38	0.096	1.26	1.59	0.058
26	0.38	0.042	0.63	0.40	0.006
<b>Total</b>					<b>48.18</b>

Cuadro 2.57

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 48.18 \text{ (W)}$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = Pr.p. = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.7204$$

$$Pr.p. = 304.05 \text{ (kWh)}$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR ROMA					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.19	0.27	0.72	0.52	0.027
2	0.19	0.06	1.8	3.24	0.037
3	0.98	0.06	0.36	0.13	0.007
4	0.19	0.36	2.16	4.67	0.322
5	0.38	0.08	0.36	0.13	0.004
6	0.38	0.26	2.52	6.35	0.637
<b>FASE II</b>					
1	0.98	0.25	0.72	0.52	0.128
2	0.19	0.15	1.08	1.17	0.033
3	0.38	0.05	0.36	0.13	0.002
4	0.38	0.02	0.36	0.13	0.001
5	0.38	0.09	0.72	0.52	0.018
6	0.38	0.06	1.26	1.59	0.034
7	0.19	0.26	2.34	5.48	0.275
<b>FASE III</b>					
1	0.38	0.14	0.36	0.13	0.007
2	0.38	0.05	1.44	2.07	0.041
3	0.38	0.02	0.36	0.13	0.001
4	0.19	0.32	2.16	4.67	0.285
<b>Total</b>					<b>1.86</b>

Cuadro 2.58

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 1.86 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.4645$$

$$\text{Pr.p.} = 7.56 \quad (\text{kWh})$$



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR SINALOA					
TRAMO	P (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	1.49	0.09	0.75	0.56	0.078
2	1.49	0.10	3	9.00	1.328
3	1.49	0.12	3.75	14.06	2.577
4	0.38	0.06	2.25	5.06	0.115
5	1.49	0.05	3	9.00	0.724
6	1.49	0.02	1.5	2.25	0.050
7	0.38	0.02	9	81.00	0.739
8	0.38	0.02	10.5	110.25	1.005
9	1.49	0.02	1.5	2.25	0.080
10	1.49	0.04	3	9.00	0.523
11	0.38	0.17	13.5	182.25	12.050
12	0.19	0.05	15	225.00	1.924
14	0.38	0.04	1.5	2.25	0.031
15	0.38	0.05	0.75	0.56	0.012
16	0.19	0.10	16.5	272.25	5.121
17	0.19	0.11	16.5	272.25	5.897
19	0.19	0.04	16.5	272.25	1.862
21	0.19	0.06	16.5	272.25	3.104
<b>FASE II</b>					
1	1.49	0.09	0.75	0.56	0.078
2	1.49	0.10	1.87	3.50	0.516
3	1.49	0.12	2.62	6.86	1.258
5	1.49	0.05	0.75	0.56	0.045
7	0.38	0.02	3.37	11.36	0.104
8	0.38	0.02	4.12	16.97	0.155
9	1.49	0.02	1.5	2.25	0.080
10	1.49	0.04	2.25	5.06	0.294
11	0.38	0.17	6.37	40.58	2.683
12	0.19	0.05	6.37	40.58	0.347
13	0.38	0.03	0.75	0.56	0.006
16	0.19	0.10	7.12	50.69	0.954
17	0.19	0.11	7.87	61.94	1.342
18	0.98	0.05	0.75	0.56	0.028
19	0.19	0.04	8.62	74.30	0.508
20	0.98	0.02	0.75	0.56	0.008
21	0.19	0.06	9.37	87.80	1.001
22	0.38	0.05	6.75	45.56	0.779
23	1.49	0.16	0.75	0.56	0.131
24	0.38	0.14	6	36.00	1.970
25	0.98	0.04	1.5	2.25	0.079
26	0.98	0.05	0.75	0.56	0.026
27	0.98	0.04	0.75	0.56	0.021
29	0.38	0.03	4.5	20.25	0.208
30	0.38	0.06	3	9.00	0.215

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR SINALOA</b>					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	i (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)
31	0.38	0.04	1.5	2.25	0.036
32	1.49	0.22	0.75	0.56	0.186
33	0.38	0.03	0.75	0.56	0.007
34	0.98	0.06	0.75	0.56	0.035
35	0.98	0.08	0.75	0.56	0.045
<b>FASE III</b>					
12	0.19	0.05	0.75	0.56	0.005
13	0.38	0.03	1.5	2.25	0.026
16	0.19	0.10	2.25	5.06	0.095
17	0.19	0.11	3	9.00	0.195
18	0.98	0.05	0.75	0.56	0.028
19	0.19	0.04	3.75	14.06	0.096
20	0.98	0.02	0.75	0.56	0.008
21	0.19	0.06	4.5	20.25	0.231
22	0.38	0.05	12	144.00	2.462
23	1.49	0.16	0.75	0.56	0.131
24	0.38	0.14	11.25	126.56	6.926
25	0.98	0.04	3	9.00	0.318
26	0.98	0.05	2.25	5.06	0.238
27	0.98	0.04	0.75	0.56	0.021
28	0.98	0.07	0.75	0.56	0.036
29	0.38	0.03	8.25	68.06	0.698
30	0.38	0.06	6.75	45.56	1.091
31	0.38	0.04	5.25	27.56	0.440
32	1.49	0.22	0.75	0.56	0.186
33	0.38	0.03	4.5	20.25	0.254
34	0.98	0.06	3	9.00	0.556
35	0.98	0.08	1.5	2.25	0.179
36	0.38	0.10	1.5	2.25	0.087
Total					64.67

Cuadro 2.59

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 64.67 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5328$$

$$\text{Pr.p.} = 301.85 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR SONORA					
TRAMO	p (ohms/km)	L (km)	i (Amp)	i <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.38	0.05	0.79	0.62	0.010
2	0.38	0.27	1.84	3.40	0.342
3	0.19	0.05	0.79	0.62	0.005
4	0.19	0.02	1.58	2.50	0.009
5	0.38	0.09	4.22	17.77	0.614
6	0.19	0.03	0.79	0.62	0.002
7	0.19	0.05	5.01	25.06	0.257
8	0.19	0.02	1.58	2.50	0.009
9	0.19	0.12	6.59	43.38	0.989
10	0.19	0.09	8.17	66.71	1.140
11	0.38	0.15	1.05	1.11	0.063
12	0.38	0.01	1.05	1.11	0.004
13	0.38	0.05	1.58	2.50	0.051
14	0.38	0.06	10.80	116.69	2.669
15	0.38	0.07	11.86	140.57	3.845
16	0.38	0.02	1.05	1.11	0.008
17	0.38	0.04	12.38	153.34	2.330
18	0.38	0.07	13.17	173.54	4.550
19	0.38	0.16	0.53	0.28	0.016
20	0.19	0.08	13.70	187.70	2.924
21	0.19	0.12	14.75	217.69	4.839
22	0.19	0.24	16.34	266.83	12.268
23	0.19	0.15	17.39	302.37	8.387
24	0.19	0.02	18.44	340.14	1.227
25	0.19	0.02	20.27	410.80	1.404
<b>FASE II</b>					
1	0.38	0.05	1.58	2.50	0.042
2	0.38	0.36	2.11	4.44	0.600
3	0.19	0.03	1.58	2.50	0.011
4	0.19	0.05	3.69	13.61	0.139
5	0.19	0.02	0.79	0.62	0.002
6	0.19	0.12	4.48	20.06	0.457
7	0.19	0.09	5.27	27.77	0.474
8	0.38	0.20	0.53	0.28	0.021
9	0.38	0.17	5.80	33.60	2.195
10	0.38	0.07	7.38	54.42	1.447
11	0.38	0.07	1.05	1.11	0.031
12	0.38	0.09	2.63	6.94	0.226
13	0.19	0.08	10.01	100.23	1.561
14	0.19	0.39	10.54	111.06	8.208
15	0.38	0.06	1.05	1.11	0.025
16	0.38	0.05	3.19	10.00	0.174
17	0.19	0.03	1.05	1.11	0.006

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN						
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR SONORA						
TRAMO	$p$ (ohms/km)	$L$ km	$I$ (Amp)	$i^2$	PÉRDIDAS (W)	
18	0.19	0.09	1.05	1.11	0.019	
19	0.19	0.08	5.27	27.77	0.437	
20	0.19	0.10	0.53	0.28	0.005	
21	0.19	0.04	1.32	1.74	0.012	
22	0.19	0.19	2.37	5.62	0.201	
23	0.19	0.04	18.18	330.49	2.197	
24	0.19	0.02	20.00	400.19	1.368	
<b>FASE III</b>						
1	0.38	0.05	1.05	1.11	0.021	
2	0.38	0.11	0.53	0.28	0.011	
3	0.38	0.06	1.58	2.50	0.055	
4	0.38	0.02	1.58	2.50	0.019	
5	0.38	0.12	3.16	10.00	0.444	
6	0.19	0.09	1.05	1.11	0.019	
7	0.19	0.04	0.79	0.62	0.004	
8	0.19	0.09	2.73	7.46	0.127	
9	0.19	0.01	6.59	43.38	0.082	
10	0.19	0.04	8.17	66.71	0.494	
11	0.19	0.02	8.69	75.59	0.344	
12	0.19	0.11	0.79	0.62	0.013	
13	0.19	0.05	11.07	122.45	1.163	
14	0.19	0.01	1.58	2.50	0.004	
15	0.19	0.03	12.65	159.93	0.759	
16	0.19	0.05	1.58	2.50	0.021	
17	0.19	0.09	14.23	202.42	3.384	
18	0.19	0.13	0.53	0.28	0.006	
19	0.38	0.06	0.53	0.28	0.006	
20	0.38	0.05	2.11	4.44	0.077	
21	0.19	0.03	0.53	0.28	0.001	
22	0.19	0.09	0.53	0.28	0.004	
23	0.19	0.08	3.16	10.00	0.155	
24	0.19	0.02	17.92	320.97	0.914	
25	0.19	0.02	18.44	340.13	1.227	
26	0.19	0.02	20.27	410.79	1.404	
<b>Total</b>					<b>78.57</b>	

Cuadro 2.60

$$\text{Suma de Pérdidas} = \Sigma (i^2 L \rho) = 77.17 \quad (\text{W})$$

$$\text{Pérdidas en Red Primaria} = \text{Pr.p.} = (8760) \lambda \Sigma (i^2 L \rho)$$

$$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5468$$

$$\text{Pr.p.} = 369.62 \quad (\text{kWh})$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR YAUTEPEC					
TRAMO	p (ohms/km)	L (km)	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
<b>FASE I</b>					
1	0.38	0.03	0.812	0.66	0.006
2	0.38	0.10	0.812	0.66	0.024
3	0.38	0.10	1.624	2.64	0.102
4	0.38	0.05	2.842	8.08	0.147
5	0.38	0.01	0.812	0.66	0.003
6	0.19	0.07	3.654	13.35	0.175
7	0.19	0.03	4.466	19.95	0.125
8	0.98	0.05	0.812	0.66	0.035
9	0.38	0.03	0.812	0.66	0.007
10	0.38	0.15	1.624	2.64	0.147
11	0.38	0.08	2.842	8.08	0.249
12	0.38	0.06	0.812	0.66	0.014
13	0.19	0.08	3.654	13.35	0.213
14	0.19	0.01	8.932	79.78	0.076
15	0.19	0.08	10.15	103.02	1.527
16	0.19	0.07	10.962	120.17	1.575
17	0.19	0.08	12.18	148.35	2.199
18	0.38	0.07	1.218	1.48	0.039
19	0.19	0.17	13.398	179.51	5.628
20	0.38	0.03	0.812	0.66	0.007
21	0.38	0.05	0.812	0.66	0.014
22	0.19	0.02	15.022	225.66	0.772
23	0.19	0.43	16.24	263.74	21.347
24	0.19	0.04	17.052	290.77	2.155
25	0.19	0.03	0.812	0.66	0.004
26	0.19	0.12	17.864	319.12	7.458
27	0.19	0.10	18.676	348.79	6.627
28	0.38	0.02	0.812	0.66	0.006
29	0.38	0.01	1.624	2.64	0.009
30	0.98	0.04	0.812	0.66	0.023
31	0.38	0.06	2.436	5.93	0.135
32	0.98	0.04	0.812	0.66	0.025
33	0.38	0.04	3.248	10.55	0.156
34	0.38	0.11	4.06	16.48	0.714
35	0.38	0.05	4.872	23.74	0.406
36	0.19	0.05	23.548	554.51	4.741
37	0.98	0.07	0.812	0.66	0.045
38	0.19	0.08	24.36	593.41	8.784
39	0.19	0.05	26.47	700.66	6.390
40	0.98	0.05	0.812	0.66	0.033
41	0.19	0.07	27.282	744.31	9.758
42	0.38	0.08	0.812	0.66	0.020
43	0.38	0.05	1.624	2.64	0.054

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR YAUTEPEC					
TRAMO	$\rho$ (ohms/km)	L km	I (Amp)	$I^2$	PÉRDIDAS (W)
44	0.19	0.09	28.906	835.56	13.812
45	0.19	0.09	29.718	883.16	15.605
46	0.19	0.07	30.53	932.08	11.688
47	0.98	0.02	0.812	0.66	0.010
48	0.19	0.12	31.343	982.38	22.958
<b>FASE II</b>					
1	0.38	0.06	0.812	0.66	0.014
2	0.38	0.02	1.624	2.64	0.015
3	0.38	0.02	0.812	0.66	0.005
4	0.38	0.06	2.436	5.93	0.142
5	0.38	0.02	1.218	1.48	0.014
6	0.38	0.06	3.654	13.35	0.320
7	0.38	0.06	0.812	0.66	0.016
8	0.38	0.03	1.624	2.64	0.033
9	0.38	0.05	0.812	0.66	0.014
10	0.38	0.03	2.436	5.93	0.068
11	0.38	0.14	3.248	10.55	0.577
12	0.38	0.06	4.06	16.48	0.376
13	0.38	0.06	4.872	23.74	0.514
14	0.19	0.10	9.338	87.20	1.640
15	0.98	0.05	0.812	0.66	0.029
16	0.19	0.02	10.15	103.02	0.294
17	0.38	0.14	0.812	0.66	0.036
18	0.38	0.05	1.624	2.64	0.054
19	0.19	0.05	11.774	138.63	1.422
20	0.38	0.02	1.218	1.48	0.008
21	0.19	0.02	12.992	168.79	0.545
22	0.19	0.02	13.804	190.55	0.760
23	0.38	0.03	0.812	0.66	0.008
24	0.38	0.03	1.624	2.64	0.033
25	0.38	0.08	2.436	5.93	0.189
26	0.38	0.15	3.248	10.55	0.613
27	0.19	0.05	17.052	290.77	2.486
28	0.38	0.09	0.812	0.66	0.023
29	0.38	0.01	1.624	2.64	0.009
30	0.19	0.06	18.676	348.79	3.777
31	0.38	0.07	0.812	0.66	0.017
32	0.38	0.05	1.624	2.64	0.050
33	0.38	0.01	2.436	5.93	0.020
34	0.98	0.09	0.812	0.66	0.058
35	0.19	0.10	21.924	480.66	9.133
36	0.38	0.03	0.812	0.66	0.008
37	0.38	0.04	0.812	0.66	0.009
38	0.38	0.10	1.624	2.64	0.099
39	0.38	0.04	2.436	5.93	0.095

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR YAUTEPEC					
TRAMO	p (ohms/km)	L km	I (Amp)	I <sup>2</sup>	PÉRDIDAS (W)
40	0.38	0.08	1.218	1.48	0.044
41	0.38	0.11	3.654	13.35	0.548
42	0.19	0.12	26.796	718.03	16.780
43	0.19	0.11	28.906	835.56	16.669
44	0.98	0.06	1.218	1.48	0.087
45	0.19	0.37	31.343	982.38	69.622
<b>FASE III</b>					
1	0.38	0.03	0.812	0.66	0.007
2	0.38	0.15	1.624	2.64	0.147
3	0.38	0.08	2.842	8.08	0.249
4	0.38	0.06	0.812	0.66	0.014
5	0.19	0.02	3.654	13.35	0.046
6	0.19	0.07	4.466	19.95	0.250
7	0.38	0.09	0.812	0.66	0.023
8	0.38	0.05	1.624	2.64	0.054
9	0.38	0.10	0.812	0.66	0.024
10	0.38	0.03	0.812	0.66	0.008
11	0.38	0.10	1.624	2.64	0.102
12	0.38	0.05	2.842	8.08	0.147
13	0.38	0.01	0.812	0.66	0.003
14	0.19	0.07	3.654	13.35	0.175
15	0.19	0.03	4.466	19.95	0.125
16	0.19	0.15	10.556	111.43	3.176
17	0.19	0.24	11.774	138.63	6.400
18	0.38	0.05	0.812	0.66	0.014
19	0.38	0.03	0.812	0.66	0.007
20	0.19	0.02	13.398	179.51	0.614
21	0.19	0.29	14.616	213.63	11.568
22	0.38	0.02	1.218	1.48	0.014
23	0.38	0.05	0.812	0.66	0.014
24	0.38	0.03	0.812	0.66	0.008
25	0.38	0.25	1.624	2.64	0.250
26	0.19	0.10	3.624	13.13	0.247
27	0.98	0.05	0.812	0.66	0.029
28	0.19	0.09	5.278	27.86	0.476
29	0.19	0.02	6.09	37.09	0.148
30	0.38	0.08	0.812	0.66	0.021
31	0.38	0.13	1.624	2.64	0.126
32	0.38	0.03	2.436	5.93	0.068
33	0.19	0.25	23.142	535.55	25.133
34	0.98	0.01	0.812	0.66	0.004
35	0.19	0.05	23.954	573.79	5.778
36	0.19	0.05	26.064	679.33	6.196
37	0.38	0.12	0.812	0.66	0.030
38	0.38	0.05	1.624	2.64	0.050



<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN ALTA TENSIÓN</b>						
<b>NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR YAUTEPEC</b>						
39	0.19	0.07	27,688	766.63	10.050	
40	0.98	0.08	1,218	1.48	0.109	
41	0.38	0.05	0,812	0.66	0.014	
42	0.19	0.09	29,718	883.16	14.599	
43	0.19	0.16	30,53	932.08	28.867	
44	0.98	0.02	0,812	0.66	0.010	
45	0.19	0.12	31,342	982.32	22.957	
<b>Total</b>						<b>411.68</b>

Cuadro 2.61

Suma de Pérdidas =  $\Sigma (I^2 L \rho) = 411.68 \text{ (W)}$

Pérdidas en Red Primaria = Pr.p. =  $(8760) \lambda \Sigma (I^2 L \rho)$

$\lambda = \text{Factor de Pérdidas} = 0.5774$

Pr.p. = 2082.31 (kWh)

Asimismo, basandose en las pérdidas en el fierro y en el cobre unitarias de la tabla 2.2, se presenta el cuadro de pérdidas de energía en los transformadores de sustitución:

<b>PÉRDIDAS EN LOS TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS DE LA SUBESTACIÓN CONDESA</b>	
<b>Alimentador</b>	<b>Ptr. (kWh)</b>
Amsterdam	358178,88
Chapultepec	517479,48
Cuautla	482421,96
Gutemberg	504129,24
Internacional	325118,64
Mazatlán	175760,64
Michoacán	368822,28
Miravalle	431596,44
Parras	764949,48
Paseo	148981,32
Roma	60391,44
Sinaloa	207314,16
Sonora	317129,52
Yutepec	380595,72
<b>Total</b>	<b>5042869,20</b>

Cuadro 2.62

Así también se presenta un cuadro resumen (Cuadro 2.63) donde se aprecian los valores estimados de energía entregada y energía perdida en todos los alimentadores, tal y como se hizo para el sistema en 6kV, pero ahora en el de 23kV.

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR AMSTERDAM				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1 y 2	37.5 y 37.5	1	91.45	5.74
4 y 5	37.5 y 37.5	3	472.47	17.21
6	37.5	2	129.55	11.47
7 y 8	25 y 25	4	2530.00	22.95
10 y 11	50 y 50	4	2392.83	22.95
12 y 13	25 y 25	2	535.69	11.47
14	25	1	112.89	5.74
16 y 17	25 y 25	1	102.45	5.74
18	50	1	76.20	5.74
19 y 20	50 y 50	3	1028.76	17.21
24 y 25	37.5 y 37.5	1	38.10	5.74
26 y 27	37.5 y 37.5	1	38.10	5.74
34 y 33	37.5 y 37.5	2	106.69	11.47
35 y 36	50 y 25	2	266.72	11.47
37	37.5	1	68.58	5.74
38 y 39	37.5 y 37.5	5	2099.02	28.68
41 y 42	37.5 y 37.5	5	3068.91	28.68
45 y 46	37.5 y 37.5	2	614.72	11.47
47	37.5	1	14.23	5.74
49 y 50	37.5 y 37.5	1	193.52	5.74
51 y 52	75 y 37.5	2	471.81	11.47
55	37.5	1	114.30	5.74
56	37.5	2	85.73	11.47
57	37.5	2	120.03	11.47
60	37.5	2	381.02	11.47
61 y 82	37.5 y 37.5	4	1150.69	22.95
70 y 71	25 y 25	1	99.07	5.74
<b>TOTAL</b>		<b>57</b>	<b>16401.53</b>	<b>327.01</b>

Cuadro 2.63

Pérdidas en Red Secundaria=	16401.53	(W)
Pérdidas en Acometidas=	981.02	(W)
Pérdidas Anuales del Círc.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)		
Pérd. Tot. Círc. Baja Tensión =	152271.16	(kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACION ALIMENTADOR CHAPULTEPEC				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (w)	Pérdidas en acometidas (W)
1 y 2	75 y 37.5	4	1085.21	22.95
3 y 4	75 y 37.5	3	297.20	17.21
5 y 6	25 y 25	3	209.05	17.21
7	25	2	121.93	11.47
8 y 9	37.5 y 37.5	5	1074.49	28.68
10	25	3	289.58	17.21
11 y 12	25 y 25	3	144.79	17.21
13	37.5	2	121.93	11.47
14	75	3	335.30	17.21
15	75	7	4419.88	40.16
16	50	2	198.13	11.47
17	25	2	167.65	11.47
18 y 19	75 y 37.5	4	237.93	22.95
20	37.5	2	182.89	11.47
21 y 22	37.5 y 37.5	3	533.43	17.21
23	37.5	4	518.19	22.95
24 y 25	75 y 37.5	2	45.72	11.47
26 y 27	37.5 y 37.5	5	1943.22	28.68
28 y 29	75 y 37.5	2	22.86	11.47
30 y 31	75 y 37.5	3	449.61	17.21
32	37.5	3	289.58	17.21
33	37.5	2	137.17	11.47
34	37.5	2	152.41	11.47
35 y 36	37.5 y 37.5	4	929.70	22.95
37	37.5	5	441.99	28.68
38	37.5	3	381.02	17.21
39	37.5	3	365.78	17.21
40	25	3	624.88	17.21
41 y 42	25 y 25	2	99.07	11.47
43 y 44	75 y 37.5	2	83.83	11.47
45	75	3	182.89	17.21
46	75	2	106.69	11.47
47 y 48	75 y 37.5	2	60.98	11.47
49	37.5	3	365.78	17.21
50 y 51	37.5 y 37.5	5	1483.13	28.68
52	37.5	5	1600.30	28.68
53 y 54	75 y 37.5	3	464.85	17.21
55 y 56	25 y 25	3	91.45	17.21
57	25	5	1844.16	28.68
58 y 59	37.5 y 37.5	3	129.55	17.21
60	37.5	4	1219.28	22.95
61 y 62	37.5 y 37.5	2	121.93	11.47
63	37.5	3	441.99	17.21
64	37.5	2	350.54	11.47
65	37.5	2	152.41	11.47

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACION ALIMENTADOR CHAPULTEPEC					
66	75	2	76.20	11.47	
67	37.5	3	381.02	17.21	
68	37.5	3	243.86	17.21	
69	25	2	213.37	11.47	
70 y 71	25 y 25	3	251.48	17.21	
72 y 73	37.5 y 37.5	3	228.61	17.21	
74 y 75	75 y 37.5	2	38.10	11.47	
76 y 77	75 y 75	2	22.86	11.47	
78	37.5	3	502.95	17.21	
79	37.5	2	182.89	11.47	
80	37.5	5	335.30	28.68	
81 y 82	37.5 y 37.5	2	68.58	11.47	
83 y 84	37.5 y 37.5	2	83.83	11.47	
85 y 86	75 y 37.5	2	99.07	11.47	
87	37.5	2	213.37	11.47	
88	37.5	2	243.86	11.47	
89	37.5	2	381.02	11.47	
90	37.5	4	1005.90	22.95	
91	37.5	3	304.82	17.21	
92 y 93	37.5 y 37.5	3	190.51	17.21	
94 y 95	37.5 y 37.5	2	45.72	11.47	
96 y 97	37.5 y 37.5	2	76.20	11.47	
98	75	2	182.89	11.47	
99	37.5	2	914.48	11.47	
<b>TOTAL</b>		<b>200</b>	<b>30787.21</b>	<b>1147.39</b>	

Cuadro 2.64

Pérdidas en Red Secundaria = 30787.21 (W)

Pérdidas en Acometidas = 3442.18 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T.: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 299849.42 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	37.5	3	914.46	17.21
2 y 3	37.5 y 37.5	2	114.31	11.47
4 y 5	25 y 25	2	121.93	11.47
97 y 98	37.5 y 37.5	3	475.39	17.21
99 y 100	25 y 25	2	160.03	11.47
6 y 7	37.5 y 37.5	3	274.34	17.21
8 y 9	37.5 y 37.5	3	76.20	17.21
10	37.5	2	137.17	11.47
11	37.5	2	45.72	11.47
12	25	2	152.41	11.47
13	25	2	167.65	11.47
14 y 15	75 y 75	2	114.31	11.47
16 y 17	50 y 50	3	434.37	17.21
18	37.5	2	274.34	11.47
19	37.5	3	243.86	17.21
20 y 21	37.5 y 37.5	2	136.60	11.47
22	25	2	91.45	11.47
23	25	2	167.65	11.47
24	25	3	213.37	17.21
25	50	2	228.61	11.47
26 y 27	37.5 y 75	2	45.72	11.47
28 y 29	25 y 25	3	885.73	17.21
30	25	2	137.17	11.47
31 y 32	37.5 y 75	2	60.96	11.47
33 y 34	37.5 y 37.5	3	259.10	17.21
35	37.5	2	137.17	11.47
36	37.5	2	152.41	11.47
37 y 38	25 y 25	2	335.30	11.47
39	37.5	2	274.34	11.47
40	37.5	2	60.96	11.47
41 y 42	37.5 y 75	7	5925.46	40.16
43	75	2	563.92	11.47
44	37.5	2	106.69	11.47
45	37.5	2	228.61	11.47
46	25	3	243.86	17.21
47	25	2	243.86	11.47
48 y 49	75 y 75	3	330.13	17.21
50	25	2	137.17	11.47
51	25	2	91.45	11.47
52 y 53	25 y 25	2	2836.14	11.47
54	25	2	121.93	11.47
55 y 56	25 y 25	2	68.58	11.47
57	25	2	152.41	11.47
58 y 59	25 y 25	3	216.29	17.21
60 y 61	25 y 25	2	365.78	11.47

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR CUAUTLA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
62 y 63	37.5 y 37.5	2	60.96	11.47
64 y 65	50 y 50	2	53.34	11.47
66	37.5	2	198.13	11.47
67	37.5	2	243.86	11.47
68	50	2	320.06	11.47
69 y 70	25 y 25	2	45.72	11.47
71	37.5	2	213.37	11.47
72 y 73	37.5 y 75	2	845.87	11.47
74 y 75	37.5 y 37.5	2	121.93	11.47
76 y 77	37.5 y 75	2	266.72	11.47
78	37.5	2	228.61	11.47
79	37.5	4	579.16	22.95
80	37.5	3	335.30	17.21
81	50	4	1234.52	22.95
82	50	2	152.41	11.47
83 y 84	37.5 y 75	2	114.31	11.47
85 y 86	37.5 y 37.5	2	403.89	11.47
87 y 88	37.5 y 37.5	4	807.77	22.95
89	25	2	1310.72	11.47
90	25	5	1661.26	28.68
91	25	2	335.30	11.47
92	50	2	137.17	11.47
93 y 94	50 y 50	2	45.72	11.47
95	25	2	182.89	11.47
96	25	2	274.34	11.47
<b>TOTAL</b>		<b>167</b>	<b>28698.63</b>	<b>958.07</b>

Cuadro 2.65

Pérdidas en Red Secundaria= 28698.63 (W)

Pérdidas en Acometidas= 2874.22 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T.: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 276578.12 (kWh)

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR GUTEMBERG</b>				
<b>Transformador</b>	<b>Capacidad (kVA)</b>	<b>Cantidad de postes</b>	<b>Pérdidas en red secundaria (W)</b>	<b>Pérdidas en acometidas (W)</b>
1	37.5 y 37.5	8	3916.46	45.90
2	37.5	4	510.57	22.95
3	25	5	1567.28	28.68
4	25	7	1369.15	40.16
5	75	5	1315.80	28.68
7	75 y 50	4	1417.41	22.95
8	75	6	1795.89	34.42
9	50 y 25	1	101.61	5.74
10	75	4	1021.14	22.95
11	75	4	553.75	22.95
12	75	8	7201.35	45.90
13	75 y 37.5	2	348.00	11.47
16	75	3	322.60	17.21
18	37.5	4	284.50	22.95
19	37.5 y 37.5	2	187.97	11.47
20	75 y 75	1	154.29	5.74
21	37.5	2	106.69	11.47
22	37.5	3	154.95	17.21
23	37.5 y 37.5	4	741.73	22.95
24	37.5 y 37.5	2	243.29	11.47
25	50 y 25	2	191.92	11.47
26	75 y 37.5	5	1812.83	28.68
27	25 y 25	7	2624.17	40.16
28	75 y 37.5	2	127.95	11.47
29	25 y 25	11	4806.45	63.11
29a	25 y 25	7	3143.50	40.16
30	75 y 37.5	1	154.29	5.74
31	75	1	60.96	5.74
32	25 y 25	3	490.25	17.21
33	75 y 37.5	1	50.80	5.74
34	75	3	292.12	17.21
35	37.5	3	304.82	17.21
36	75 y 37.5	11	6775.42	63.11
37	37.5	5	810.31	28.68
38	75	4	909.38	22.95
39	75 y 25	2	416.77	11.47
41	75 y 37.5	3	479.43	17.21
43	50 y 50	8	4070.84	45.90
44	75 y 37.5	1	135.00	5.74
45	75 y 37.5	5	1210.62	28.68
46	50 y 25	1	154.29	5.74
47	50 y 25	7	2739.89	40.16
48	75 y 37.5	6	1875.01	34.42
49	75 y 37.5	6	1933.63	34.42
<b>TOTAL</b>		<b>184</b>	<b>58865.11</b>	<b>1055.60</b>

Cuadro 2 66



Pérdidas en Red Secundaria=	58885.11	(W)
Pérdidas en Acometidas=	3166.80	(W)
Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)		
Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión =	543574.76	(kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN					
NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR INTERNACIONAL					
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)	
1 y 2	25 y 50	2	151.94	11.47	
3 y 4	25 y 25	1	127.20	5.74	
5 y 6	25 y 50	2	190.51	11.47	
7 y 8	37.5 y 75	7	4039.42	40.16	
9 y 10	25 y 50	1	114.31	5.74	
11 y 12	25 y 50	3	788.01	17.21	
13 y 14	50 y 50	1	113.84	5.74	
16	25	1	76.20	5.74	
17	50	2	97.16	11.47	
18	50	1	152.77	5.74	
20 y 21	75 y 37.5	3	396.26	17.21	
22 y 23	25 y 50	3	509.54	17.21	
24 y 25	25 y 50	3	927.91	17.21	
26 y 27	25 y 50	3	528.26	17.21	
28 y 29	37.5 y 75	2	457.23	11.47	
30 y 31	25 y 50	1	170.76	5.74	
32. 33	25 y 50	3	457.23	17.21	
36 y 37	25 y 50	2	350.54	11.47	
38 y 39	25 y 25	5	1978.50	28.68	
40 y 41	25 y 50	1	113.84	5.74	
44 y 45	25 y 25	1	76.20	5.74	
48 y 49	50 y 50	2	245.08	11.47	
50 y 51	25 y 25	3	381.02	17.21	
52	50	2	588.77	11.47	
54 y 55	25 y 50	2	213.37	11.47	
60	25	2	114.30	11.47	
61	50	3	243.85	17.21	
62	50	3	335.30	17.21	
63 y 64	50 y 25	1	91.07	5.74	
65	25	2	137.17	11.47	
66	50	2	381.02	11.47	
<b>TOTAL</b>		<b>70</b>	<b>14546.58</b>	<b>401.59</b>	

Cuadro 2.67

Pérdidas en Red Secundaria= 14546.58 (W)

Pérdidas en Acometidas= 1204.76 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T.: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. on acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 137981.76 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MAZATLÁN				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75	3	533.43	17.21
2	50 Y 25	9	10860.60	51.63
3	75	4	939.86	22.95
4	75	6	1155.77	34.42
5	75 Y 37.5	7	2108.24	40.16
6	50 Y 25	6	1769.55	34.42
7	75 Y 37.5	1	154.29	5.74
9	50 Y 25	2	152.41	11.47
10	50 Y 25	8	6124.14	45.80
11	50 Y 25	2	127.01	11.47
12	75	1	215.91	5.74
12a	37.5	1	0.00	5.74
13	37.5 Y 37.5	4	1248.44	22.95
14	37.5	2	444.53	11.47
15	75	4	689.06	22.95
16	25 Y 25	9	3345.96	51.63
17	37.5	2	203.21	11.47
18	37.5	2	101.61	11.47
19	37.5	2	50.80	11.47
20	50 Y 25	6	2799.07	34.42
<b>TOTAL</b>		<b>81</b>	<b>33223.68</b>	<b>464.69</b>

Cuadro 2.68

Pérdidas en Red Secundaria= 33223.68 (W)

Pérdidas en Acometidas= 1394.08 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 303253.38 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MICHOACÁN				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1 y 2	37.5 y 37.5	5	6325.00	28.68
3	37.5	1	45.72	5.74
4	37.5	1	152.41	5.74
5	37.5	1	137.17	5.74
7	25	1	1.27	5.74
8	25	1	91.44	5.74
9	25	1	91.44	5.74
10	25	2	441.99	11.47
11	25	2	289.58	11.47
12	25	3	449.61	17.21
14	50	1	106.68	5.74
15	37.5	2	182.89	11.47
16 y 17	37.5 y 37.5	6	2491.43	34.42
18 y 19	25 y 50	1	170.76	5.74
24	25	1	76.20	5.74
27 y 28	25 y 50	3	647.74	17.21
31	25	2	396.26	11.47
32	25	1	76.20	5.74
33	25	2	116.21	11.47
34 y 35	37.5 y 37.5	2	411.51	11.47
39	225	6	866.48	34.42
40	25	1	175.27	5.74
41 y 42	25 y 25	6	3626.88	34.42
43 y 44	25 y 50	2	224.19	11.47
47 y 48	25 y 50	1	102.45	5.74
49 y 50	37.5 y 75	1	76.20	5.74
51 y 52	50 y 25	1	76.20	5.74
54 y 55	37.5 y 37.5	2	312.44	11.47
63 y 64	50 y 25	2	434.37	11.47
<b>TOTAL</b>		<b>61</b>	<b>18595.99</b>	<b>349.95</b>

Cuadro 2.69

Pérdidas en Red Secundaria=	18595.99	(W)
Pérdidas en Acometidas=	1049.86	(W)
Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)		
Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión =	172097.66	(kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR MIRAVALLE				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1 y 2	25 y 25	3	598.89	17.21
3 y 4	75 y 50	5	896.08	28.68
5 y 6	15 y 15	5	1615.51	28.68
7 y 8	50 y 25	1	68.58	5.74
12 y 13	25 y 25	7	4368.75	40.16
14 y 15	75 y 37.5	4	986.69	22.95
16	75	4	1112.58	22.95
17 y 18	25 y 25	1	69.42	5.74
19 y 20	50 y 25	1	335.57	5.74
22 y 23	50 y 25	6	2705.79	34.42
24	25	3	60.96	17.21
25	25	3	83.82	17.21
26 y 27	50 y 25	1	22.86	5.74
31 y 32	75 y 37.5	4	563.90	22.95
33 y 34	75 y 37.5	1	127.28	5.74
35 y 36	50 y 25	6	1684.10	34.42
37 y 38	75 y 37.5	3	361.53	17.21
39	25	4	293.38	22.94
40	25	5	269.56	28.68
41	50	1	45.72	5.74
47 y 48	75 y 75	2	92.56	11.47
49 y 50	50 y 25	1	53.34	5.74
51 y 52	75 y 37.5	2	127.28	11.47
55 y 56	50 y 25	2	213.36	11.47
57 y 58	75 y 37.5	3	259.09	17.21
59 y 60	75 y 75	3	161.98	17.21
62 y 63	25 y 25	7	358.14	40.16
64 y 65	50 y 25	5	800.13	28.68
66	75	4	365.77	22.95
67 y 68	75 y 37.5	4	316.48	22.95
71 y 72	75 y 37.5	5	773.59	28.68
73 y 74	75 y 37.5	6	2380.94	34.42
77 y 78	50 y 25	3	473.30	17.21
<b>TOTAL</b>		<b>115</b>	<b>22666.93</b>	<b>659.74</b>

Cuadro 2.70

Pérdidas en Red Secundaria=	22666.93	(W)
Pérdidas en Acometidas=	1979.21	(W)
Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)		
Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión =	215900.17	(kWh)

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS</b>				
<b>Transformador</b>	<b>Capacidad (kVA)</b>	<b>Cantidad de postes</b>	<b>Pérdidas en red secundaria (W)</b>	<b>Pérdidas en acometidas (W)</b>
6,7,8	3 de 37.5	8	2440.81	45.90
9,10,11,12	4 de 37.5	9	683.30	51.63
13,14	2 de 37.5	3	203.21	17.21
15,16	75 y 37.5	2	492.79	11.47
17,18,19	3 de 37.5	6	1158.31	34.42
22,23	37.5 y 75	2	157.49	11.47
24,25	2 de 37.5	7	1059.25	40.16
26,27	2 de 37.5	10	1320.88	57.37
28,29,30,31	3 de 25 y 37.5	11	850.95	63.11
34,35	2 de 37.5	2	614.72	11.47
36,37,38	3 de 37.5	7	469.93	40.16
39,40,41,42	3 de 25 y 37.5	10	1531.72	57.37
43,44	2 de 37.5	7	932.24	40.16
45,46	2 de 37.5	2	30.48	11.47
47,48,49,50	4 de 37.5	5	293.81	28.68
51,52,53	3 de 37.5	4	345.18	22.95
54,55,56	3 de 25	6	414.05	34.42
57,58	2 de 75	3	2595.86	17.21
59,60,61	3 de 25	7	1640.94	40.16
62,63	2 de 37.5	3	244.42	17.21
64,65,66	3 de 25	5	449.61	28.68
67,68,69	3 de 37.5	6	345.46	34.42
70,71,72	3 de 25	11	3828.02	63.11
73,74,75	3 de 25	6	538.51	34.42
78,79,80	3 de 25	12	5643.95	68.64
83,84	2 de 37.5	7	9945.82	40.16
85,86,87	3 de 25	8	3053.27	45.90
88,89	2 de 37.5	7	3440.41	40.16
90,91	75 y 37.5	1	101.61	5.74
92,93	2 de 37.5	4	304.82	22.95
94,95,96	3 de 25	13	1414.87	74.58
97,98,99	3 de 37.5	4	284.50	22.95
100,101,102,103	3 de 25 y 37.5	8	1023.68	45.90
106,107,108	3 de 25	7	1036.39	40.16
110,111,112	3 de 25	3	180.35	17.21
113,114,115,116	3 de 25 y 37.5	4	205.75	22.95
118	2 de 37.5	10	5748.29	57.37
120,121,122,123	3 de 25 y 37.5	7	1102.43	40.16
126	2 de 37.5	1	138.86	5.74
128,129,130,131	3 de 25 y 37.5	8	831.24	45.90
132,133,134,135	3 de 25 y 37.5	8	627.42	45.90
136,137,138	3 de 37.5	5	708.70	28.68
139,140,141	3 de 37.5	5	312.44	28.68
142	75 trifásico	1	8.47	5.74
146	112.5 trifásico	2	112.90	11.47

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR PARRAS				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
148,149	2 de 37,5	1	60,96	5,74
150,151,152	3 de 25	7	1153,23	40,16
<b>TOTAL</b>		275	60082,33	1577,66

Cuadro 2.71

Pérdidas en Red Secundaria= 60082.33 (W)

Pérdidas en Acometidas= 4732.99 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 567782.19 (kWh)

<b>CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACION ALIMENTADOR PASEO</b>				
<b>Transformador</b>	<b>Capacidad (kVA)</b>	<b>Cantidad de postes</b>	<b>Pérdidas en red secundaria (W)</b>	<b>Pérdidas en acometidas (W)</b>
1	75	6	510.55	103.27
2 y 3	50 y 50	5	753.98	86.05
8 y 10	25 y 25	4	167.64	68.84
14 y 15	30 y 30	5	327.66	86.05
17	75	2	114.12	34.42
22 y 23	25 y 25	7	2665.73	120.48
24 y 25	50 y 25	3	289.57	51.63
26 y 27	50 y 25	8	3573.83	137.69
28 y 29	75 y 37.5	2	140.97	34.42
30 y 31	50 y 25	8	892.67	137.69
<b>TOTAL</b>		<b>50</b>	<b>9436.72</b>	<b>860.54</b>

Cuadro 2.72

Pérdidas en Red Secundaria = 9436.72 (W)

Pérdidas en Acometidas = 2581.62 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 105280.67 (kWh)



CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR ROMA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	50	1	60.96	5.74
3,4	50 y 25	1	233.13	5.74
5,6	2 de 25	7	76.20	40.16
7,8	2 de 25	1	909.38	5.74
9,10	37.5 y 25	1	96.53	5.74
11,12,13	3 de 25	4	206.60	22.95
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>1582.80</b>	<b>86.05</b>

Cuadro 2.73

Pérdidas en Red Secundaria=	1582.80	(W)
Pérdidas en Acometidas=	258.16	(W)
Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)		
Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión =	16126.85	(kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACION ALIMENTADOR SINALOA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1 y 2	25 y 25	8	2636.64	45.90
5 y 6	25 y 25	5	563.90	28.68
11 y 12	50 y 25	8	1352.46	45.90
16 y 17	50 y 25	5	411.49	28.68
20	25	3	68.58	17.21
21	25	5	327.67	28.68
22 y 23	25 y 25	2	38.10	11.47
24 y 25	25 y 25	8	2028.71	45.90
26 y 27	25 y 25	3	497.67	17.21
28 y 29	25 y 25	4	387.78	22.95
32	25	3	335.29	17.20
33	25	2	41.91	11.47
40 y 41	25 y 25	5	1095.63	28.68
42	50	7	1264.98	40.16
45	50	4	571.53	22.95
<b>TOTAL</b>		<b>72</b>	<b>11622.34</b>	<b>413.04</b>

Cuadro 2.74

Pérdidas en Red Secundaria = 11622.34 (W)

Pérdidas en Acometidas = 1239.12 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T.: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 112666.41 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR SONORA				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
1	75 Y 37.5	1	52.06	5.74
3	37.5	2	101.61	11.47
4	37.5	3	101.61	17.21
5	37.5	2	177.81	11.47
6	75 Y 37.5	3	659.31	17.21
8	75 Y 37.5	1	96.53	5.74
9	50 Y 25	3	471.91	17.21
10	25	4	431.83	22.95
11	50	4	645.20	22.95
12	50	7	1600.30	40.16
13	25	4	370.86	22.95
14	75 Y 37.5	5	1059.91	28.68
16	75	3	558.84	17.21
17	75	3	154.95	17.21
18	50 Y 25	3	485.64	17.21
19	37.5	1	86.37	5.74
20	75	2	50.80	11.47
21	25	4	696.00	22.95
22	50	6	995.74	34.42
23	75	5	1473.29	28.68
24	75 Y 37.5	5	1002.52	28.68
25	50 Y 25	3	449.89	17.21
26	50 Y 25	1	77.15	5.74
27	75	4	348.00	22.95
28	37.5	2	198.13	11.47
29	75	6	1920.36	34.42
30	75	6	2484.28	34.42
31	50 Y 25	2	370.58	11.47
32	50 Y 25	2	134.53	11.47
33	50 Y 25	5	1137.99	28.68
34	50 Y 25	3	662.32	17.21
35	50 Y 25	1	185.15	5.74
36	50 Y 25	8	3481.71	45.90
<b>TOTAL</b>		<b>114</b>	<b>22723.17</b>	<b>654.01</b>

Cuadro 2.75

Pérdidas en Red Secundaria= 22723.17 (W)

Pérdidas en Acometidas= 1962.04 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 216242.48 (kWh)

CÁLCULO DE PÉRDIDAS EN BAJA TENSIÓN NUEVA CONFIGURACIÓN ALIMENTADOR YAUTEPEC				
Transformador	Capacidad (kVA)	Cantidad de postes	Pérdidas en red secundaria (W)	Pérdidas en acometidas (W)
7,8,9	3 de 25	6	518.19	34.42
10,11,12	3 de 25	4	268.13	22.95
13,14,15,16	4 de 25	5	739.19	5.74
17,18	2 de 25	1	99.07	28.68
19,20	2 de 25	1	58.80	5.74
21,22	2 de 37.5	1	91.45	5.74
23,24	2 de 37.5	6	525.81	34.42
25,26,27	3 de 37.5	4	1138.56	34.42
28,29	2 de 25	4	1418.82	22.95
30,31	2 de 25	2	303.69	11.47
34,35,36	3 de 25	6	266.72	34.42
37,38,39,40	2 de 37.5 y 2 de 25	7	760.07	40.16
41,42,43,44,45,46	6 de 25	9	669.76	51.63
47,48	2 de 25	7	929.70	40.16
49,50	2 de 25	2	182.89	11.47
51,52,53	3 de 25	8	541.05	45.90
56,57	2 de 25	2	22.86	11.47
58,59,60,61	4 de 25	5	381.02	28.68
62,63,64,65	3 de 25 y 37.5	10	1028.76	57.37
66,67	2 de 25	3	167.65	17.21
68,69	2 de 25	2	213.37	11.47
70,71	2 de 25	6	495.33	34.42
72,73,74	3 de 25	2	243.86	11.47
75,76	2 de 25	2	335.30	11.47
77,78,79,80,81	4 de 25 y 37.5	13	1120.21	74.58
82,83,84,85	3 de 25 y 37.5	15	1150.69	86.05
87,88,89	3 de 25	4	809.46	22.95
90,91,92	3 de 37.5	3	175.27	17.21
93,94,95	3 de 25	5	1197.83	28.68
96,97,98	3 de 25	4	285.39	22.95
99,100	2 de 25	3	716.33	17.21
<b>TOTAL</b>		<b>154</b>	<b>16855.23</b>	<b>883.49</b>

Cuadro 2.76

Pérdidas en Red Secundaria= 16855.23 (W)

Pérdidas en Acometidas= 2650.48 (W)

Pérdidas Anuales del Circ.de B.T.: (8760)(Pérd. en red sec. + Pérd. en acom.)

Pérd. Tot. Circ. Baja Tensión = 170869.95 (kWh)

PÉRDIDAS EN LOS ALIMENTADORES DE LA SUBESTACIÓN CONDESA EN 23 kV						
Alimentador	Energía Anual Perdida (kWh)			Total MWh	Energía Entregada al Alimentador (MWh)	% de Pérdidas de Energía Entregada
	Alta Tensión	Transformadores	Baja Tensión			
Amsterdam	916 08	358178 88	152271 16	511.37	33519.37	1.53
Chapultepec	1698 27	517479 48	299849 42	819.03	36783.55	2.23
Cuauhtla	1106 01	482421.96	276578 12	760.11	36483.77	2.08
Gulemberg	2572 08	504129.24	543574.76	1050.28	46416.02	2.26
Internacional	992 51	325118.64	137981.76	464.09	32874.12	1.41
Mazatlán	392.56	175780.64	303253.36	479.41	17601.67	2.72
Michoacán	617.33	368822.28	172097.66	541.54	34357.13	1.58
Miravalle	2358.00	431596.44	215900.17	649.85	40671.40	1.60
Parras	5537.99	764949.48	567782.19	1338.27	54815.42	2.44
Paseo	304.05	148981.32	105280.67	254.57	17344.95	1.47
Roma	7.56	60391.44	16126.85	76.53	3145.48	2.43
Sinaloa	301.85	207314.16	112666.41	320.28	25019.72	1.28
Sonora	369.62	317129.52	216242.48	533.74	28272.80	1.89
Yautepec	2082.31	380595.72	170869.95	553.55	45575.86	1.21
<b>TOTAL</b>	<b>19256 21872</b>	<b>5042869 2</b>	<b>3290474 945</b>	<b>8382.80</b>	<b>452861.26</b>	<b>1.84</b>

Cuadro 2.77

## Capítulo III

## CAPÍTULO III

## CÁLCULO DEL COSTO ESPERADO DE PÉRDIDA

La evaluación del costo de pérdidas en caso de sistemas de distribución no es sencillo, debido principalmente a la fluctuación que la carga observa a lo largo del día y aún estimando la demanda máxima y el factor de carga del sistema, estos no son suficientes para evaluar en forma precisa ese costo, eso se debe a que las pérdidas varían de acuerdo al cuadrado de la corriente y dependerán de la curva real de carga.

**Cálculo del Costo Esperado de Pérdidas a Valor Presente**

El método del valor presente (que será abordado en capítulos posteriores) es muy popular para la evaluación de alternativas, porque futuros gastos o ingresos son transformados en dinero equivalente hoy. Es decir todos los flujos de caja futuros asociados con una alternativa son convertidos a valores de dinero presente. Lo anterior es aplicable en todo proyecto de inversión como se observa a continuación en el nuestro. En los transformadores y cables del sistema se producen pérdidas de energía en forma de calor que finalmente se traducen en pérdidas de dinero anuales, y nuestro objetivo en este capítulo, es calcular el valor presente de esas pérdidas en un horizonte de 25 años, para lo cual la ingeniería económica nos provee de las herramientas matemáticas necesarias.

La expresión que nos devuelve el valor presente de pérdidas anuales durante 25 años es:

$$P = R \left( \frac{(1+i)^{25} - 1}{i(1+i)^{25}} \right) \dots\dots\dots(3.1)$$

Donde:

P es el valor presente de las pérdidas en pesos.

R es el costo de la pérdida anual dada en pesos

i es la tasa de interés anual que es del 12%

Es importante notar que las pérdidas en los transformadores y las pérdidas en el cableado son independientes, y cada una tiene un costo de pérdida anual (R) distinto por lo tanto habrán de calcularse sus pérdidas a valor presente por separado.

El valor de R para los transformadores se calcula con la siguiente expresión:

$$R = ((P_{Cu}) (\lambda) (F.U._{prom})^2 + (P_{Fe})) (\text{Costo del kWh}) \dots\dots\dots (3.2)$$

El valor de R para los cables se calcula con la siguiente expresión:

$$R = (P_{cables \text{ en kWh}}) (\lambda) (F.U._{prom})^2 (\text{Costo del kWh}) \dots\dots\dots (3.3)$$

Donde:

$P_{Cu}$  son las pérdidas en el cobre de los transformadores, en kWh.

$P_{Fe}$  son las pérdidas en el hierro de los transformadores, en kWh.

$\lambda$  es el factor de pérdidas del alimentador respectivo.

$P_{cables}$  son las pérdidas de energía en forma de calor en toda la red de distribución, en kWh.

Costo del kWh es de \$0.47

$F.U._{prom} \neq F.U.$  debido a que adicionalmente a las pérdidas anuales, se presenta un incremento de dichas pérdidas año con año, como se explica a continuación.

Considerando que la vida útil de los transformadores de distribución es de aproximadamente 25 años y que durante ese tiempo las condiciones de demanda cambian y tienden a incrementarse, es también de esperarse que las pérdidas de energía en los transformadores y en los cables sean mayores cada vez en relación directa al cambio que sufre el Factor de Utilización (F.U.) respectivo.



Ese cambio continuo en el F.U. respeta una tasa o razón de cambio en el transcurso de los años, dada por la siguiente expresión:

$$F.U._{inicial} (1+i_{FU})^n = F.U._{final}$$

Donde:

$i$  es la razón de cambio del F.U. en el tiempo.

$n$  son los años

Considerando que un sistema no debe rebasar el 90% de su capacidad, tenemos un factor de utilización final de 0.9.

Por lo tanto podemos hacer un ejercicio que ejemplifique el cálculo de la razón de cambio del F.U. en el transcurso de 25 años. Tomaremos el caso del alimentador Paseo que tiene un F.U. actual de 58.31% (Cuadro 2.10), es decir:

$$F.U._{inicial} = 0.5831$$

$$F.U._{final} = 0.9$$

$$0.5831 (1 + i_{FU})^{25} = 0.9$$

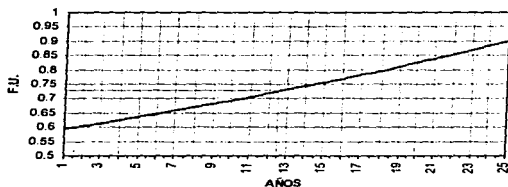
$$i_{FU} = 0.0175$$

$$i_{FU} = 1.75\%$$

Lo cual quiere decir que la demanda en el alimentador Paseo se incrementa un 1.75% anual.

En la siguiente gráfica observamos el comportamiento del F.U. en el transcurso de 25 años:

## COMPORTAMIENTO DEL F.U. EN UN PERIODO DE 25 AÑOS



Gráfica 3.1

F.U.<sub>prom</sub> es el valor del factor de utilización tomado a la mitad del tiempo considerado de vida útil, es decir a los 12.5 años, para el caso del alimentador Paseo el F.U.<sub>prom</sub> es de 0.7244, como se observa en la gráfica 3.1

Volviendo al cálculo inicial, calculemos R para un transformador de 75kVA en 6kV, de la tabla 2.1 obtenemos los kWh multiplicando por 8760, entonces:

$$P_{cu} = 7770.12 \text{ kWh}$$

$$P_{fe} = 2233.8 \text{ kWh}$$

En la expresión 3.2:

$$R = ((7770.12 \text{ kWh})(0.7204)(0.7244)^2 + (2233.8 \text{ kWh}))(0.47 \text{ \$/kWh}) = \$ 2430.06$$

En la expresión 3.1:

$$P = 2430.06 \left( \frac{(1.12)^{25} - 1}{0.12(1.12)^{25}} \right) = \$19058.59$$

Por lo tanto el valor presente de las pérdidas que sufre un transformador de 75 kVA en 6KV del alimentador Paseo en un horizonte de 25 años es de \$19058.59

Para los cables de distribución del alimentador Paseo (Cuadros 2.27 y 2.42):

$$P_{\text{alta tensión}} = 10197.47 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{baja tensión}} = 189370.05 \text{ kWh}$$

$$P_{\text{total cables}} = 199567.52 \text{ kWh}$$

En la expresión 3.3:

$$R = (199567.52 \text{ kWh}) (0.7204)(0.7244)^2(0.47 \text{ \$/kWh}) = \$35460.67$$

En la expresión 3.1:

$$P = 35460.67 \left( \frac{(1.12)^{25} - 1}{0.12(1.12)^{25}} \right) = \$278122.99$$

Por lo tanto el valor presente de las pérdidas que sufren los cables del sistema de distribución del alimentador Paseo en 6kV en un horizonte de 25 años es de \$278122.99

Este mismo procedimiento se debe realizar para todas las capacidades de transformadores que manejamos y para todos los alimentadores tanto en 6kV como en 23kV.

A continuación se muestran los cuadros de valor presente de pérdidas en 6kV y en 23kV en todos los alimentadores:

## ALIMENTADOR AMSTERDAM

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6KV

CAPACIDAD	Pcu (%/W)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfu (%/W)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
50KVA	0.630	0.594	0.6922	0.4792	0.190	1,520.53	2	11,925.71	23,851.43
75KVA	0.887	0.594	0.6922	0.4792	0.255	2,089.31	8	16,386.75	131,093.97
100KVA	1.110	0.594	0.6922	0.4792	0.320	2,618.25	1	20,535.29	20,535.29
112.5KVA	1.247	0.594	0.6922	0.4792	0.350	2,902.31	15	22,763.19	341,447.92
150KVA	1.526	0.594	0.6922	0.4792	0.450	3,640.97	1	28,556.64	28,556.64
225KVA	2.094	0.594	0.6922	0.4792	0.750	5,541.74	1	43,464.61	43,464.61
									588,949.86

Cuadro 31a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23KV

CAPACIDAD	Pcu (%/W)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfu (%/W)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25KVA	0.294	0.594	0.6922	0.4792	0.1	756.24	19	5,931.31	112,694.83
37.5 KVA	0.422	0.594	0.6922	0.4792	0.13	1,029.75	38	8,076.50	306,906.91
50KVA	0.524	0.594	0.6922	0.4792	0.16	1,272.80	11	9,982.72	109,809.97
75KVA	0.696	0.594	0.6922	0.4792	0.215	1,700.80	2	13,339.61	26,679.22
225 KVA (Trifásico)	2.26	0.594	0.6922	0.4792	0.82	6,024.47	1	47,250.73	47,250.73
									603,341.67

Cuadro 31b

## ALIMENTADOR CHAPULTEPEC

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 64V

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfo (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
75kVA	0.887	0.5680	0.6450	0.4160	0.255	1,912.76	19	15,002.07	285,039.25
112.5kVA	1.247	0.5680	0.6450	0.4160	0.350	2,654.11	22	20,816.52	457,963.55
150kVA	1.526	0.5680	0.6450	0.4160	0.450	3,337.24	1	26,174.43	26,174.43
									769,177.22

Cuadro 32 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 234V

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfo (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.5680	0.6450	0.4160	0.1	697.72	16	5,472.35	87,557.58
37.5kVA	0.422	0.5680	0.6450	0.4160	0.13	945.76	63	7,417.72	467,316.42
50kVA	0.524	0.5680	0.6450	0.4160	0.16	1168.50	1	9,164.72	9,164.72
75kVA	0.696	0.5680	0.6450	0.4160	0.215	1562.27	19	12,253.10	232,808.83
									796,847.55

Cuadro 32 b

## ALIMENTADOR CUAUTLA

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfe (kW)	PERDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
30 kVA	0.397	0.5750	0.5906	0.3487	0.137	891.82	1	6,994.67	6,994.67
50kVA	0.630	0.5750	0.5906	0.3487	0.190	1,302.40	8	10,214.89	81,719.09
75kVA	0.887	0.5750	0.5906	0.3487	0.255	1,782.20	23	13,978.01	321,494.18
100kVA	1.110	0.5750	0.5906	0.3487	0.320	2,233.92	3	17,520.97	52,562.91
112.5kVA	1.247	0.5750	0.5906	0.3487	0.350	2,470.55	7	19,376.84	135,637.88
150kVA	1.526	0.5750	0.5906	0.3487	0.450	3,112.61	4	24,412.63	97,650.52
									696,059.25

Cuadro 3.3 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfe (kW)	PERDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.5750	0.5906	0.3487	0.1	654.45	35	5,132.92	179,652.21
37.5 kVA	0.422	0.5750	0.5906	0.3487	0.13	883.64	43	6,930.51	298,012.10
50kVA	0.524	0.5750	0.5906	0.3487	0.16	1,091.37	11	8,559.75	94,157.24
75kVA	0.695	0.5750	0.5906	0.3487	0.215	1,459.82	11	11,449.55	125,945.07
									697,766.63

Cuadro 3.3 b

## ALIMENTADOR GUTENBERG

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 64kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fe</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
50kVA	0.630	0.5672	0.6732	0.4532	0.190	1,449.09	5	11,365.38	56,826.89
75kVA	0.887	0.5672	0.6732	0.4532	0.255	1,988.72	17	15,597.83	265,163.08
100kVA	1.110	0.5672	0.6732	0.4532	0.320	2,492.37	4	19,548.03	78,192.11
112.5kVA	1.247	0.5672	0.6732	0.4532	0.350	2,760.90	21	21,654.09	454,735.79
									854,917.87

Cuadro 3.4 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fe</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.254	0.5672	0.6732	0.4532	0.1	722.90	13	5,669.82	73,707.62
37.5 kVA	0.422	0.5672	0.6732	0.4532	0.13	981.90	31	7,701.16	238,736.01
50kVA	0.524	0.5672	0.6732	0.4532	0.16	1,213.37	11	9,516.67	104,683.34
75kVA	0.696	0.5672	0.6732	0.4532	0.215	1,621.87	27	12,720.57	343,455.44
112.5kVA (Trifásico)	1.308	0.5672	0.6732	0.4532	0.405	3,051.91	2	23,936.52	47,873.05
									808,455.45

Cuadro 3.4 b

## ALIMENTADOR INTERNACIONAL

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6KV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfe (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
50KVA	0.630	0.6368	0.7068	0.4996	0.190	1,607.47	6	12,607.60	75,645.58
75KVA	0.887	0.6368	0.7068	0.4996	0.255	2,211.72	20	17,346.79	346,935.84
100KVA	1.110	0.6368	0.7068	0.4996	0.320	2,771.43	2	21,736.70	43,473.39
112.5KVA	1.247	0.6368	0.7068	0.4996	0.350	3,074.39	4	24,112.89	96,451.55
150KVA	1.526	0.6368	0.7068	0.4996	0.450	3,851.56	1	30,208.31	30,208.31
									592,714.66

Cuadro 35 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23KV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfe (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25KVA	0.294	0.6368	0.7068	0.4996	0.1	796.81	29	6,249.52	181,236.03
37.5 KVA	0.422	0.6368	0.7068	0.4996	0.13	1,087.99	4	8,533.25	34,133.00
50KVA	0.524	0.6368	0.7068	0.4996	0.16	1,345.11	29	10,549.88	305,946.42
75KVA	0.696	0.6368	0.7068	0.4996	0.215	1,796.85	4	14,092.93	56,371.71
									577,687.16

Cuadro 35 b



## ALIMENTADOR MAZATLAN

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6KV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfu (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
50KVA	0.630	0.507	0.7269	0.5284	0.190	1,477.14	1	11,585.42	11,585.42
75KVA	0.887	0.507	0.7269	0.5284	0.255	2,028.22	10	15,907.63	159,076.29
112.5KVA	1.247	0.507	0.7269	0.5284	0.350	2,816.43	6	22,089.62	132,537.73
									303,199.44

Cuadro 3 6 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23KV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfu (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25KVA	0.294	0.507	0.7269	0.5284	0.1	736.99	8	5,772.50	46,180.01
37.5 KVA	0.422	0.507	0.7269	0.5284	0.13	1000.69	10	7,848.55	78,485.53
50KVA	0.524	0.507	0.7269	0.5284	0.16	1236.71	6	9,699.68	58,198.10
75KVA	0.696	0.507	0.7269	0.5284	0.215	1652.87	8	12,963.66	103,709.30
									286,572.94

Cuadro 3 6 b

## ALIMENTADOR MICHOACAN

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfo (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
75kVA	0.887	0.5875	0.6863	0.4711	0.255	2,060.56	16	16,161.23	258,579.73
112.5kVA	1.247	0.5875	0.6863	0.4711	0.350	2,861.88	14	22,446.15	314,246.16
225kVA	2.094	0.5875	0.6863	0.4711	0.750	5,473.86	1	42,932.23	42,932.23
									615,758.12

Cuadro 37a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfo (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.5875	0.6863	0.4711	0.1	746.71	27	5,856.56	158,127.11
37.5 kVA	0.422	0.5875	0.6863	0.4711	0.13	1,016.07	25	7,969.21	199,230.19
50kVA	0.524	0.5875	0.6863	0.4711	0.16	1,255.81	12	9,849.50	118,194.02
75kVA	0.696	0.5875	0.6863	0.4711	0.215	1,678.24	7	13,162.66	92,138.60
225kVA (Trifásico)	2.26	0.5875	0.6863	0.4711	0.82	5,951.21	1	46,676.14	46,676.14
									614,366.06

Cuadro 37b

## ALIMENTADOR MIRAVALLE

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>0</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
30 kVA	0.397	0.5527	0.6889	0.4746	0.137	992.78	2	7,786.55	15,573.10
50kVA	0.630	0.5527	0.6889	0.4746	0.190	1,462.62	10	11,471.51	114,715.15
75kVA	0.887	0.5527	0.6889	0.4746	0.255	2,007.78	23	15,747.26	362,187.01
112 5kVA	1.247	0.5527	0.6889	0.4746	0.350	2,787.68	12	21,864.17	262,370.00
									754,845.26

Cuadro 3 B a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>0</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
15 kVA	0.184	0.5527	0.6889	0.4746	0.075	507.50	4	3,980.36	15,921.43
25kVA	0.294	0.5527	0.6889	0.4746	0.1	729.22	23	5,719.35	131,544.98
37.5 kVA	0.422	0.5527	0.6889	0.4746	0.13	990.96	14	7,772.26	108,811.58
50kVA	0.524	0.5527	0.6889	0.4746	0.16	1224.63	18	8,604.95	172,889.02
75kVA	0.696	0.5527	0.6889	0.4746	0.215	1636.82	21	12,837.83	269,594.36
									698,761.37

Cuadro 3 B b

## ALIMENTADOR PARRAS

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fe</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
75kVA	0.887	0.523	0.6455	0.4166	0.255	1,845.60	40	14,475.30	579,011.88
112.5kVA	1.247	0.523	0.6455	0.4166	0.350	2,559.88	23	20,075.96	461,747.09
150kVA	1.526	0.523	0.6455	0.4166	0.450	3,221.69	1	25,268.17	25,268.17
									1,068,027.14

Cuadro 39a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fe</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.523	0.6455	0.4166	0.1	675.46	54	5,297.75	286,078.43
37.5 kVA	0.422	0.523	0.6455	0.4166	0.13	913.81	82	7,167.10	587,702.60
75kVA	0.696	0.523	0.6455	0.4166	0.215	1,509.57	8	11,839.76	94,718.08
75kVA (Trifásico)	0.915	0.523	0.6455	0.4166	0.305	2,076.58	5	16,286.89	81,434.46
112.5kVA (Trifásico)	1.308	0.523	0.6455	0.4166	0.405	2,840.85	3	22,281.20	66,843.60
									1,116,777.17

Cuadro 39b

## ALIMENTADOR PASEO

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fo</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
30 KVA	0.397	0.7204	0.7244	0.5248	0.137	1,182.00	3	9,270.62	27,811.87
50KVA	0.630	0.7204	0.7244	0.5248	0.190	1,762.89	7	13,826.59	96,786.16
75KVA	0.887	0.7204	0.7244	0.5248	0.255	2,430.54	9	19,063.06	171,967.57
112.5KVA	1.247	0.7204	0.7244	0.5248	0.350	3,362.03	1	26,525.73	26,525.73
									322,691.32

Cuadro 3.10 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fo</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
15 KVA	0.184	0.7204	0.7244	0.5248	0.075	595.19	2	4,668.19	9,336.38
25KVA	0.294	0.7204	0.7244	0.5248	0.11	869.34	15	6,818.36	102,275.76
37.5 KVA	0.422	0.7204	0.7244	0.5248	0.13	1,192.10	1	9,349.78	9,349.78
50KVA	0.524	0.7204	0.7244	0.5248	0.16	1,474.38	8	11,563.77	92,510.18
75KVA	0.696	0.7204	0.7244	0.5248	0.215	1,968.55	3	15,439.63	46,318.89
75KVA (Trifásico)	0.915	0.7204	0.7244	0.5248	0.305	2,679.98	2	21,019.48	42,038.96
									301,829.95

Cuadro 3.10 b

## ALIMENTADOR ROMA

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pto (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
50kVA	0.630	0.4645	0.5462	0.2984	0.190	1,141.73	3	8,954.76	26,864.27
75kVA	0.887	0.4645	0.5462	0.2984	0.255	1,555.99	3	12,203.82	36,611.47
112.5kVA	1.247	0.4645	0.5462	0.2984	0.350	2,152.53	1	16,882.58	16,882.58
									80,356.32

Cuadro 3 11 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pto (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.4645	0.5462	0.2984	0.1	579.47	8	4,544.96	36,356.87
37.5 kVA	0.422	0.4645	0.5462	0.2984	0.13	778.02	1	6,086.43	6,086.43
50kVA	0.524	0.4645	0.5462	0.2984	0.16	957.73	2	7,511.54	15,023.28
75kVA	0.896	0.4645	0.5462	0.2984	0.215	1,282.32	2	10,057.41	20,114.81
									77,583.40

Cuadro 3 11 b

## ALIMENTADOR SINALOA

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pto (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
50kVA	0.630	0.5328	0.7887	0.6220	0.190	1,641.86	16	12,877.30	206,036.83
75kVA	0.887	0.5328	0.7887	0.6220	0.255	2,260.13	7	17,726.52	124,085.84
100kVA	1.110	0.5328	0.7887	0.6220	0.320	2,832.02	3	22,211.89	66,835.67
112.5kVA	1.247	0.5328	0.7887	0.6220	0.350	3,142.46	1	24,946.73	24,946.73
									421,404.87

Cuadro 3 12 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pto (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.5328	0.7887	0.6220	0.1	812.86	28	6,375.38	178,510.86
37.5 kVA	0.422	0.5328	0.7887	0.6220	0.13	1,111.02	1	8,713.91	8,713.91
50kVA	0.524	0.5328	0.7887	0.6220	0.16	1,373.71	15	10,774.20	161,613.05
75kVA	0.696	0.5328	0.7887	0.6220	0.215	1,834.84	2	14,390.89	28,781.77
									377,619.38

Cuadro 3 12 b

## ALIMENTADOR SONORA

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fe</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
75kVA	0.887	0.5468	0.6605	0.4363	0.255	1,921.17	22	15,068.00	331,495.90
112.5kVA	1.247	0.5468	0.6605	0.4363	0.350	2,665.92	9	20,909.21	188,182.91
									519,678.81

Cuadro 3.13 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	P <sub>cu</sub> (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	P <sub>fe</sub> (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.5468	0.6605	0.4363	0.1	700.51	14	5,494.20	76,918.82
37.5 kVA	0.422	0.5468	0.6605	0.4363	0.13	949.76	11	7,449.09	81,939.96
50kVA	0.524	0.5468	0.6605	0.4363	0.16	1173.47	14	9,203.67	128,851.32
75kVA	0.696	0.5468	0.6605	0.4363	0.215	1568.87	14	12,304.83	172,267.61
75kVA (Trifásico)	0.915	0.5468	0.6605	0.4363	0.305	2154.53	2	16,898.30	33,796.60
									493,774.31

Cuadro 3.13 b



## ALIMENTADOR YAUTEPEC

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 6kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfe (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
30 kVA	0.397	0.5774	0.9523	0.9068	0.137	1,419.87	1	11,136.26	11,136.26
50kVA	0.630	0.5774	0.9523	0.9068	0.190	2,140.37	21	16,787.18	352,530.60
75kVA	0.887	0.5774	0.9523	0.9068	0.255	2,962.00	12	23,231.38	278,776.58
112.5kVA	1.247	0.5774	0.9523	0.9068	0.350	4,129.19	3	32,385.81	97,157.43
									739,601.07

Cuadro 3 14 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS TRANSFORMADORES DE 23kV

CAPACIDAD	Pcu (kW)	F.P.	F.U. prom	F.U. prom <sup>2</sup>	Pfe (kW)	PÉRDIDAS ANUALES \$	NUM. DE TRANSF.	VALOR PRESENTE \$	TOT. VAL. PRESENTE \$
25kVA	0.294	0.5774	0.8200	0.6724	0.1	881.67	81	6,915.08	560,121.36
37.5 kVA	0.422	0.5774	0.8200	0.6724	0.13	1,209.79	18	9,488.56	170,794.40
112.5kVA (Trifásico)	1.308	0.5774	0.8200	0.6724	0.405	3,758.27	1	29,476.67	29,476.67
									760,392.43

Cuadro 3 14 b

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS CABLES EN EL SISTEMA DE 6KV

ALIMENTADOR	PÉRDIDAS EN ALTA		PÉRDIDAS EN BAJA			PÉRDIDAS		VALOR
	TENSIÓN (kVn)	TENSIÓN (kVn)	FP	FU prom	FU prom <sup>2</sup>	ANUALES (\$)	PRESENTE (\$)	
AMSTERDAM	31966.04	229160.29	0.594	0.6922	0.4792	34,934.04	273,992.52	
CHAPULTEPEC	65221.14	942501.99	0.568	0.6450	0.4160	111,907.67	877,707.40	
CUAUTLA	99904.2	658434.48	0.583	0.5906	0.3487	92,704.43	727,093.76	
GUTEMBERG	37317.51	870369.75	0.567	0.6732	0.4532	109,672.70	860,178.27	
INTERNACIONAL	50882.51	133272.13	0.637	0.7068	0.4996	27,535.78	215,966.90	
MAZATLAN	14407.66	390103.79	0.507	0.7269	0.5284	50,932.06	399,467.22	
MICHOACAN	26241.26	257293.5	0.588	0.6863	0.4711	36,879.78	289,253.21	
MIRAVALLE	77588.86	271701.68	0.553	0.6889	0.4746	43,060.04	337,725.88	
PARRAS	229600.	1063146.69	0.523	0.6455	0.4166	132,386.19	1,038,323.28	
PASEO	10197.47	189370.05	0.720	0.7244	0.5248	35,460.67	278,122.99	
ROMA	228.2	25680.29	0.465	0.5462	0.2984	1,687.53	13,235.54	
SINALOA	8099.13	236733.08	0.533	0.7887	0.6220	38,134.15	299,091.41	
SONORA	11591.27	417848.45	0.547	0.6605	0.4363	48,154.15	377,679.67	
YAUTEPEC	90371.64	588751.41	0.577	0.9523	0.9068	167,122.38	1,310,764.10	
							7,298,602.24	

Cuadro 3 15 a

## PÉRDIDAS EN VALOR PRESENTE DE LOS CABLES EN EL SISTEMA DE 23 KV

ALIMENTADOR	PÉRDIDAS EN ALTA		PÉRDIDAS EN BAJA			PÉRDIDAS		VALOR
	TENSIÓN (kVn)	TENSIÓN (kVn)	FP	FU prom	FU prom <sup>2</sup>	ANUALES (\$)	PRESENTE (\$)	
AMSTERDAM	918.08	152271.18	0.594	0.6922	0.4792	20,492.15	160,722.76	
CHAPULTEPEC	1698.27	299849.42	0.568	0.6450	0.4160	33,486.88	262,642.24	
CUAUTLA	1106.01	276578.12	0.583	0.5906	0.3487	26,531.22	208,080.03	
GUTEMBERG	2572.08	543574.76	0.567	0.6732	0.4532	65,989.03	517,561.13	
INTERNACIONAL	992.51	137981.76	0.637	0.7068	0.4996	20,780.17	162,981.75	
MAZATLAN	392.56	303253.36	0.507	0.7269	0.5284	38,232.07	299,859.47	
MICHOACAN	617.33	172097.66	0.588	0.6863	0.4711	22,465.29	178,198.38	
MIRAVALLE	2358.	215900.17	0.553	0.6889	0.4746	26,906.56	211,031.86	
PARRAS	5537.99	567782.19	0.523	0.6455	0.4166	58,711.94	460,485.95	
PASEO	304.05	105280.67	0.720	0.7244	0.5248	18,781.10	147,145.86	
ROMA	7.56	16126.85	0.465	0.5462	0.2984	1,050.90	8,242.38	
SINALOA	301.85	112666.41	0.533	0.7887	0.6220	17,595.51	138,004.05	
SONORA	369.62	216242.48	0.547	0.6605	0.4363	24,289.26	190,504.01	
YAUTEPEC	2082.31	170869.95	0.577	0.8200	0.6724	31,559.39	247,524.68	
							3,190,992.56	

Cuadro 3 15 b

## Capítulo IV

### CAPÍTULO IV

#### CÁLCULO DEL COSTO DE LA INVERSIÓN

Habiendo concluido el análisis técnico y ya que tecnológicamente no existe impedimento para llevar a cabo el proyecto, se procede a realizar el análisis económico con el cual se pretende determinar cual es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto.

Un costo es un desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente o en el futuro. A un costo o desembolso hecho en el presente (tiempo 0) dentro de una evaluación económica se le conoce como "inversión".

Para la realización del costo de la inversión es necesario tomar en cuenta todos los recursos materiales y mano de obra, estos costos constituirán el total estimado de la inversión bruta. Cabe hacer la aclaración que en este capítulo sólo consideraremos el costo de materiales y equipo, y el costo de la mano de obra se abarcará en el siguiente capítulo.

De acuerdo a las Normas de Montaje y Líneas Aéreas de la Compañía de Luz y Fuerza, y a los lineamientos previamente establecidos en este trabajo, el equipo, las estructuras, accesorios y materiales que se utilizarán en el sistema de distribución de la zona urbana a alimentar se muestran a continuación en dos estructuras principales:

- Transformador monofásico tipo poste
- Paso

Transformador Monofásico Tipo Poste

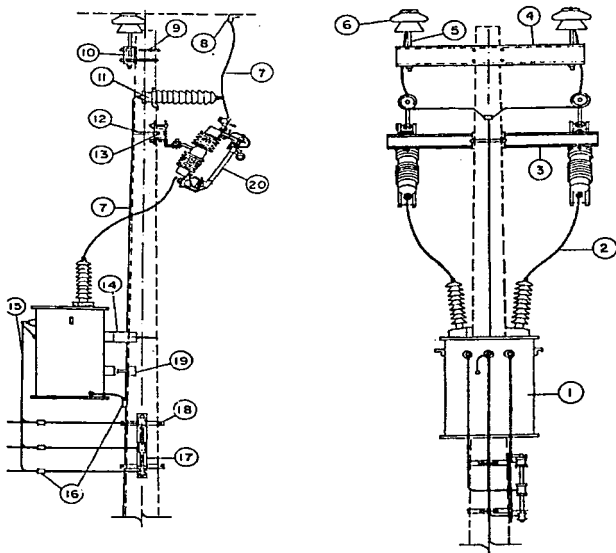


Figura 4.1

<b>Referencia</b>	<b>Nombre</b>
1	Transformador monofásico tipo poste 23-BT
2	Alambre CUD 4
3	Cruceta 42
4	Crucete 42-1
5	Alfiler 234
6	Aislador A 56-2
7	Cable CUD 1/0
8	Conector derivación 1/0 - 1/0 AL
9	Abrazadera 6U
10	Dado 46
11	Apartarrayos DOM 23
12	Abrazadera 7U
13	Dado 46
14	Abrazadera T 1F
15	Cable guía transformador 1/0 L
16	Conector canal C 1/0 - 1/0 CU
17	Bastidor 93
18	Abrazadera BL-7
19	Separador T1F
20	Cortacircuitos fusibles D-23112

## Paso

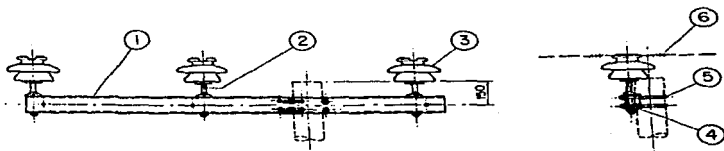


Figura 4.2

Referencia	Nombre
1	Cruceta 43
2	Alfiler 234
3	Aislador A 56-2
4	Dado 46
5	Abrazadera 6U
6	Alambre ALD 4

Enseguida se muestra una lista de transformadores a instalar en el proyecto por capacidad y alimentador :

Alimentador	Número de Transformadores a Instalar								
	15 KVA 1f	25 KVA 1f	37.5 KVA 1f	50 KVA 1f	75 KVA 1f	75 KVA 3f	112.5 KVA 3f	225 KVA 3f	Total
AMSTERDAM	0	19	38	11	2	0	0	1	71
CHAPULTEPEC	0	16	63	1	19	0	0	0	99
CUAUTLA	0	35	43	11	11	0	0	0	100
GUTENBERG	0	13	31	11	27	0	2	0	84
INTERNACIONAL	0	29	4	29	4	0	0	0	66
MAZATLAN	0	8	10	6	8	0	0	0	32
MICHOACAN	0	27	25	12	7	0	0	1	72
MIRAVALLE	4	23	14	18	21	0	0	0	80
PARRAS	0	54	82	0	8	5	3	0	152
PASEO	2	15	1	8	3	2	0	0	31
ROMA	0	8	1	2	2	0	0	0	13
SINALOA	0	28	1	15	2	0	0	0	46
SONORA	0	14	11	14	14	2	0	0	55
YAUTEPEC	0	81	18	0	0	0	1	0	100
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>370</b>	<b>342</b>	<b>138</b>	<b>128</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1001</b>

Cuadro 4.1

En el siguiente cuadro se muestra el costo unitario de equipo y accesorios, tomados de información proporcionada por CLF, así como el resumen de los costos totales de inversión de material por alimentador.



## CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENTADOR

Descripción	Unidad	Costo unitario	AMSTERDAM		CHAPULTEPEC		CUAUTLA	
			Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Cruceta PV 42	Pz	63.08	46	2,901.68	69	4,352.52	70	4,415.60
Abrazadera 5U Y DADO 46	Pz	52.50	47	2,467.50	69	3,622.50	70	3,675.00
Abrazadera T1F	Pz	142.61	72	10,267.92	99	14,118.39	100	14,261.00
Contar circuitos fusible D23112	Pz	328.75	74	24,179.50	99	32,348.25	100	32,675.00
Apartar rayos DOM 23	Pz	299.46	74	22,160.04	99	29,646.54	100	29,946.00
Abrazadera T1F	Pz	142.61	72	10,267.92	99	14,118.39	100	14,261.00
Tornillo máquina	Pz	28.00	144	4,032.00	198	5,544.00	200	5,600.00
Transformador monofásico 15 KVA	Pz	7,250.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador monofásico 25 KVA	Pz	7,000.00	19	133,000.00	16	112,000.00	35	245,000.00
Transformador monofásico 37.5 KV	Pz	10,200.00	38	387,600.00	63	642,600.00	43	438,600.00
Transformador monofásico 50 KVA	Pz	11,100.00	11	122,100.00	1	11,100.00	11	122,100.00
Transformador monofásico 75 KVA	Pz	19,205.00	2	38,410.00	19	364,895.00	11	211,255.00
Transformador trifásico 75 KVA	Pz	20,675.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	Pz	22,695.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 225 KVA	Pz	42,580.00	1	42,580.00	0	0.00	0	0.00
Abrazadera 2VS	Pz	30.25	94	2,843.50	138	4,174.50	140	4,235.00
Basidor 93	Pz	88.70	47	4,168.90	69	6,120.30	70	6,209.00
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	Pz	7.40	74	547.60	99	732.60	100	740.00
Conector canal C 1/0-1/0 CO	Kg	21.90	384	8,409.60	534	11,694.60	540	11,826.00
Cable guía transf. 1/0 L	Pz	70.75	576	40,752.00	801	56,670.75	810	57,307.50
Alambre Cu 4	m	3.55	73	259.15	99	351.45	100	355.00
Tierra 1	Pz	70.75	47	3,325.25	69	4,881.75	70	4,952.50
Separador T1F	Pz	29.00	174	5,046.00	219	6,351.00	220	6,380.00
Poste concreto PC-SR	Pz	798.05	0	0.00	69	55,065.45	70	55,863.50
Cruceta 42	Pz	63.08	47	2,964.76	69	4,352.52	70	4,415.60
Abrazadera 6U	Pz	30.48	47	1,432.56	69	2,103.12	70	2,133.60
Alfileres 234	Pz	32.43	173	5,610.39	417	13,523.31	439	14,236.77
Aisladores A56-2	Pz	81.25	173	14,056.25	417	33,881.25	439	35,668.75

TOTAL

889,382.52

1,434,248.19

1,326,111.82

## CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENTADOR

Descripción	GUTENBERG		INTERNACIONAL		MAZATLAN		MICHOCÁN	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Crucea PV 42	51	3,217.08	39	2,480.12	21	1,324.88	48	3,027.84
Abrazadera SU Y DADO 46	53	2,782.50	39	2,047.50	21	1,102.50	48	2,572.50
Abrazadera TIF	85	12,121.85	86	9,412.28	32	4,563.52	73	10,410.53
Cortacircuitos fusible DZ3112	89	29,080.75	86	21,965.50	32	10,458.00	75	24,508.25
Apartaraysos DOM 23	89	28,851.84	86	19,784.38	32	9,582.72	75	22,459.50
Abrazadera TIF	85	12,121.85	86	9,412.28	32	4,563.52	73	10,410.53
Tomillo máquina	170	4,780.00	132	3,896.00	64	1,782.00	168	4,088.00
Transformador monofásico 15 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador monofásico 25 KVA	13	91,000.00	29	203,000.00	8	58,000.00	27	189,000.00
Transformador monofásico 37.5 KV	31	318,200.00	4	40,800.00	10	102,000.00	25	255,000.00
Transformador monofásico 50 KVA	11	122,100.00	29	321,900.00	6	66,600.00	12	133,200.00
Transformador monofásico 75 KVA	27	518,535.00	4	78,820.00	8	153,840.00	7	134,435.00
Transformador trifásico 75 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	2	45,390.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 225 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	42,590.00
Abrazadera ZVS	108	3,208.50	78	2,359.50	42	1,270.50	98	2,984.50
Basidor W3	53	4,701.10	39	3,459.30	21	1,862.70	49	4,348.30
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	89	858.80	86	488.40	32	236.80	75	555.00
Conector canal C 1/0-1/0 CO	450	9,855.00	342	7,489.80	170	3,723.00	392	8,584.80
Cable guía tranf. 1/0 L	875	47,756.25	513	36,294.75	255	18,041.25	588	41,801.00
Alambre Cu 4	87	308.85	86	234.30	32	113.60	74	282.70
Tierra 1	53	3,749.75	39	2,759.25	21	1,485.75	49	3,486.75
Separador Tif	217	8,283.00	174	5,046.00	78	2,204.00	171	4,859.00
Poste concreto PC-SR	53	42,298.65	39	31,123.95	21	16,759.05	48	39,104.45
Crucea 42	53	3,343.24	39	2,480.12	21	1,324.88	48	3,090.82
Abrazadera 8U	53	1,815.44	39	1,188.72	21	840.48	49	1,493.52
Afileres Z34	225	7,286.75	207	8,713.01	156	5,059.08	165	5,350.95
Asiadores A58-2	225	18,281.25	207	18,818.75	156	12,675.00	165	13,408.25

217

TOTAL	1,333,323.35	827,313.85	477,020.43	960,876.29
-------	--------------	------------	------------	------------

ESTUDIO DEL CAMBIO DE TRANSFORMADORES..

## CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENTADOR

Descripción	MIRAVALLE		PARRAS		PASEO		ROMA	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Cruzeta PV 42	46	2,901.98	101	8,371.08	18	1,009.28	9	967.72
Abrazadera 5U y DADO 46	46	2,415.00	109	5,722.50	18	945.00	9	472.50
Abrazadera T1F	80	11,408.80	152	21,676.72	31	4,420.91	13	1,853.93
Contactos fusible D23112	80	26,140.00	168	54,894.00	35	11,436.25	13	4,247.75
Aparafusos DOM 23	80	23,656.80	168	50,309.28	35	10,481.10	13	3,892.98
Abrazadera T1F	80	11,408.80	152	21,676.72	31	4,420.91	13	1,853.93
Tornillo máquina	180	4,483.00	304	8,512.00	62	1,736.00	26	726.00
Transformador monofásico 15 KVA.	4	26,000.00	0	0.00	2	14,500.00	0	0.00
Transformador monofásico 25 KVA	23	181,000.00	54	378,000.00	15	105,000.00	8	58,000.00
Transformador monofásico 37.5 KV	14	142,800.00	62	636,400.00	1	10,200.00	1	10,200.00
Transformador monofásico 50 KVA	18	199,800.00	0	0.00	8	88,800.00	2	22,200.00
Transformador monofásico 75 KVA	21	403,305.00	8	153,840.00	3	57,815.00	2	38,410.00
Transformador trifásico 75 KVA	0	0.00	5	103,375.00	2	41,350.00	0	0.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	0	0.00	3	66,085.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 225 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Abrazadera 2VS	92	2,783.00	218	6,594.50	36	1,089.00	18	544.50
Basidor 93	46	4,083.20	106	9,868.30	18	1,586.80	9	798.90
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	80	592.00	186	1,243.20	35	259.80	13	96.20
Conector canal C 1/0-1/0 CO	412	9,022.80	842	18,436.80	164	3,581.60	70	1,533.00
Cable guía transf. 1/0 L	818	43,723.50	1263	66,357.25	246	17,404.50	105	7,428.75
Alambre Cu 4	80	284.00	180	588.00	33	117.15	13	46.15
Tierra 1	46	3,254.50	109	7,711.75	18	1,273.50	9	636.75
Separador T1F	218	8,284.00	340	9,860.00	87	2,523.00	29	841.00
Poste concreto PC-SR	46	36,710.30	109	86,987.45	18	14,364.90	9	7,182.45
Cruzeta 42	46	2,901.88	109	8,875.72	18	1,135.44	9	567.72
Abrazadera 6U	46	1,402.08	109	3,322.32	18	546.64	9	274.32
Aulleres 234	361	11,707.23	479	15,533.97	98	3,113.28	48	3,178.14
Aisladores A50-2	361	29,331.25	479	38,918.75	98	7,800.00	48	7,062.50

B 12

TOTAL	1,170,872.82	2,003,743.31	406,731.06	171,516.59
-------	--------------	--------------	------------	------------

Cuadro 4.2

## CUADRO DE COSTOS DE INVERSIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENTADOR

Descripción	SINALOA		SONORA		YAUTEPEC		TOTAL	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Cruceta PV42	27	1,703.18	38	2,270.88	71	4,478.68	669	41,882.88
Abrazadera 5U Y DADO 46	27	1,417.50	38	1,995.00	72	3,780.00	667	26,817.88
Abrazadera T1F	46	6,560.08	56	7,986.18	100	14,261.00	1806	143,323.88
Cortacircuitos fusible D23112	46	15,030.50	60	19,605.00	102	33,328.50	1830	239,883.25
Apartamayos DOM 23	46	13,775.18	60	17,967.60	102	30,544.92	1830	311,136.94
Abrazadera T1F	46	6,560.08	56	7,986.18	100	14,261.00	1806	143,323.88
Tomillo máquina	92	2,578.00	112	3,138.00	200	5,600.00	2916	88,288.00
Transformador monofásico 15 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6	43,888.00
Transformador monofásico 25 KVA	28	196,000.00	14	98,000.00	81	567,000.00	379	2,898,888.00
Transformador monofásico 37.5 KV	1	10,200.00	11	112,200.00	18	183,800.00	342	3,488,488.00
Transformador monofásico 50 KVA	15	168,500.00	14	155,400.00	0	0.00	138	1,531,888.00
Transformador monofásico 75 KVA	2	38,410.00	14	266,870.00	0	0.00	128	2,488,888.00
Transformador trifásico 75 KVA	0	0.00	2	41,350.00	0	0.00	9	186,878.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	0	0.00	0	0.00	1	22,895.00	6	136,178.00
Transformador trifásico 225 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	86,188.00
Abrazadera 2VS	54	1,833.50	76	2,299.00	144	4,356.00	1334	48,283.88
Basidor #3	27	2,394.90	38	3,370.80	72	6,386.40	667	88,162.88
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	46	340.40	60	444.00	102	754.80	1830	7,688.00
Conector canal C 1/0-1/0 CO	238	5,212.20	304	6,657.80	546	11,957.40	8388	117,887.28
Cable pua tranf 1/0 L	357	25,257.75	456	32,282.00	819	57,944.25	8882	871,881.28
Alambre Cu 4	46	163.30	58	205.90	101	358.55	1422	3,838.18
Tierr 1	27	1,910.25	38	2,688.50	72	5,094.00	667	47,186.25
Separador T1F	122	3,538.00	132	3,828.00	214	6,208.00	2381	88,338.88
Poste concreto PC-SR	27	21,547.35	38	30,325.90	72	57,459.60	639	484,791.88
Cruceta 42	27	1,703.18	38	2,387.04	72	4,547.76	667	42,874.28
Abrazadera 6U	27	822.98	38	1,158.24	72	2,194.56	667	28,338.18
Alfileres 234	180	5,837.40	209	6,777.87	309	10,020.87	3814	113,988.82
Aisladores A56-2	180	14,825.00	209	16,981.25	309	25,108.25	3814	288,812.88

<b>TOTAL</b>	<b>543,718.61</b>	<b>846,162.70</b>	<b>1,071,929.54</b>	<b>13,442,788.88</b>
--------------	-------------------	-------------------	---------------------	----------------------

Cuadro 4.2

# Capítulo V

## CAPÍTULO V

## CÁLCULO DEL COSTO DE LA MANO DE OBRA

El costo de la mano de obra considerado dentro de la inversión del proyecto es calculado tomando en cuenta los precios vigentes que por concepto de instalación de accesorios y equipo existen en el periodo en el que se llevarán a cabo.

En el proyecto que nos ocupa tendremos que substituir el sistema de 6 kV por el de 23kV, por lo que será necesario considerar también el precio vigente por concepto de retiro de accesorios y equipo.

Para calcular el costo de la mano de obra, se presenta a continuación una lista de precios de instalación y retiro de accesorios y equipo que intervienen en el proyecto:

<b>Tabla de costos de mano de obra de instalación y retiro de accesorios</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Instalación (\$)</b>	<b>Retiro (\$)</b>
Transformadores	1,609.00	1,006.00
Postes	804.00	402.00
Pasos	557.00	371.00
Cortacircuitos fusible	804.00	402.00
Apartarrayos	1,609.00	804.00
Tramos de línea en AT	743.00	371.00
Tramos de línea en BT	371.00	186.00

Tabla 5.1

los precios presentados en la tabla son unitarios y los tramos de línea se consideran de 40m, es importante señalar que el costo de labor de instalación y retiro de los transformadores considera además los siguientes accesorios:

Abrazadera 5U y Dado 46.

Abrazadera T1F.

Bastidor 93.

Conector derivación L 1/0-1/0 AL.

Conector canal C 1/0-1/0 CO.

cable guía transf. 1/0 L.

Tierra 1.

Separador T1F.

Cruceta 42.

y el costo de labor por instalación y retiro de pasos considera los siguientes accesorios:

Abrazadera 6U.

Alfileres 234.

Aisladores A56-2.

Cruceta 43.

Dado 46.

El costo total de la mano de obra se calcula realizando una lista de accesorios y equipo de instalación/retiro para cada uno de los alimentadores, multiplicando por su precio correspondiente y considerando dos costos por este concepto, uno de instalación del sistema de 23 kV y otro de retiro del sistema de 6 kV.

Del sistema de 6 kV serán retirados todos los transformadores, sus accesorios correspondientes tales como aisladores, alfileres, dados, etc., y algunos tramos de cable tanto en alta como en baja tensión, el material restante será reutilizado en el sistema de 23 kV (postes, tramos de cable y accesorios compatibles).

Los cuadros con el cálculo de la mano de obra de instalación y retiro se presentan a continuación:

## COSTO DE LA MANO DE OBRA DE LA INSTALACIÓN NUEVA

Alimentador	Transformadores		Postes		Pasos		Cortacircuitos fusible	
	Cantidad	Costo de Instalación	Cantidad	Costo de Instalación	Cantidad	Costo de Instalación	Cantidad	Costo de Instalación
AMSTERDAM	71	57,084.00	0	0.00	123	98,882.00	71	114,239.00
CHAPULTEPEC	99	79,596.00	0	0.00	96	77,184.00	99	159,291.00
CUAUTLA	100	80,400.00	0	0.00	158	127,032.00	100	160,900.00
GUTENBERG	84	67,536.00	1	557.00	189	151,956.00	83	133,547.00
INTERNACIONAL	66	53,064.00	0	0.00	141	113,364.00	66	106,194.00
MAZATLAN	32	25,728.00	0	0.00	89	71,556.00	32	51,488.00
MICHOACAN	72	57,888.00	0	0.00	136	109,344.00	72	115,848.00
MIRAVALLE	80	64,320.00	0	0.00	109	87,636.00	80	128,720.00
PARRAS	152	122,208.00	0	0.00	295	237,180.00	144	231,896.00
PASEO	31	24,924.00	0	0.00	86	53,064.00	29	46,561.00
ROMA	13	10,452.00	0	0.00	49	39,396.00	13	20,917.00
SINALOA	46	36,984.00	0	0.00	76	61,104.00	46	74,014.00
SONORA	55	44,220.00	0	0.00	110	88,440.00	54	86,886.00
YAUATEPEC	100	80,400.00	0	0.00	211	169,644.00	99	159,291.00
<b>TOTAL</b>		<b>904,964.00</b>		<b>557.00</b>		<b>1,486,792.00</b>		<b>1,899,682.00</b>

Cuadro 5.1



## COSTO DE LA MANO DE OBRA DE LA INSTALACIÓN NUEVA

Alimentador	Apartarreyos		Tramos de líneas en AT		Tramos de líneas en BT		TOTAL (\$)
	Cantidad	Costo de Instalación	Cantidad	Costo de Instalación	Cantidad	Costo de Instalación	
AMSTERDAM	71	52,753.00	6	2,226.00	0	0.00	328,194.00
CHAPULTEPEC	99	73,557.00	11	4,081.00	0	0.00	393,799.00
CUAUTLA	100	74,300.00	12	4,452.00	0	0.00	447,064.00
GUTENBERG	83	61,869.00	16	5,936.00	0	0.00	421,391.00
INTERNACIONAL	66	49,039.00	2	742.00	0	0.00	322,462.00
MAZATLAN	32	23,776.00	10	3,710.00	0	0.00	178,259.00
MICHOACAN	72	53,496.00	14	5,194.00	0	0.00	341,778.00
MIRAVALLE	80	59,440.00	2	742.00	0	0.00	349,868.00
PARRAS	144	106,992.00	36	13,356.00	0	0.00	711,632.00
PASEO	29	21,547.00	1	371.00	0	0.00	146,947.00
ROMA	13	9,659.00	0	0.00	0	0.00	66,434.00
SINALOA	46	34,178.00	4	1,484.00	0	0.00	287,764.00
SONORA	54	40,122.00	6	2,226.00	0	0.00	261,694.00
YAUTEPEC	99	73,557.00	35	12,985.00	0	0.00	498,877.00
<b>TOTAL</b>		<b>734,064.00</b>		<b>67,508.00</b>		<b>0.00</b>	<b>4,672,634.00</b>

Cuadro 51

## COSTO DE LA MANO DE OBRA DE RETIRO DE LA INSTALACIÓN VIEJA

Alimentador	Transformadores		Postes		Pasos		Cortacircuitos fusible		Apartarrays	
	Cantidad	Costo de Retiro (\$)	Cantidad	Costo de Retiro (\$)	Cantidad	Costo de Retiro (\$)	Cantidad	Costo de Retiro (\$)	Cantidad	Costo de Retiro (\$)
AMSTERDAM	28	11,256.00	0	0.00	120	46,240.00	28	22,512.00	28	10,388.00
CHAPULTEPEC	42	16,884.00	0	0.00	68	27,336.00	44	35,376.00	44	16,324.00
CUAUTLA	46	18,492.00	0	0.00	121	46,642.00	43	34,572.00	43	15,953.00
GUTEMBERG	47	18,894.00	0	0.00	180	72,360.00	43	34,572.00	43	15,953.00
INTERNACIONAL	33	13,266.00	0	0.00	139	55,878.00	33	26,532.00	33	12,243.00
MAZATLAN	17	6,834.00	0	0.00	83	33,366.00	17	13,968.00	17	6,307.00
MICHOACAN	31	12,462.00	0	0.00	125	50,250.00	31	24,924.00	31	11,501.00
MIRAVALLE	47	18,894.00	0	0.00	106	42,612.00	47	37,768.00	47	17,437.00
PARRAS	64	25,728.00	0	0.00	245	98,490.00	64	51,456.00	64	23,744.00
PASEO	20	8,040.00	0	0.00	63	25,326.00	20	16,080.00	20	7,420.00
ROMA	7	2,814.00	0	0.00	49	18,696.00	7	5,628.00	7	2,587.00
SINALOA	27	10,854.00	0	0.00	72	28,944.00	27	21,708.00	27	10,017.00
SONORA	31	12,462.00	0	0.00	105	42,210.00	31	24,924.00	31	11,501.00
YALUTEPEC	37	14,874.00	0	0.00	167	67,134.00	37	29,748.00	37	13,727.00
<b>TOTAL</b>		<b>191,754.00</b>		<b>0.00</b>		<b>860,406.00</b>		<b>379,488.00</b>		<b>175,112.00</b>

Cuadro 5.2

## COSTO DE LA MANO DE OBRA DE RETIRO DE LA INSTALACIÓN VIEJA

Alimentador	Tramos de líneas en AT		Tramos de líneas en BT		TOTAL (\$)
	Cantidad	Costo de Retiro (\$)	Cantidad	Costo de Retiro (\$)	
AMSTERDAM	29	5,394.00	37	0.00	97,799.99
CHAPULTEPEC	34	6,324.00	67	0.00	162,504.99
CUAUTLA	38	7,089.00	72	0.00	124,727.99
GUTEMBERG	129	23,994.00	103	0.00	166,773.99
INTERNACIONAL	26	4,838.00	39	0.00	113,756.99
MAZATLAN	36	6,696.00	46	0.00	96,971.99
MICHOCAN	37	6,962.00	67	0.00	169,979.99
MIRAVALLE	86	15,886.00	54	0.00	132,727.99
PARRAS	102	18,972.00	181	0.00	218,399.99
PASEO	36	6,696.00	24	0.00	63,963.99
ROMA	25	4,850.00	10	0.00	26,287.99
SINALOA	54	10,044.00	37	0.00	81,867.99
SONORA	89	16,368.00	82	0.00	187,466.99
YAUTEPEC	79	14,694.00	105	0.00	146,177.99
<b>TOTAL</b>		<b>148,814.99</b>		<b>0.00</b>	<b>1,583,664.99</b>

Cuadro 52

## Capítulo VI

## CAPÍTULO VI

## CÁLCULO DE LA RECUPERACIÓN DE LA INSTALACIÓN VIEJA

La mayoría de las empresas poseen maquinaria, equipo, computadoras, automoviles, material de oficina, edificios, etc., a estos bienes se les llama "bienes de capital" si duran más de un año y su inversión es comunmente recobrada a través de la deducción de gasto en los impuestos, llamada depreciación. Un activo pierde valor por razones de edad, uso y obsolescencia durante su vida útil, de modo que, aún cuando un activo puede estar trabajando en excelentes condiciones, éste podría trabajar menos a lo largo del tiempo. Por ejemplo, en el caso de la Compañía de Luz, que es propietaria del equipo eléctrico del sistema de distribución que nos atañe, seguira disponiendo de él a fin de año y podrá utilizarlo durante algunos años más, pero esos activos no duran indefinidamente y llega el momento en que es necesario reemplazarlos. A pesar de ello, aún se puede obtener una última ganancia que es una recuperación parcial del valor residual del equipo. Ya sea que se venda o que se reutilice en otras instalaciones.

Se habla de un valor de recuperación porque a lo largo del tiempo, la depreciación de los equipos hace que pierdan gradualmente su valor comercial. Por ello es conveniente que aún estando joven el equipo, éste se amortice ahorrando periodicamente la cantidad necesaria para que al final de su vida útil, se pueda hacer la adquisición de uno nuevo sin desbalancear el presupuesto.

A continuación definiremos algunos conceptos, relacionados con el tema, útiles para el entendimiento de algunos conceptos tratados en capitulos posteriores.

**Valor en libros**

Representa el remanente entre la inversión inicial no depreciada en los libros de una compañía después del cargo por depreciación a la fecha en que fue restada de su valor inicial. El valor en libros usualmente se determina a fin de año.

**Valor comercial**

Es la cantidad anual a la cual puede realizarse un activo si éste es vendido en el mercado abierto. Generalmente tiene sustanciales diferencias con el valor en libros.

**Costo inicial**

Es el costo de instalación de un activo incluyendo el precio de compra, despacho e instalación y otros costos directos despreciables en que se incurren, para dejar listo el activo para usarse.

**Periodo de recuperación**

También llamado vida útil o vida depreciable, es la vida del activo (en años) para los propósitos de depreciación e impuestos. Este puede ser un poco diferente para propósitos productivos debido a las reglas impositivas, política administrativa y rápida obsolescencia.

**Tasa de depreciación o tasa de recuperación**

Es la fracción de la base o costo inicial retirada por causa de la depreciación, de los libros de la compañía cada año. Esta tasa puede ser igual (tasa de línea recta) o diferente para cada año.

**Valor de salvamento**

Es el valor neto esperado o valor del mercado al final de la vida útil del activo. La cantidad de salvamento puede expresarse como un porcentaje del costo inicial y puede ser positivo, cero o negativo si los costos se desmontan o quitan en forma anticipada. Los métodos de depreciación corrientes aprobados para propósito de impuestos

usualmente asumen un valor de salvamento de cero, a pesar de que el valor de salvamento real puede ser positivo. Esto puede forzar al pago de impuestos adicionales cuando un activo es vendido por un valor neto más grande que el valor de libros. Supongamos que hace un año la compañía "LF" compró 10 transformadores al precio de \$1,000 cada uno, a la hora de calcularse los beneficios no se deben de contar los \$10,000 como el costo de los transformadores sino que se debe averiguar que valor pierden con el uso durante el año y considerar esa cantidad como un costo. Pero además y debido a la depreciación redujeron su valor de \$1,000 a \$800 al cabo de una año, de modo que ahora los transformadores se pueden vender a \$800 cada uno, el cual sería su valor de recuperación. Entonces el valor de recuperación o salvamento de un bien es la cantidad a la cual se puede vender, pasado algún tiempo de haberlo adquirido por primera vez.

Existen varios métodos o técnicas para la depreciación de activos, por ejemplo el de *línea recta* que es el más comunmente utilizado, el *saldo decreciente* que es un método acelerado para cuando el valor en libros decrece más rápidamente, el sistema acelerado de recuperación de costos (SARC) y el sistema modificado de recuperación de costos (SMARC). Pero no es tema de esta tesis el abordarlos.

La depreciación sucede en todas las empresas para todas las piezas que puedan considerarse capital físico, es decir la maquinaria, el equipo y los edificios utilizados en la producción o también llamados activos fijos.

En nuestro análisis habremos de incluir no solo los transformadores sino también muchas otras piezas del sistema de distribución que tienen un determinado valor de recuperación.

Los valores de rescate o salvamento de los equipos que actualmente componen el sistema se obtuvieron de acuerdo a la tabla de costos que maneja Compañía de Luz y Fuerza, dichos elementos son los siguientes:

Descripción	Unidad	Costo recuperación (\$)
Abrazadera 5U Y DADO 46	Pz	21,00
Abrazadera T1F	Pz	57,04
Cortacircuitos fusible D23112	Pz	130,70
Apartarayos DOM 23	Pz	119,78
Abrazadera T1F	Pz	57,04
Tomillo máquina	Pz	11,20
Transformador trifásico 30 KVA	Pz	1.200,00
Transformador trifásico 50 KVA	Pz	1.672,00
Transformador trifásico 75 KVA	Pz	1.962,00
Transformador trifásico 100 KVA	Pz	3.012,00
Transformador trifásico 112,5 KVA	Pz	12.000,00
Transformador trifásico 150 KVA	Pz	15.600,00
Transformador trifásico 225 KVA	Pz	17.032,00
Abrazadera 2VS	Pz	12,10
Bastidor 93	Pz	35,48
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	Pz	2,98
Conector canal C 1/0-1/0 CO	Kg	8,78
Cable guía tranf. 1/0 L	Pz	28,30
Alambre Cu 4	m	1,42
Tierra 1	Pz	28,30
Separador T1F	Pz	11,60
Cruceta 42	Pz	25,23
Abrazadera 6U	Pz	12,19
Alfileres 234	Pz	12,97
Aisladores A56-2	Pz	32,50

Tabla 6.1

En el siguiente cuadro (6.1) se listan todos estos elementos por alimentador y se obtiene un costo total de recuperación, así como un costo de recuperación general para todo el sistema.



CUADRO DEL VALOR DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENT.

Descripción	Unidad	Costo recuperación (\$)	AMSTERDAM		CHAPULTEPEC		CUAUTLA	
			Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
			Abrazadera 3U y DADO 46	Pz	21.00	28	588.00	44
Abrazadera T1F	Pz	57.04	28	1,587.12	44	2,509.78	45	2,586.80
Contacsuitos fusible D23112	Pz	130.70	84	10,978.80	132	17,252.40	135	17,844.50
Aparatrayos DOM 23	Pz	119.78	84	10,081.52	132	15,810.96	135	16,170.30
Abrazadera T1F	Pz	57.04	28	1,587.12	44	2,509.78	45	2,586.80
Tomillo máquina	Pz	11.20	56	627.20	88	985.60	90	1,008.00
Transformador trifásico 30 KVA	Pz	1,200.00	0	0.00	0	0.00	1	1,200.00
Transformador trifásico 50 KVA	Pz	1,672.00	2	3,344.00	0	0.00	8	13,376.00
Transformador trifásico 75 KVA	Pz	1,962.00	8	15,696.00	19	37,278.00	23	45,126.00
Transformador trifásico 100 KVA	Pz	3,012.00	1	3,012.00	0	0.00	3	9,036.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	Pz	12,000.00	15	180,000.00	22	264,000.00	7	84,000.00
Transformador trifásico 150 KVA	Pz	15,900.00	1	15,900.00	1	15,900.00	4	62,400.00
Transformador trifásico 225 KVA	Pz	17,032.00	1	17,032.00	0	0.00	0	0.00
Abrazadera ZVS	Pz	12.10	56	677.60	88	1,064.80	90	1,080.00
Basidor 93	Pz	35.48	28	993.44	44	1,561.12	45	1,586.80
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	Pz	2.86	84	240.84	132	390.72	135	386.80
Conector canal C 1/0-1/0 CO	Kg	8.76	224	1,982.24	352	3,083.52	360	3,153.60
Cable guía tranf. 1/0 L	Pz	28.30	336	9,508.80	528	14,942.40	540	15,282.00
Alambre Cu 4	m	1.42	56	79.52	88	124.88	90	127.80
Tierra 1	Pz	28.30	28	792.40	44	1,245.20	45	1,273.50
Separador T1F	Pz	11.80	84	974.40	132	1,531.20	135	1,586.80
Cruceña 42	Pz	25.23	28	706.44	44	1,110.12	45	1,135.35
Abrazadera 8U	Pz	12.19	28	341.32	44	536.36	45	548.55
Afilieres 234	Pz	12.97	84	1,089.48	132	1,712.04	135	1,750.95
Aisladores A50-2	Pz	32.50	84	2,730.00	132	4,290.00	135	4,387.50

TOTAL

280,238.04

388,462.92

288,349.85

Cuadro 8.1

CUADRO DEL VALOR DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENT.

Descripción	GUTENBERG		INTERNACIONAL		MAZATLAN		MICHOCÁN	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Abrazadera SU Y DADO 48	43	903.00	33	893.90	17	357.00	31	851.00
Abrazadera T1F	43	2,452.72	33	1,862.32	17	969.68	31	1,768.24
Cortacircuitos fusible D23112	129	19,860.30	99	12,939.30	51	6,865.70	93	12,155.10
Apartarrayos DOM 23	129	15,451.82	99	11,858.22	51	6,108.78	93	11,139.54
Abrazadera T1F	43	2,452.72	33	1,862.32	17	969.68	31	1,768.24
Tornillo máquina	98	983.20	68	738.20	34	380.80	62	694.40
Transformador trifásico 30 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 50 KVA	5	8,360.00	6	10,032.00	1	1,872.00	0	0.00
Transformador trifásico 75 KVA	17	33,354.00	20	36,240.00	10	19,820.00	18	31,382.00
Transformador trifásico 100 KVA	4	12,048.00	2	6,024.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	21	252,000.00	4	48,000.00	6	72,000.00	14	168,000.00
Transformador trifásico 150 KVA	0	0.00	1	15,600.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 225 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	17,032.00
Abrazadera 2VS	98	1,040.80	68	798.60	34	411.40	62	750.20
Bastidor 93	43	1,525.64	33	1,170.84	17	603.18	31	1,099.68
Conector derivación L 1/0-1/0 AL	129	381.84	99	283.04	51	150.96	93	275.28
Conector canal C 1/0-1/0 CO	344	3,013.44	264	2,312.64	136	1,181.36	248	2,172.48
Cable gua transf. 1/0 L	516	14,802.80	398	11,208.80	204	5,773.20	372	10,527.60
Alambre Cu 4	86	122.12	66	93.72	34	48.28	62	86.04
Tierra 1	43	1,218.90	33	933.90	17	481.10	31	877.30
Separador T1F	129	1,496.40	99	1,148.40	51	591.60	93	1,078.80
Cruceña 42	43	1,084.89	33	832.59	17	428.91	31	782.13
Abrazadera 6U	43	524.17	33	402.27	17	207.23	31	377.89
Alfileres 234	129	1,673.13	99	1,284.03	51	661.47	93	1,208.21
Aisladores A58-2	129	4,192.50	99	3,217.50	51	1,657.50	93	3,022.50
<b>TOTAL</b>		<b>375,719.99</b>		<b>172,584.69</b>		<b>120,949.81</b>		<b>286,858.83</b>

Cuadro 8.1

CUADRO DEL VALOR DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENT.

Descripción	MIRAVALLE		PARRAS		PASEO		ROMA	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Abrazadera 5U Y DADO 48	47	987.00	64	1,344.00	20	420.00	7	147.00
Abrazadera T1F	47	2,680.88	64	3,650.58	20	1,140.80	7	368.28
Cortacircuitos fusible DZ3112	141	18,428.70	192	25,084.40	60	7,842.00	21	2,744.70
Aparatrayos DOM 23	141	18,588.98	192	22,997.78	60	7,186.80	21	2,515.38
Abrazadera T1F	47	2,680.88	64	3,650.58	20	1,140.80	7	368.28
Tornillo máquina	94	1,052.80	128	1,433.60	40	448.00	14	156.80
Transformador trifásico 30 KVA	2	2,400.00	0	0.00	3	3,900.00	0	0.00
Transformador trifásico 50 KVA	10	16,720.00	0	0.00	7	11,794.00	3	5,016.00
Transformador trifásico 75 KVA	23	45,128.00	40	78,480.00	9	17,858.00	3	5,888.00
Transformador trifásico 100 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	12	144,000.00	23	278,000.00	1	12,000.00	1	12,000.00
Transformador trifásico 150 KVA	0	0.00	1	15,800.00	0	0.00	0	0.00
Transformador trifásico 225 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Abrazadera ZVS	64	1,137.40	128	1,548.80	40	484.00	14	168.40
Bastidor 83	47	1,867.58	64	2,270.72	20	709.80	7	248.38
Conector derivación L 10-10 AL	141	417.38	192	568.32	60	177.60	21	62.18
Conector canal C 10-10 CO	378	3,293.76	512	4,485.12	180	1,401.80	58	480.56
Cable guía transf. 10 L	564	15,981.20	768	21,734.40	240	6,782.00	84	2,377.20
Alambre Cu 4	94	133.48	128	181.78	40	58.80	14	19.88
Tierra 1	47	1,330.10	64	1,811.20	20	588.00	7	198.10
Separador T1F	141	1,835.80	192	2,227.20	60	698.00	21	243.80
Cruceña 42	47	1,185.81	64	1,614.72	20	504.60	7	178.81
Abrazadera 6U	47	572.93	64	780.18	20	243.80	7	85.33
Alfileres 234	141	1,828.77	192	2,490.24	60	778.20	21	272.37
Aisladores A58-2	141	4,582.50	192	6,240.00	60	1,950.00	21	682.50
<b>TOTAL</b>		<b>284,711.71</b>		<b>474,203.52</b>		<b>77,500.80</b>		<b>34,290.51</b>

Cuadro 6.1

CUADRO DEL VALOR DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES Y ACCESORIOS POR ALIMENT.

Descripción	SINALOA		SONORA		YAUTEPEC		TOTAL	
	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo	Cantidad	Costo
Abrazadera SU Y DADO ø6	27	587.00	31	851.00	37	777.00	474	9,984.00
Abrazadera T1F	27	1,540.08	31	1,768.24	37	2,110.48	474	27,838.08
Contadores fusible D23112	81	10,586.70	93	12,155.10	111	14,507.70	1422	188,888.00
Aperturayos DOM Z3	81	9,702.18	93	11,138.54	111	13,295.58	1422	179,337.16
Abrazadera T1F	27	1,540.08	31	1,768.24	37	2,110.48	474	27,838.08
Tornillo máquina	54	804.80	62	894.40	74	828.80	948	10,817.60
Transformador trifásico 30 KVA	0	0.00	0	0.00	1	1,200.00	7	8,400.00
Transformador trifásico 50 KVA	16	28,752.00	0	0.00	21	35,112.00	79	132,000.00
Transformador trifásico 75 KVA	7	13,734.00	22	43,164.00	12	23,544.00	228	648,288.00
Transformador trifásico 100 KVA	3	8,038.00	0	0.00	0	0.00	18	88,188.00
Transformador trifásico 112.5 KVA	1	12,000.00	0	108,000.00	3	36,000.00	139	1,044,000.00
Transformador trifásico 150 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	8	134,880.00
Transformador trifásico 225 KVA	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	34,864.80
Abrazadera ZVS	54	853.40	62	750.20	74	895.40	948	11,478.80
Resistor 93	27	957.96	31	1,099.88	37	1,312.76	474	16,817.82
Conector derivación L 1/8-1/8 AL	81	239.76	93	275.28	111	328.56	1422	4,898.12
Conector canal C 1/8-1/8 CO	218	1,862.18	248	2,172.48	298	2,562.88	2792	33,217.92
Cable guía transf. 1/0 L	324	9,189.20	372	10,527.80	444	12,585.20	8868	108,978.80
Alambre Cu 4	54	78.96	62	86.04	74	105.08	948	1,246.16
Tierra 1	27	784.10	31	877.30	37	1,047.10	474	13,414.20
Separador T1F	81	839.80	93	1,078.80	111	1,287.80	1422	16,086.00
Cunetas 42	27	681.21	31	782.13	37	833.51	474	11,000.82
Abrazadera BU	27	328.13	31	377.86	37	451.03	474	6,778.08
Afilletes Z34	81	1,050.57	93	1,208.21	111	1,438.67	1422	18,443.34
Aisladores A58-2	81	2,632.50	93	3,022.50	111	3,807.50	1422	48,215.88

TOTAL	105,449.11	201,598.83	156,052.41	3,228,878.82
-------	------------	------------	------------	--------------

Cuadro 6 1

# Capítulo VII

**CAPÍTULO VII**  
**CÁLCULO DE LA VIDA ESPERADA DE LOS**  
**TRANSFORMADORES**

Sabemos que un transformador tiene un ciclo de vida aproximado de entre 20 y 25 años, esto se refuerza si se considera que trabaja continuamente y utilizando, casi siempre, más del 50% de su capacidad nominal, como es el caso de los que alimentan zonas urbanas no necesariamente densas. Sin embargo, podemos encontrar que algunos transformadores fallan antes (incluso, mucho antes) de esos 20 años mínimos que esperamos; se dan casos en que el elemento no llega ni siquiera al 5% de la vida esperada. Este fenómeno, se puede deber a varias causas, algunas de ellas pueden ser defectos de fabricación, envejecimiento de aislantes (papel y aceite), cortos circuitos en la baja tensión, la protección inadecuada del transformador, el exceso de carga, mas allá de su capacidad, que reduce apreciablemente su vida, siniestros (temblores, huracanes, etc.).

En base a pruebas, estudios y a la experiencia se ha llegado a determinar, con bastante precisión, qué porcentaje de una población de transformadores es el que falla en un lapso establecido de tiempo o más bien el porcentaje de transformadores que viven en ese lapso, a lo cual se le conoce como **confiabilidad**.

La confiabilidad es un concepto que relaciona directamente a los equipos que viven con los que fallan, de la siguiente manera:

$$R + Q = 1$$

Donde:

R: confiabilidad

Q: falla

El valor característico de la confiabilidad de los transformadores es del 98% al año, por lo tanto el de falla es del 2%:

$$R = 0.98 \quad Q = 0.02$$

Es decir, de una población de " $\alpha$ " transformadores, al año permanecieran en servicio tan solo  $0.98(\alpha)$  y un  $0.02(\alpha)$  habrán fallado.

Así pues, la cantidad de transformadores que componen un sistema de distribución va decreciendo a lo largo de los años de una manera exponencial, siempre y cuando el sistema no reemplace sus transformadores dañados ni crezca:

$$P_t = MR^t = e^{-Q\alpha t} \dots\dots\dots(7.1)$$

Donde:

$P_t$ : Población en el año  $t$

$t$ : El tiempo en años

$M$ : Población inicial

$R$ : Confiabilidad

$Q$ : Falla

De tal manera, podemos observar que la confiabilidad representa la posibilidad de hacer estimaciones buenas de la población existente a determinado tiempo. Y adicionalmente obtener un valor real de la vida promedio de los transformadores a ese instante.

No obstante, un sistema de distribución de esta naturaleza, no puede prescindir de un transformador, cuando éste por alguna razón se ha dañado y era el único que alimentaba a un conjunto de usuarios, por lo tanto es necesario reemplazar dicho transformador dañado lo antes posible para dar mayor continuidad al servicio. De esta manera logramos que la población de transformadores, sea siempre la misma, en este sentido la expresión 7.1 no nos sirve, ya que no toma en cuenta la sustitución del equipo.

Es importante esquematisar la forma en como se va dando el movimiento de la población a lo largo de los años cuando hay sustitución de transformadores dañados.

Año	Generación					
	0	1	2	3	4	n
0	M					
1	MR	MQ				
2	MR <sup>2</sup>	MQR	MQ			
3	MR <sup>3</sup>	MQR <sup>2</sup>	MQR	MQ		
4	MR <sup>4</sup>	MQR <sup>3</sup>	MQR <sup>2</sup>	MQR	MQ	
⋮						
n	MR <sup>n</sup>	MQR <sup>n-1</sup>	MQR <sup>n-2</sup>	MQR <sup>n-3</sup>	MQR <sup>n-4</sup>	MQR <sup>n-n</sup>

Observando la tabla:

- Tenemos una población inicial M en el año cero, llamada generación cero.
- Al término del año uno queda el 98% de los transformadores del año cero, es decir: MR transformadores, más los de sustitución que son los que fallan del año cero, es decir: MQ y que forman parte de la generación 1.
- En el año dos quedan MR<sup>2</sup> transformadores del año uno más MQR transformadores de la generación uno del año uno más los de sustitución (fallados del año 1): (MR+MQ)Q, (simplificando queda MQ) del año inmediato anterior, es decir del año uno.
- Sucesivamente hasta un término genérico en el año n.

Se llega a una expresión general que devuelve la población en cualquier año:

$$MR^n + MQ \sum_{j=0}^{n-1} R^j \dots\dots\dots (7.2)$$

Lo siguiente es tratar de simplificar en lo posible esta expresión:

La sumatoria en dicha expresión, llamada "S" es igual:

$$S = 1 + R + R^2 + R^3 + R^4 + \dots + R^{n-1}$$

$$RS = R + R^2 + R^3 + R^4 + R^5 + \dots + R^{n-1} + R^n$$



$$S - RS = 1 - R^n$$

$$S = \frac{1 - R^n}{1 - R}$$

∴ Regresando a (7.2)

$$Poblacion = MR^n + MQ \frac{1 - R^n}{1 - R}$$

$$Poblacion = M(R^n + Q \frac{1 - R^n}{1 - R}) \dots \dots \dots (7.3)$$

La expresión anterior dará como resultado, en cualquier año n, una población igual a la población inicial M, no hay que olvidar que conforme falla algún transformador, éste se sustituye por otro, sin modificar la cantidad inicial.

Sin embargo, la realidad es que la demanda de energía tiende a crecer y por lo tanto el sistema de distribución también, aumentando aproximadamente un 3% anual su número de transformadores, de manera que la expresión 7.3 no nos sirve, ya que no toma en cuenta dicho crecimiento.

Haciendo un procedimiento totalmente análogo, a continuación se esquematiza la forma en como se va dando el crecimiento de la población a lo largo de los años.

Año	Generación						
	0	1	2	3	4	.....	n
0	M						
1	MR	M(Q+i)					
2	MR <sup>2</sup>	MR <sup>2</sup> (Q+i)	M(Q+i) <sup>2</sup>				
3	MR <sup>3</sup>	MR <sup>3</sup> (Q+i)	MR <sup>3</sup> (Q+i) <sup>2</sup>	M(Q+i) <sup>3</sup>			
4	MR <sup>4</sup>	MR <sup>4</sup> (Q+i)	MR <sup>4</sup> (Q+i) <sup>2</sup>	MR <sup>4</sup> (Q+i) <sup>3</sup>	M(Q+i) <sup>4</sup>		
∴							
n	MR <sup>n</sup>	MR <sup>n-1</sup> (Q+i) <sup>0</sup>	MR <sup>n-2</sup> (Q+i) <sup>1</sup>	MR <sup>n-3</sup> (Q+i) <sup>2</sup>	MR <sup>n-4</sup> (Q+i) <sup>3</sup>	.....	MR <sup>n-n</sup> (Q+i) <sup>n-1</sup>

Esta tabla presenta sus términos ya simplificados, pero se desarrolla de igual manera que la tabla anterior, solo que año con año se debe ir agregando el 3% de los transformadores que había el año pasado.

La expresión genérica que devuelve la población en cualquier año:

$$MR^n + M(Q+i) \sum_{j=0}^{n-1} R^j I^{n-1-j} \dots \dots \dots (7.4)$$

Donde:

i: razón de crecimiento = 3% anual

$$I = 1+i$$

Lo siguiente es tratar de simplificar en lo posible ésta última expresión:

La sumatoria en dicha expresión, llamada "S" es igual:

$$S = I^{n-1} + R I^{n-2} + R^2 I^{n-3} + R^3 I^{n-4} + \dots + R^{n-2} I + R^{n-1}$$

$$\frac{R}{I} S = R I^{n-2} + R^2 I^{n-3} + R^3 I^{n-4} + R^4 I^{n-5} + \dots + R^{n-1} + R^n I^{-1}$$

$$S - \frac{R}{I} S = I^{n-1} - R^n I^{-1}$$

$$S = \frac{I^{n-1} - R^n I^{-1}}{1 - R I^{-1}}$$

∴ Volviendo a (7.4)

$$Poblacion = MR^n + M(Q+i) \frac{I^{n-1} - R^n I^{-1}}{1 - R I^{-1}}$$

$$Poblacion = M(R^n + (Q+i) \frac{I^{n-1} - R^n I^{-1}}{1 - R I^{-1}}) \dots \dots \dots (7.5)$$

Que es la expresión adecuada para conocer el número de transformadores del sistema de distribución, que se encontrarán operando en un horizonte determinado de tiempo, considerando que existe sustitución de transformadores fallados y crecimiento anual del sistema.

Para el caso particular de este estudio, el número de transformadores que habrán de instalarse, será la población inicial M a considerar, ya que todos los transformadores que

actualmente están operando en la zona serán cambiados. Del cuadro 4.1 obtenemos  $M=1001$ , de la expresión 7.5 obtenemos la población a los 25 años:

**P = 2096 transformadores operando.**

### Vida media de la población

La vida media o también llamada esperanza de vida de todos los transformadores cuando han pasado  $n$  años se obtiene multiplicando cada término de la expresión 7.4 por el número de años de cada generación y dividiendo al final por  $M$ :

$$E(s) = \frac{nMR^n + M(Q+i) \sum_{j=0}^{n-1} jR^j I^{n-1-j}}{M}$$

$$E(s) = nR^n + (Q+i) \sum_{j=0}^{n-1} jR^j I^{n-1-j} \dots\dots\dots(7.6)$$

A continuación se simplificará la expresión anterior; la sumatoria que contiene es llamada "S<sub>1</sub>", entonces S<sub>1</sub> es:

$$S_1 = 0R^0I^{n-1} + R^1I^{n-2} + 2R^2I^{n-3} + 3R^3I^{n-4} + \dots + (n-2)R^{n-2}I + (n-1)R^{n-1}I^0$$

$$S_1 = I^{n-1}(0R^0 + R^1I + 2R^2I^2 + 3R^3I^3 + \dots + (n-2)R^{n-2}I^{(n-2)} + (n-1)R^{n-1}I^{(n-1)})$$

si  $L = R/I$  .....(7.7)

$$S_1 = I^{n-1}(1L + 2L^2 + 3L^3 + \dots + (n-2)L^{n-2} + (n-1)L^{n-1})$$

$$LS_1 = I^{n-1}(L^2 + 2L^3 + 3L^4 + \dots + (n-2)L^{n-1} + (n-1)L^n)$$

$$S_1 - LS_1 = I^{n-1}(L + L^2 + L^3 + L^4 + \dots + L^{n-1} - (n-1)L^n) \dots\dots\dots(7.8)$$

$$S_2 = L + L^2 + L^3 + L^4 + \dots + L^{n-1}$$

$$LS_2 = L^2 + L^3 + L^4 + L^5 + \dots + L^n$$

$$S_2 - LS_2 = L - L^n$$

$$S_2 = (L - L^n) / (1 - L)$$

Sustituyendo S<sub>2</sub> en 7.8

$$S_1 - LS_1 = I^{n-1}(S_2 - (n-1)L^n)$$

$$S_1 = \frac{I^{n-1}}{1-L} \left( \frac{L-L^n}{1-L} - (n-1)L^n \right)$$

$$S_1 = \frac{I^{n-1}}{1-L} \left( \frac{L-L^n - (1-L)(n-1)L^n}{1-L} \right)$$

$$S_1 = \frac{I^{n-1}}{(1-L)^2} (L - L^n - (nL^n - L^n - nL^{n+1} + L^{n+1}))$$

$$S_1 = \frac{I^{n-1}}{(1-L)^2} (L - nL^n + nL^{n+1} - L^{n+1})$$

$$S_1 = \frac{I^{n-1}}{(1-L)^2} (L - nL^n + (n-1)L^{n+1})$$

Sustituyendo 7.7 y  $S_1$  en 7.6

$$E(s) = nR^n + (Q+i) \frac{I^{n-1}}{(1-\frac{R}{I})^2} \left( \frac{R}{I} - n \left( \frac{R}{I} \right)^n + (n-1) \left( \frac{R}{I} \right)^{n+1} \right)$$

$$E(s) = nR^n + \frac{I^{n-1}}{(Q+i)} (RI^{-1} - nR^n I^{-n} + nR^{n+1} I^{-(n+1)} - R^{n+1} I^{-(n+1)})$$

$$E(s) = \frac{(Q+i)nR^n + RI^n - nR^n I + nR^{n+1} I^0 - R^{n+1} I^0}{Q+i}$$

$$E(s) = \frac{(Q+i)nR^n + RI^n - nR^n I + nR^{n+1} - R^{n+1}}{Q+i}$$

$$E(s) = \frac{R^n ((Q+i)n - nI) + (n-1)R^{n+1} + RI^n}{Q+i}$$

$$E(s) = \frac{-R^{n+1}n + (n-1)R^{n+1} + RI^n}{Q+i}$$

$$E(s) = \frac{R^{n+1}(-n+n-1) + RJ^n}{Q+i}$$

$$E(s) = \frac{-R^{n+1} + RJ^n}{1-R+i}$$

$$E(s) = \frac{R(I^n - R^n)}{I - R} \dots\dots\dots(7.9)$$

La anterior es la expresión que devuelve la vida media de los transformadores que operan en el sistema a los  $n$  años.

Como se observa, el promedio de vida del equipo no depende de la población inicial, sino de la tasa de crecimiento del sistema, de la confiabilidad de éste y del tiempo que ha operado.

De manera que, a los 25 años de operación, el sistema de distribución que hemos proyectado tendrá una vida media de:

$$E(s) = \frac{0.98(1.03^{25} - 0.98^{25})}{1.03 - 0.98}$$

$$E(s) = 29.21 \text{ años}$$

Esto quiere decir que nuestra población de transformadores tendrá una edad promedio de 29 años.

# Capítulo VIII

## CAPÍTULO VIII

## VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS EN UN HORIZONTE DE 25 AÑOS

La ingeniería económica es una colección de técnicas matemáticas que simplifican comparaciones económicas, es una herramienta de decisión por medio de la cual se podrá escoger un método como el más económico posible. En la ingeniería, hay siempre varias maneras de realizar una tarea dada, y es necesario ser capaz de comparar racionalmente, de modo que pueda seleccionarse la alternativa más económica. Las alternativas usualmente comprenden detalles tales como costo de compra, la previsión de la vida del activo, los costos de mantenimiento y operación anuales, anticipar el valor de recuperación (salvamento) y la tasa de interés (tasa de retorno). Una vez que todos los cálculos pertinentes de todas las alternativas se colectan, un análisis en Ingeniería Económica puede conducir a determinar cuál es el mejor desde el punto de vista económico.

Para un conjunto de alternativas que pueden ser cuantificadas en términos de dinero, es importante reconocer el concepto del valor del dinero en el tiempo. Al cambio en la cantidad de dinero durante un periodo de el tiempo es llamado el valor del dinero en el tiempo, que es el concepto de mayor importancia en la Ingeniería Económica.

La evidencia del valor del dinero en tiempo es el interés, que es una medida del incremento entre la suma originalmente invertida y la cantidad final o acumulada. Así el interés será la cantidad acumulada menos la inversión original. A dicha inversión se le denomina capital.

Cuando el interés se expresa como porcentaje del monto original por unidad de tiempo, el resultado es la tasa de interés.

El valor del dinero en el tiempo y la tasa de interés utilizada conjuntamente generan el concepto de equivalencia, esto significa que diferentes sumas de dinero en diferentes tiempos pueden tener igual valor económico.

Las expresiones matemáticas utilizadas en la Ingeniería Económica emplean los siguientes símbolos:

P: valor o suma de dinero en un tiempo denominado presente; pesos.

F: valor o suma de dinero en algún tiempo futuro; pesos.

A: Una serie consecutiva igual de dinero al final de cada periodo; pesos por año.

n: número de periodos; meses, años, etc.

i: tasa de interés por periodo; porcentaje por mes, etc.

Los símbolos P y F representan valores sencillos que ocurren una sola vez en el tiempo, A ocurre en cada periodo por un número específico de periodos con el mismo valor. La tasa de interés compuesta  $i$  es expresada en porcentaje por periodo.

El movimiento de ingresos y egresos a lo largo del tiempo requieren de un tratamiento que los haga equivalentes; las herramientas que logran esto se llaman factores económicos; por ejemplo, una de las necesidades más frecuentes es conocer el valor presente equivalente de una cantidad o cantidades, que se prevee pagar o recibir a futuro, para ello se utiliza el factor económico conocido como valor presente.

Si lo que conocemos es la cantidad futura a pagar o recibir en un solo pago y deseamos saber el equivalente en pesos hoy, se utiliza la siguiente expresión:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

Donde:

P: valor presente



F: valor futuro

i: tasa de interés

n: periodos (generalmente en años)

Esta expresión permitirá determinar el valor presente P de una cantidad futura F, después de n años a una tasa de interés i.

Si lo que conocemos son los pagos o desembolsos anuales que habrán de sucederse, entonces la expresión a utilizar es la siguiente:

$$P = A \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right] \dots\dots\dots (8.1)$$

Donde:

P: valor presente

A: valor de la anualidad

i: tasa de interés

n: periodos (generalmente en años)

Esta ecuación dará el valor presente P de una serie anual uniforme equivalente A, que comienza al final de año 1 y se extiende durante n años a una tasa de interés i.

Existe y utilizaremos también el factor valor presente para series en escalera, que es análogo al gradiente, y se define como un factor que representa un flujo de caja que aumenta o disminuye de manera proporcional. Es decir que el flujo de caja, ya sea ingreso o desembolso, cambia en *porcentajes constantes* en periodos consecutivos de pago en contraste con el gradiente que son aumentos constantes de dinero. La ecuación para el cálculo del valor presente  $P_E$  de una serie en escalera es:

$$P_E = \frac{D \left[ \left( \frac{(1+E)}{(1+i)} \right)^n - 1 \right]}{E - i} \quad E \neq i \quad \dots\dots\dots (8.2)$$

Donde:

$P_E$  : valor presente de una serie en escalera.

D : cantidad de dinero en el año 1.

E : tasa de escalada o de incremento del flujo de caja anual en %.

Los anteriores son los factores que utilizaremos, el de serie en escalera se empleará para la obtención de la tasa interna de retorno en el capítulo IX.

Cuando una cantidad de dinero futura es convertida a un valor presente equivalente, la magnitud de la cantidad presente es siempre menor que la cantidad del flujo de caja del cual fue calculada. Esto se debe a que cualquier tasa de interés más grande que cero hace que el factor  $P/F$  tenga un valor menor que 1. Por esta razón, los cálculos del valor presente a menudo se denominan como métodos de flujo de caja descontados (FCD). Del mismo modo, la tasa de interés utilizada para hacer los cálculos se denominan como la tasa de descuento.

Para efectos de conocer el valor presente de los desembolsos en el nuevo sistema a lo largo de su vida, se calcula a continuación el valor presente de los costos, para lo cual se contemplan los siguientes: Pérdidas (ya transformadas a pesos), inversión, mano de obra (retiro e instalación) y mantenimiento; ya que el costo de inversión y de mano de obra son valores presentes, y las pérdidas en los transformadores y en los cables fueron calculados a valor presente en el capítulo 3, lo único que habremos de trasladar a valor presente será el costo de mantenimiento anual que constituye una serie uniforme, donde la anualidad vale:

A = costo anual de mantenimiento por transformador por el número total de transformadores.

$$A = \$1,410 \times 1001 = \$1,411,410$$

Por lo tanto decimos que:

$$A = 1411410$$

Aplicando la expresión 8.1:

$$P_{\text{mant}} = 1,411,410 \left[ \frac{(1 + 0.12)^{25} - 1}{0.12(1 + 0.12)^{25}} \right] = \$11,069,884.98$$

Así mismo, de los cuadros de pérdidas en valor presente del capítulo 3 (cuadros 3.1.A al 3.15.B), obtenemos las pérdidas totales:

Costo de pérdidas totales en 23kV en valor presente = \$11,866,656.64

Del cuadro 4.2, el costo total de la inversión es de: \$13,462,750.88

Del cuadro 5.1 y 5.2, el costo total de la mano de obra (retiro e instalación) es de:  
\$6,227,888

Concepto	Valor presente (\$)
Pérdidas	11,402,768.03
Inversión	13,462,750.88
Mano de obra (retiro e instalación)	6,227,888.00
Mantenimiento	11,069,884.98
<b>Total</b>	<b>42,163,291.89</b>

# Capítulo IX

**CAPÍTULO IX**

**HOJAS DE CÁLCULO, FLUJO DE CAJA, TASA INTERNA DE RETORNO Y  
CRITERIOS DE DECISIÓN SOBRE EL PROYECTO**

**Introducción**

El resultado del proceso de evaluación de una alternativa es la selección y la implementación de un proyecto, activo o servicio planeado para una vida económica, como está situado en el tiempo, es necesario determinar cómo se selecciona y cuándo la alternativa podrá ser remplazada. Este análisis de remplazo puede ser necesario hacerse antes, o después de la vida útil esperada. El resultado básico de un análisis de remplazo es responder a las siguientes preguntas: ¿ha sido alcanzada la vida útil de este activo o proyecto?, ¿Cuál alternativa podría aceptarse como su remplazo?

Ya sea que no se planea por anticipado, el remplazo se considera comúnmente por varias razones. Algunas son:

**Desempeño reducido:** Debido al deterioro físico de las partes, la capacidad de funcionamiento para un nivel de confiabilidad esperado (no estando disponible y realizable correctamente cuando se necesite) y no se presenta productividad (ejecutada a un nivel de calidad y cantidad). El resultado es usualmente el incremento de los costos de operación, altos desperdicios y costos de reelaboración, pérdidas en ventas, y grandes gastos de mantenimiento.

**Alteración de necesidades:** Nuevas necesidades de precisión, velocidad y otras especificaciones exigidas por nuestros compradores. Estos requerimientos pueden no ser cumplidos por el equipo o sistema existente. A menudo el análisis es entre el remplazo completo o el mejoramiento por medio de ajustes para los nuevos requerimientos.

Obsolescencia: Los rapidísimos cambios de la tecnología de automatización, computadoras y las telecomunicaciones hacen común que los sistemas utilizados y el desempeño de activos aceptables, sean menos seguros y productivos que los equipos que ofrecen en el mercado. El remplazo debido a la obsolescencia es usualmente posible, pero un análisis formal hecho por parte de la administración determinará la fuerza competitiva o la oferta de equipo recientemente ofrecido que puede forzar a la compañía a quedar fuera del mercado debido al incremento de requerimientos por parte de consumidores o empresarios. El decrecimiento en tiempo del ciclo de desarrollo de nuevos productos es la causa para que muchos de los análisis de remplazo sean puestos en práctica antes de completarse la vida económica útil esperada.

#### **Flujo de Caja**

Toda empresa tiene siempre entradas de dinero denominados renta o ingresos y salidas de dinero denominados costos o egresos, a estos movimientos de dinero en el tiempo se les conoce como flujo de caja.

Es importante entonces asentar para el flujo de caja que una entrada de dinero se representa generalmente con un signo más o una flecha hacia arriba, y las salida de dinero se representan con un signo menos o una flecha hacia abajo.

La diferencia entre todos los Ingresos menos los gastos nos dan el flujo neto de caja.

El cuadro 9.1 nos muestra el flujo de caja del proyecto en un horizonte de 25 años.

No. DE AÑO	FLUJO DE COSTOS					VALOR PRESENTE COSTOS	CARGA DE LA CARGA ÚNICA	BENEFICIOS									
	INVERSIÓN	GASTO DE OMBRA	OMBR. Y BARRIO	TOTAL	VALOR PRESENTE COSTOS			INCREMENTO DE ENERGÍA		INCREMENTO DE POTENCIA		COSTE CARGA FIJADO		NÚM. BARRIOS S	VALOR PRESENTE BARRIOS S		
								MMW	0	MMW	0	MM	0			MM	0
0	1987	10,226,730.50	2,227,888.20	0	18,483,888.80	14,888,722.82	27.08	3,846.52	1,828.88	0.44	1,261.40	2,262.88	5,412,768.82	5,415,861.81	4,228,082.88		
1	1988	0	0	1,411,410	1,411,410	1,125,187.41	21.66	3,262.88	1,863.27	0.46	40.84	2,642.81	5,575,178.48	5,577,268.42	4,448,016.74		
2	1989	0	0	1,411,410	1,411,410	1,088,878.57	22.32	4,082.28	1,878.88	0.47	42.07	2,829.12	5,745,438.88	5,748,388.81	4,688,147.48		
3	2000	0	0	1,411,410	1,411,410	1,060,878.57	23.80	4,208.28	1,878.53	0.48	42.32	3,016.88	5,914,707.82	5,918,727.88	4,762,187.48		
4	2001	0	0	1,411,410	1,411,410	1,033,878.57	25.88	4,331.54	2,038.82	0.48	44.62	3,201.82	6,082,148.16	6,086,278.82	4,840,229.28		
5	2002	0	0	1,411,410	1,411,410	1,006,878.57	28.40	4,451.40	2,268.88	0.51	46.97	3,392.72	6,251,918.82	6,256,048.88	4,918,128.88		
6	2003	0	0	1,411,410	1,411,410	979,878.57	30.12	4,568.32	2,508.82	0.52	47.26	3,580.78	6,421,811.04	6,426,268.88	5,001,888.28		
7	2004	0	0	1,411,410	1,411,410	952,878.57	32.88	4,728.18	2,724.82	0.54	48.77	3,765.86	6,592,268.82	6,597,268.88	5,088,281.28		
8	2005	0	0	1,411,410	1,411,410	925,878.57	36.88	4,878.18	2,912.34	0.56	50.72	3,947.22	6,764,768.88	6,769,768.88	5,174,882.28		
9	2006	0	0	1,411,410	1,411,410	898,878.57	42.48	5,021.40	3,082.28	0.57	51.74	4,127.46	6,938,438.88	6,943,438.88	5,258,128.88		
10	2007	0	0	1,411,410	1,411,410	871,878.57	49.28	5,172.88	3,232.88	0.58	53.29	4,310.52	7,113,348.70	7,118,348.82	5,340,814.48		
11	2008	0	0	1,411,410	1,411,410	844,878.57	58.14	5,327.28	3,403.81	0.61	54.88	4,497.54	7,289,128.88	7,294,128.88	5,423,814.48		
12	2009	0	0	1,411,410	1,411,410	817,878.57	69.01	5,487.07	3,578.82	0.63	56.54	4,688.88	7,466,228.28	7,471,228.28	5,506,228.28		
13	2010	0	0	1,411,410	1,411,410	790,878.57	82.81	5,651.88	3,760.28	0.66	58.22	4,884.88	7,644,828.88	7,649,828.88	5,588,828.28		
14	2011	0	0	1,411,410	1,411,410	763,878.57	99.84	5,821.22	3,928.88	0.68	59.98	5,084.22	7,824,828.88	7,829,828.88	5,671,828.28		
15	2012	0	0	1,411,410	1,411,410	736,878.57	120.88	5,998.81	4,118.88	0.68	61.78	5,287.22	8,005,828.88	8,010,828.88	5,754,828.28		
16	2013	0	0	1,411,410	1,411,410	709,878.57	145.88	6,178.28	4,262.88	0.70	63.62	5,492.88	8,188,828.88	8,193,828.88	5,837,828.28		
17	2014	0	0	1,411,410	1,411,410	682,878.57	174.88	6,361.88	4,388.88	0.72	65.54	5,702.22	8,374,828.88	8,379,828.88	5,920,828.28		
18	2015	0	0	1,411,410	1,411,410	655,878.57	208.88	6,551.88	4,518.22	0.75	67.51	5,920.28	8,562,828.88	8,567,828.88	5,998,828.28		
19	2016	0	0	1,411,410	1,411,410	628,878.57	248.88	6,742.40	4,652.88	0.77	69.54	6,141.28	8,754,828.88	8,759,828.88	6,081,828.28		
20	2017	0	0	1,411,410	1,411,410	601,878.57	304.88	6,933.88	4,798.88	0.79	71.82	6,366.82	8,948,828.88	8,953,828.88	6,164,828.28		
21	2018	0	0	1,411,410	1,411,410	574,878.57	378.88	7,128.28	4,958.88	0.82	74.22	6,594.22	9,144,828.88	9,149,828.88	6,247,828.28		
22	2019	0	0	1,411,410	1,411,410	547,878.57	474.88	7,321.28	5,128.88	0.84	76.88	6,828.22	9,342,828.88	9,347,828.88	6,330,828.28		
23	2020	0	0	1,411,410	1,411,410	520,878.57	594.88	7,508.28	5,308.82	0.87	79.88	7,068.22	9,542,828.88	9,547,828.88	6,413,828.28		
24	2021	0	0	1,411,410	1,411,410	493,878.57	742.88	7,692.28	5,498.88	0.90	83.81	7,314.22	9,744,828.88	9,749,828.88	6,494,828.28		

Cambio # 1

124,388,420.97

TOTAL VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS

182,748,621.81

RELACION BENEFICIO / COSTO

1.47

- 18 463 MM DE COSTO DEL PROYECTO ELEMENTAL MINIMO
- 1 410 00 COSTO DE MANTENIMIENTO POR TRANSFORMADOR
- 0 12 TASA DE INTERES
- 1 02 TASA DE CRECIMIENTO
- 0 7527 FACTOR DE CARGA
- 0 86 FACTOR DE POTENCIA
- 0 47 COSTO DE ENERGIA (MMW)
- 40 84 IMPACTO AL USUARIO (COSTO POR MMW X MM X 47)
- 0 084 ANCHO DE PERDIDAS AL PASAR DE MMW A 22 KV (S 4PH)
- 1 001 CANTIDAD DE TRANSFORMADORES

N  
L  
D

ESTUDIO DEL CAMBIO DE TRANSFORMADORES .

**Tasa Mínima Aceptable de Retorno**

El estudio de la evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de un proyecto. Hasta este momento se tiene la nueva configuración del proyecto, se conocen la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto incluyendo los gastos de instalación. Sin embargo, a pesar de conocer las utilidades probables del proyecto, aun no se ha demostrado que la inversión propuesta será económicamente rentable.

En este momento surge el problema sobre el método de análisis que se empleará para comprobar la rentabilidad económica del proyecto. Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa igual al nivel de inflación vigente. esto implica que el método de análisis empleado deberá de tomar en cuenta este cambio de valor real del dinero a través del tiempo.

Cuando se evalúan diferentes alternativas de inversión por medio de la ingeniería económica se utiliza el concepto de "Tasa mínima aceptable de retorno" (TMAR); este valor es en realidad la tasa mínima aceptable de interés ( $i$ ) que se deberá obtener con la inversión. Si alguna inversión en particular gana menos del valor establecido de la TMAR, se deberá evitar seguir invirtiendo en ese proyecto. Cuando menos el valor de la TMAR debe ser igual a la tasa de interés anual bancaria, pero debido a que las inversiones en bienes raíces, procesos de manufactura, etc., se tiene más riesgo que la simple inversión en un banco, se deberá siempre buscar entonces una TMAR mayor que la ofrecida por un banco.



**Tasa Interna de Retorno**

La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés a la cual trabajará la inversión hecha para que se obtengan las ganancias proyectadas durante un periodo determinado de tiempo, la TIR del proyecto deberá ser siempre mayor o igual que la TMAR para aceptar que el proyecto es rentable.

Por lo tanto, cuando conocemos la cantidad de dinero invertido y la cantidad de dinero recibido, después de un número específico de años para un solo proyecto, podemos investigar la tasa de interés de dicha operación durante todo ese tiempo.

Para obtener dicha tasa, es necesario plantear una ecuación la cual contiene todas las cantidades invertidas y las recibidas, esta ecuación se resuelve sencillamente si sólo intervienen un pago único y una entrada única, o una serie uniforme de pagos o entradas, pero si se trata de pagos no uniformes o varios factores estan involucrados, la ecuación debe resolverse por medio de métodos de ensayo y error, como será nuestro caso.

Dicha ecuación es simplemente una expresión que iguala una suma presente de dinero con el valor presente de sumas futuras, esto es, el valor presente de los desembolsos  $P_D$  es igual al valor presente de los ingresos  $P_I$  :

$$P_D = P_I$$

Luego se despeja:

$$0 = -P_D + P_I \dots\dots\dots (9.1)$$

Por ejemplo, si se invierten \$1,000 hoy y se tiene proyectado recibir \$200 anuales durante 7 años y \$500 al final de los 7 años, la ecuación de la tasa interna de retorno es:

$$1000 = 200 (P/A, i^*, 7) + 500 (P/F, i^*, 7)$$

$$0 = -1000 + 200 (P/A, i^*, 7) + 500 (P/F, i^*, 7)$$

La tasa interna de retorno es comúnmente representada como  $i^*$  (i asterisco) y será siempre mayor que cero solamente si la cantidad total de ingresos es mayor que el total de los desembolsos.

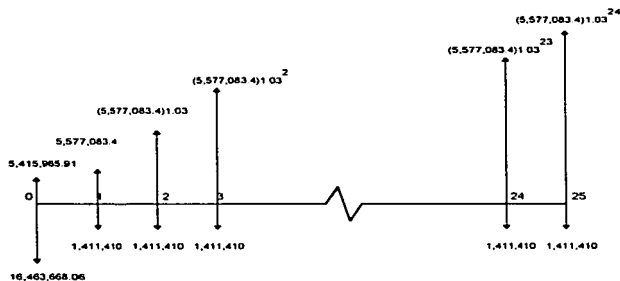
El procedimiento general utilizado para calcular la tasa interna de retorno por el método del valor presente, que es el que emplearemos en este caso, es:

- 1) Se dibuja el diagrama de flujo de caja correspondiente
- 2) Se establece la ecuación de la tasa de retorno en la forma de la expresión 9.1
- 3) Se seleccionan valores de  $i^*$  a prueba y error, hasta que se hace verdadera la igualdad o bastante aproximada. Tal vez se haga necesario utilizar interpolación lineal. Pero, ¿Qué implicaciones tiene el conocer la tasa interna de retorno?, la respuesta es que resulta ser un buen indicador de la rentabilidad del proyecto, ya que al tratarse de inversiones de dinero, los beneficios a futuro, producto del proyecto, deberán ser superiores a los beneficios que traería consigo el optar por depositar el dinero en una institución financiera, dejando que trabaje solo y con menores riesgos. Pero cómo saber que conviene más, si invertir en el proyecto o en el banco; con la tasa interna de retorno del proyecto tenemos la razón de crecimiento de los beneficios de la inversión y si ésta es superior a la tasa de interés que ofrecen los bancos o cualquier otra institución, la conclusión más lógica será hacer la inversión en el proyecto.

Para el caso particular de el proyecto que nos ocupa, la percepción de la tasa de retorno es un poco diferente ya que en este caso no decidiremos entre hacer la inversión o depositar el dinero, sino solamente compararemos la tasa interna de retorno con la tasa de interés vigente y concluiremos si a lo largo de los años el proyecto traerá consigo ganancias o por lo menos quedarán a la par los ingresos con los desembolsos.

Procediendo como se mencionó anteriormente, con el método de valor presente; para el proyecto de cambio de tensión de 6 a 23 kV:

1) Diagrama de flujo de caja



2) Ecuación de la tasa interna de retorno, según la ecuación 9.1

$$16,463,668.06 + 1,411,410(P/A, i^*, 25) = 5,415,965.91 + 5,577,083.40(P_E, i^*, 25)$$

igualando lo anterior a cero:

$$0 = -11,047,702.15 - 1,411,410(P/A, i^*, 25) + 5,577,083.40(P_E, i^*, 25)$$

3) Realizando una iteración sucesiva y una interpolación lineal, se llegó a la TIR de  $i^*=41.61\%$

Que al ser superior al 12% de interés bancario considerado, concluimos que el proyecto es rentable y su implementación traerá consigo ganancias.

CAPÍTULO IX HOJAS DE CÁLCULO, FLUJO DE CAJA, TASA INTERNA DE RETORNO...

**Criterios de Decisión:**

Los cuadros 9.2 al 9.6, así como la Tasa Interna de Retorno y la Relación Beneficio/Costo (Cuadro 9.1) obtenidas, son determinantes en la decisión de la realización del proyecto del cambio de tensión de 6 a 23kV. Ya que el principal criterio de decisión es el factor económico y se observa tanto en kWh como en \$, el ahorro existente a lo largo de la vida útil del proyecto.

Pérdidas de Energía Anuales (MWh)					
6kV			23kV		
Alta	Baja	Transf.	Alta	Baja	Transf.
783.636	6274.367	8173.112	19.266	5042.869	3290.474
12201.12			8362.6		
Pérdidas en % de la Energía Entregada					
10.33			1.84		

Ahorro de Energía Anual al pasar de 6kV a 23kV = 3848.52 MWh

Ahorro de Energía en % al pasar de 6kV a 23kV = 8.49 %

Cuadro 9.2

Pérdidas en Valor Presente en \$			
6kV		23kV	
Transformadores	Cables	Transformadores	Cables
8,325,383.21	7,298,602.24	8,211,778.48	3,190,992.86
15,623,985.45		11,402,780.04	

Ahorro en Valor Presente al pasar de 6kV a 23kV = \$ 4,221,217.41

Cuadro 9.3

Inversión			
Cantidad		Costo	
Transformadores	Accesorios	Transformadores	Accesorios
1001	36987	\$ 10,519,345.00	\$ 2,943,405.88
37988		\$ 13,462,750.88	

Cuadro 9.4

Mano de Obra	
Instalación	Retiro
\$ 4,672,434.00	\$ 1,555,454.00
\$ 6,227,888.00	

Cuadro 9.5

Recuperación			
Cantidad		Costo	
Transformadores	Accesorios	Transformadores	Accesorios
477	24174	\$ 2,455,806.00	\$ 771,164.82
24651		\$ 3,226,970.82	

Cuadro 9.6

**Conclusiones:**

A partir de la necesidad de normalizar a una sola tensión la red eléctrica metropolitana, y en virtud de que el estudio realizado tanto técnico como económico nos arroja como resultado un ahorro considerable en pérdidas de energía, una tasa interna de retomo favorable y una relación beneficio/costo mayor que uno, se concluye que es conveniente y costeable el proyecto de instalación de la nueva red de distribución en 23kV con transformadores monofásicos.

Independientemente de las implicaciones económicas que este proyecto genere, la contraparte de éste, que son los usuarios también recibirán un beneficio que se verá reflejado en la calidad del servicio que reciban de la Compañía de Luz, debido ello al desplazamiento de equipo deteriorado y obsoleto en la red que los abastece.

## ANEXO

TRANSFORMADORES DE POTENCIA

O POSTE

ESPECIFICACION

C.F.E.K. 100-01

DOCUMENTO

**NO CONTROLADO**

DEPARTAMENTO DE DISTRIBUCION

SECCION DE TRANSFORMADORES

FECHA: 1974/12/23

2.2. No se permite el uso de este documento para fines distintos a los que se indican en el presente.

Este documento es propiedad de la C.F.E.K. y no debe ser reproducido ni distribuido sin el consentimiento escrito de la misma.

11 de 30

TABLA 1 - Fuerzas máximas en el núcleo y totales (kVA)

	Capacidad kVA	Clase de Alimentación (kV)					
		15		25		7.5	
		Núcleo	Totales	Núcleo	Totales	Núcleo	Totales
M C H O P A S I C O S	8	30	107	38	112	53	111
	10	47	178	57	188	73	195
	15	82	264	75	259	110	271
	25	88	358	100	394	141	415
	37.5	114	510	130	552	185	595
	50	128	653	150	684	210	730
	75	186	834	215	911	270	938
	100	235	1061	265	1153	330	1204
T R I F A S I C O S	167	355	1647	415	1857	415	2021
	18	88	314	110	320	120	345
	37	137	534	155	565	170	597
	45	80	755	215	802	225	848
	75	255	1142	325	1220	325	1200
	112.5	350	1517	425	1713	415	1821
	150	450	1978	500	2130	515	2280
	225	650	2844	620	3000	630	3310
300	810	3644	1000	3951	1010	4220	

### 3.3 Valores de Garantía

#### 3.3.1 Eléctricos

El fabricante debe proporcionar los valores mínimos de garantía de pérdidas en el núcleo y medidos totales para establecimiento de reactores y de pérdidas de adhesión, ya que los transformadores que no cumplen con dichos parámetros de su especificación, serán rechazados de acuerdo con la especificación C.F.E.K. 100-01 y la misma será indicada en el formato ANEX-116.

24-2414

Rev.

Rev. 28

1974

8 1-212

811330

870106



## BIBLIOGRAFÍA

1. *Catálogo de Costos de Labor, Luz y Fuerza del Centro, Méx.*, 1995.
2. *Curso de Transformadores y Motores Trifásicos de Inducción*, Enríquez Harper, Gilberto, 2ª ed., Ed. Limusa, Méx., 1982.
3. *Estudio de Transferencia de Carga de la Red de 6kV a la de 23kV de la Zona Condesa-Indianilla*, Gallegos Grajales, Lourdes, IIE, Méx., 1997.
4. *Evaluación de la Potencia y la Energía Anual Perdida en el Sistema Central de Distribución de CLFC*, Espinosa y Lara, Roberto, Gerencia de Distribución CLF, Méx., 1981.
5. *Ingeniería Económica*, T. Blank, Leland; J. Tarquín, Anthony, 3ª ed., Mc Graw Hill, Colombia, 1991.
6. *Líneas de Transmisión y Redes de Distribución de Potencia Eléctrica*, Enríquez Harper, Gilberto, Ed. Limusa, Méx., 1980.
7. *Normas de Distribución, Construcción, Líneas Aéreas*, Comisión Federal de Electricidad, 1996.
8. *Normas Montaje y Líneas Aéreas*, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, Subdirección de Distribución y Comercialización, 1996.
9. *Proyectos de Inversión*, Subdirección de Distribución y Comercialización, Luz y Fuerza del Centro, Méx., 1996.
10. *Sistemas de Distribución*, Espinosa y Lara, Roberto, Ed. Limusa, Mex., 1990.
11. *Técnicas de Análisis Económico para Administradores e Ingenieros*, R. Canada, John, Ed. Diana.