



**EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA**

## **SEXTO PROGRAMA DE ENSANCHES**

### **SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION**

**PARTE A - ZONA URBANA**

**PARTE B - ZONAS RURALES**

**AGOSTO 1977**

PARTE A

ZONA URBANA



EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

SEXTO PROGRAMA DE ENSANCHES

SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION

PARTE A

ZONA URBANA

I N D I C E

Página

PARTE A - ZONA URBANA

1.	DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA	A - 1
1.1	Sistema de generación e interconexiones	A - 1
1.2	Sistema de subtransmisión y transformación	A - 2
1.3	Sistema de distribución urbana	A - 4
2.	DEMANDA, CONSUMO Y PROYECCIONES	A - 5
3.	CRITERIOS DE DISEÑO	A - 5
3.1	Fuentes de alimentación de los sistemas de 115 y 57,5 kV	A - 5
3.2	Líneas de transmisión y subtransmisión	A - 6
3.3	Subestaciones de 115/11,4 kV	A - 6
3.4	Subestaciones de 115/34,5 kV	A - 7



	<u>Página</u>
3.5 Regulación del voltaje del sistema de distribución	A - 7
3.6 Circuitos primarios	A - 8
3.7 Transformadores de distribución	A - 9
3.8 Circuitos secundarios	A - 10
3.9 Normas de construcción	A - 10
4. NECESIDADES DE AMPLIACION DEL SISTEMA ELECTRICO	A - 10
4.1 Fuentes de alimentación - Sistema de 230/115 kV y 115/57,5 kV	A - 10
4.2 Líneas de transmisión y subtransmisión	A - 11
4.3 Subestaciones de 115/11,4 kV y 115/34,5 kV	A - 12
4.4 Circuitos primarios	A - 13
4.5 Transformadores de distribución urbana	A - 13
4.6 Circuitos secundarios	A - 14
4.7 Modernización de redes	A - 14
4.8 Alumbrado público	A - 15
4.9 Contadores y transformadores de medida	A - 16
4.10 Vehículos de mantenimiento y construcción de redes	A - 16
4.11 Equipo de comunicaciones	A - 17
4.12 Equipo pesado para mantenimiento y construcción de obras civiles	A - 17
4.13 Equipo para el laboratorio de mantenimiento electrónico	A - 17
5. COSTOS Y PROGRAMAS DE INVERSIONES	A - 17
6. TABLAS	
TA - 1 Fuentes de suministro existentes y futuras - MVA	
TA - 2 Líneas de transmisión de 115 kV existentes - Líneas de transmisión de 115 kV en diseño o construcción	



- TA - 3 Líneas de transmisión de 57,5 kV existentes para 1978
- TA - 4 Subestaciones de 115 kV y 57,5 kV
- TA - 5 Transformadores de distribución - Capacidad instalada, consumo y demanda máxima del sistema
- TA - 6 Subtransmisión urbana - Programa de instalación
- TA - 7 Distribución urbana - Cantidades de obra
- TA - 8 Alumbrado público - Programa de instalación
- TA - 9 Aparatos de medida - Programa de instalación
- TA - 10 Subestación 230/115 kV - 300 MVA - Costo de una subestación
- TA - 11 Subestación 115/11,4 kV - 90 MVA - Costo de una subestación
- TA - 12 Costo de adición de 30 MVA, 115/11,4 kV a subestación existente
- TA - 13 Subestación 115/34,5 kV - 40 MVA - Costo de una subestación
- TA - 14 Costo de adición de 20 MVA, 115/34,5 kV a subestación existente
- TA - 15 Línea de transmisión 115 kV - Doble circuito - Costo por kilómetro
- TA - 16 Líneas de 34,5 kV - Costo por kilómetro
- TA - 17 Red aérea de 11,4 kV - Costo por kilómetro



TA - 18	Red subterránea de 11,4 kV - Costo por kilómetro
TA - 19	Red aérea de 120/208 V - Costo por kilómetro
TA - 20	Red subterránea de 120/208 V - Costo por kilómetro
TA - 21	Red aérea de 11,4 kV - Costo por kilómetro modernizado
TA - 22	Red aérea de 120/208 V - Costo por kilómetro modernizado
TA - 23	Distribución urbana, nuevas instalaciones - Costos unitarios - Resumen
TA - 24	Distribución urbana, modernización de redes - Costos unitarios - Resumen
TA - 25	Alumbrado público - Costos unitarios
TA - 26	Aparatos de medida - Costos unitarios
TA - 27	Subtransmisión urbana - Programa de inversiones
TA - 28	Distribución urbana, nuevas instalaciones - Programa de inversiones
TA - 29	Distribución urbana - Modernización de redes - Programa de inversiones
TA - 30	Alumbrado público - Programa de inversiones
TA - 31	Aparatos de medida - Programa de inversiones
TA - 32	Vehículos de mantenimiento y construcción - Presupuesto



- TA - 33 Equipo de comunicaciones - Presupuesto
- TA - 34 Equipo para mantenimiento y construcción de obras civiles - Presupuesto
- TA - 35 Equipo para el laboratorio de mantenimiento electrónico - Presupuesto
- TA - 36 Fondos en moneda local que la Empresa percibirá por derechos de utilización de los transformadores de distribución y por refuerzo y extensión de las redes de distribución
- TA - 37 Subtransmisión y distribución urbana - Programa de inversiones

#### 7. FIGURAS

- FA - 1 Diagrama unifilar 1978
- FA - 2 Subestación de transformación 115/11,4 kV - 90 MVA
- FA - 3 Regulación del sistema de distribución
- FA - 4 Circuito primario aéreo típico 11,4 kV
- FA - 5 Circuito primario subterráneo típico 11,4 kV
- FA - 6 Protección de transformadores de distribución
- FA - 7 Circuito secundario aéreo típico 208/120 V
- FA - 8 Circuito secundario subterráneo típico 208/120 V
- FA - 9 Subestación de transformación 230/115 kV - 300 MVA



FA - 10 Circuito típico aéreo de 34,5 kV

FA - 11 Sistemas de alimentación 1978

FA - 12 Sistemas de alimentación 1982

SEXTO PROGRAMA DE ENSANCHES

SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION

PARTE A

ZONA URBANA

1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA

1.1 Sistema de generación e interconexiones

Como se muestra en el diagrama unifilar del sistema correspondiente al año de 1978 (Figura FA-1) la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá tiene en servicio cuatro plantas hidroeléctricas con una capacidad total de 551,5 MW. Las cuatro centrales instaladas sobre el río Bogotá, operan en cadena y son en su orden: Canoas (50 MW), Salto I y Salto II (55,5 y 70 MW), Laguneta (76 MW) y Darío Valencia (300 MW); también se cuenta con la central termoeléctrica Martín del Corral (Zipaquirá), la cual tiene instaladas tres unidades de 33, 37,5 y 66 MW respectivamente, que utilizan carbón como combustible. En total, la capacidad instalada del sistema es de 688 MW.

Por otra parte, la Empresa adelanta actualmente el llamado "Proyecto Hidroeléctrico de Mesitas", el cual añadirá una capacidad generadora de 550 MW al sistema de la EEEB.

El sistema de Bogotá está interconectado a la red nacional por dos líneas de 230 kV, que terminan en la subestación de La Mesa, donde hay dos bancos de transformadores de 230/115 kV, 90 MVA cada uno; uno de estos bancos será trasladado en el segundo semestre de 1978 a la subestación Balsillas.

La Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá suministró al sistema interconectado central en 1976 un total neto de 260,4 GWh.

Actualmente entra en servicio la primera etapa de la Central Hidroeléctrica de Chivor, propiedad de Interconexión Eléctrica, S.A. (ISA), cuya capacidad inicial, de 500 MW, se ampliará a 1.000 MW en 1980. El suministro de energía a Bogotá se efectuará por medio de las líneas de doble circuito a 230 kV Chivor-Torca. En la Subestación de Torca se han instalado dos bancos de transformadores de 230/115 kV, 150 MVA cada uno.

En la actualidad, hay una interconexión a 115 kV con el sistema del Departamento del Tolima, la cual permite intercambios de energía relativamente pequeños con ese sistema.

#### 1.2 Sistema de subtransmisión y transformación

La energía se transporta a los centros de consumo por líneas de subtransmisión a 115 y 57,5 kV. En su gran mayoría las líneas tienen conductores 605 MCM ACSR "Peacock" con capacidad térmica de transporte de aproximadamente 140 MVA en 115 kV, y de 70 MVA en 57,5 kV. Hay en servicio aproximadamente 677 kilómetros de líneas de 115 kV y 209 kilómetros de líneas de 57,5 kV. Además, se encuentran en la etapa de diseño y/o construcción seis líneas de 115 kV, cuya longitud total es de 79,6 kilómetros.

Hay en servicio, en la zona urbana, actualmente diez subestaciones de 115 kV; dos nuevas entrarán en servicio en el primer semestre de 1978 y tres subestaciones de 57,5 kV serán convertidas a 115 kV en 1978.

Excluyendo las tres subestaciones que se convertirán a 115 kV, hay actualmente en servicio 11 de 57,5 kV.

En total habrá en 1978 en las subestaciones de distribución urbana un total de 1.053,5 MVA de capacidad de transformación 115/11,4 kV y 57,5/11,4 kV, más 150 MVA de transformadores 57,5/11,4 kV proveniente de las tres subestaciones que se convierten a 115 kV y de tres subestaciones en donde nuevos bancos de 115/11,4 kV reemplazan los existentes de 57,5/11,4 kV; estos 150 MVA de capacidad se instalarán en 1979 en las restantes subestaciones de 57,5 kV.

El gran total de capacidad de transformación 115/11,4 y 57,5/11,4 kV es por consiguiente 1.203,5 MVA.

También hay instaladas, en zonas rurales, subestaciones de 34,5 kV; la capacidad total de transformación de 115 a 34,5 kV es de 187,8 MVA. La longitud total de las líneas de 34,5 kV es de aproximadamente 360 kilómetros.

Entre 1978 y 1982 la red de 230 kV alimentará el sistema de 115 kV, el cual alimentará a su vez otros sistemas:

- a. Los circuitos de media tensión (11,4 kV y 34,5 kV) de distribución urbana y rural.
- b. Un número reducido de usuarios industriales de alto consumo, y
- c. El sistema de 57,5 kV.

Este último, cuya capacidad es de 475,5 MVA, continuará sirviendo los circuitos de distribución urbana en el centro de la ciudad de Bogotá; es alimentado por la central de Salto I (55,5 MW) y por siete bancos de transformadores de 115/57,5 kV de 60 MVA cada uno. Estos transformadores se hallan instalados en las subestaciones de Salitre (tres bancos), Concordia (dos bancos) y Veraguas (dos bancos).

El sistema de 57,5 kV llegó ya a su máxima capacidad y no se ampliará. En el futuro no se construirán más líneas de 57,5 kV ni se proveerá más capacidad de transformación de 115/57,5 ni de 57,5/11,4 kV.

El sistema de 115 kV está construido en anillo alrededor de la ciudad de Bogotá. Su capacidad máxima se calcula en 1.500 MVA que deberá coparse en el año de 1983, y, cuando esto suceda, se dejará de transformar de 230 a 115 kV. Será necesario, pues, empezar a instalar capacidad de transformación de 230 kV directamente a la tensión primaria de distribución. El sistema de 230 kV también está planeado en forma de anillo alrededor de la ciudad de Bogotá.

En la Tabla TA-1 se indican las fuentes de suministro para los sistemas de 115 kV y 57,5 kV en 1978 y 1982 y en la Tabla TA-2 las líneas de 115 kV existentes y previstas para entrar en servicio en 1978.

En la Tabla TA-3 se presenta una relación de las líneas de 57,5 kV.

En la Tabla TA-4 se indican las subestaciones de 57,5 y 115 kV, así como las que se convertirán en 1978 a 115 kV. También se indican las adiciones de capacidad de transformación 115/11,4 kV en las subestaciones de Salitre, Concordia, Veraguas y Torca que en total suman 210 MVA.

Las subestaciones de Morato, Usaquén y Calle 51 conectadas en la actualidad a la red de 57,5 kV, pasarán a ser alimentadas desde la red de 115 kV. El número de puntos de transformación de 57,5/11,4 kV será disminuido, pero la capacidad de transformación de 57,5/11,4 kV permanecerá esencialmente igual, al relocalizar en 1979 a otras subestaciones de 57,5 kV los transformadores de 57,5/11,4 kV actualmente instalados en Morato, Usaquén, Calle 51, Salitre, Concordia y Veraguas.

### 1.3 Sistema de distribución urbana

Como se indicó anteriormente, la tensión primaria de distribución urbana es de 11,4 kV. A fines de 1976 había en servicio 244 circuitos con una longitud total aproximada de 1.950 kilómetros o sea, en promedio, 8,0 kilómetros por circuito.

El voltaje normalizado de utilización es de 120/208 V.

Hasta 1968 el voltaje nominal de servicio era de 150/260 V. El 31 de diciembre de 1976, el porcentaje de kVA del sistema alimentado al antiguo voltaje era 60,4%.

A fines de 1976 la Empresa tenía en servicio 9.655 transformadores de distribución urbana con capacidad total de 1.517 MVA. El tamaño promedio de los transformadores urbanos instalados en el sistema es entonces de 157 kVA, pero existe la tendencia a instalar tamaños más pequeños. El promedio de los instalados en 1976 fue de 129 kVA.

La longitud total de los circuitos secundarios urbanos tenía 2.810 kilómetros a fines de 1976, con una longitud promedio de 300 metros por circuito; se están diseñando circuitos más cortos en razón del cambio del voltaje nominal, de 150/260 a 120/208 V.

## 2. DEMANDA, CONSUMO Y PROYECCIONES

En el año de 1976 el sistema de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá tuvo una demanda máxima de 716,5 MW y un consumo neto de 3.406 GWh.

Las proyecciones para el período 1977-1982 a la tasa del 11,67%, son las siguientes:

<u>Año</u>	<u>Demanda máxima MW</u>	<u>Consumo bruto GWh</u>
1977	800	3.890
1978	890	4.340
1979	1.000	4.850
1980	1.110	5.410
1981	1.240	6.050
1982	1.390	6.750

## 3. CRITERIOS DE DISEÑO

El planeamiento de las ampliaciones de los sistemas de transmisión, subtransmisión, transformación y distribución urbana se basa en los siguientes criterios de diseño:

### 3.1 Fuentes de alimentación de los sistemas de 115 y 57,5 kV

El criterio para determinar la capacidad de las fuentes de alimentación (centrales hidráulicas y térmicas, transformadores de 230/115 kV) del sistema combinado de 115 y 57,5 kV, en el período 1978-1982 tiene como objetivo el que la capacidad nominal de las fuentes de alimentación sea siempre superior a la demanda máxima del sistema en una cantidad no inferior a la de la fuente de mayor capacidad.

Así, en el período 1978-1982 la fuente de alimentación de mayor capacidad será uno de los bancos de transformadores de 230/115 kV = 150 MVA. En consecuencia, la capacidad instalada de alimentación debe -

rá ser superior a la demanda máxima en por lo menos 150 MVA.

El sistema de 57,5 kV tiene una capacidad instalada de 475,5 MVA, la cual no será aumentada en el futuro. Las unidades más grandes que alimentan este sistema son los bancos de 115/57,5 kV = 60 MVA. En consecuencia, la demanda máxima del sistema de 57,5 kV debe mantenerse por debajo de 415,5 MVA, como efectivamente se hará.

### 3.2 Líneas de transmisión y subtransmisión

El criterio para la planeación de nuevas líneas de transmisión y subtransmisión durante el período 1978-1982 es el de proveer buen servicio para una contingencia sencilla, o sea obtener que el sistema continúe funcionando normalmente cuando cualquiera de las líneas de transmisión o de subtransmisión o cualquiera de las fuentes de alimentación de 230/115 o 115/57,5 kV esté fuera de servicio a la hora de la máxima demanda.

Se entiende que el sistema está funcionando normalmente cuando no hay ningún banco de transformación con carga superior al 120% de su capacidad nominal, ninguna línea con corriente superior al 100% de la corriente nominal de su conductor, y ningún barraje con voltaje inferior al 90% de su valor nominal.

Obviamente, este criterio excluye las líneas radiales de subtransmisión en circuito sencillo, que alimenten subestaciones rurales.

### 3.3 Subestaciones de 115/11,4 kV

Para alimentar la red primaria de distribución urbana durante el período 1978-1982 se instalarán nuevos transformadores de 115/11,4 kV, pero no de 230/11,4 kV ni de 57,5/11,4 kV.

Las nuevas subestaciones de 115/11,4 kV serán diseñadas para tener capacidad máxima de 90 MVA con tres transformadores de 30 MVA cada uno. Cada subestación se conectará al resto del sistema mediante por lo menos dos líneas de 115 kV, para tener así dos fuentes alternas de suministro.

Cada transformador alimentará una fila de ocho circuitos primarios,

los cuales tendrán capacidad normal de 3 MVA y capacidad de emergencia de 4 MVA. Cada fila tomará así una carga máxima de 24 MVA. Las filas se interconectarán entre sí, de tal manera que dos de los tres transformadores, con sobrecarga del 20%, puedan abastecer la demanda máxima de las tres filas de la subestación (Figura FA-2).

La capacidad firme de las nuevas subestaciones es de 72 MVA. El radio típico de área servida es de 2,5 kilómetros, lo cual equivale a una densidad de carga máxima de 3,67 MVA/km<sup>2</sup>.

Por otra parte se instalarán transformadores de 115/11,4 kV, 30 MVA en subestaciones existentes, donde la demanda lo requiera.

#### 3.4 Subestaciones de 115/34,5 kV

En el período 1978-1982 se incrementará la construcción de subestaciones de 115/34,5 kV para la distribución en zonas rurales, y en zonas industriales y sub-urbanas de alto consumo.

Los transformadores de potencia de 115/34,5 kV tendrán capacidad de 20 MVA y alimentarán cuatro circuitos de 34,5 kV con demanda máxima de 5 MVA cada uno.

#### 3.5 Regulación del voltaje del sistema de distribución

El voltaje normalizado de servicio es 120/208 más o menos cinco por ciento o sea que puede variar entre 114/198 y 126/218 V. En condiciones de emergencia los límites tolerables son de 110/191 V y 127/220 V (Norma ANSI C-84.1, 1970).

El sistema de distribución se diseña para una regulación máxima del 10% (Figura FA-3) desde el barraje de la subestación hasta el sitio donde está instalado el contador. La regulación se discrimina así:

Circuitos primarios	2%
Transformador de distribución	4%
Circuito secundario	3%
Acometida	1%
	<hr/>
	10%



Como elementos reguladores de voltaje se cuenta con:

- a. Transformadores de potencia equipados con cambiadores de tomas bajo carga; típicamente estos cambiadores regulan el voltaje automáticamente más o menos 10%, en pasos de 1%.
- b. Transformadores de distribución con tomas para cambio sin carga, con un rango del 10% en pasos de  $\pm 2,5\%$ .

3.6 Circuitos primarios

La tensión nominal de los circuitos primarios urbanos es de 11,4 kV. Son trifásicos, de tres hilos, con el neutro conectado sólidamente a tierra en la subestación.

Los circuitos primarios se diseñan para una capacidad normal de 3 MVA y de 4 MVA en condiciones de emergencia. Se diseñan para que haya una máxima regulación del 2%.


Cada circuito se divide en tres tramos y cada tramo toma una carga aproximada de 1 MVA.

Se instalan dispositivos de seccionamiento e interrupción, capaces de separar un tramo de un circuito e interconectarlo a otro tramo de un circuito distinto con el objeto de dar o recibir energía en casos de emergencia (Figura FA-4).

Bajo condiciones de emergencia, un circuito puede tomar una carga total de 4 MVA, o sea 1 MVA por cada uno de sus tres tramos, y 1 MVA más, para suplir el tramo de un circuito adyacente.

Los circuitos primarios son trifásicos en su totalidad (no se construyen ramales monofásicos) y en el centro de la ciudad son subterráneos; de esta clase hay actualmente 78 circuitos.

En los circuitos aéreos los conductores normalizados son de aluminio desnudo, de los siguientes calibres:



AWG No. 4/0  
AWG No. 2/0  
AWG No. 1  
AWG No. 4

En los circuitos subterráneos se utilizan en la actualidad conductores de aluminio AWG No. 4/0 tipo triplex, con aislamiento para 15 kV, y AWG No. 2 en haz de tres conductores monopolares, igualmente aislados para 15 kV (Figura FA-5).

### 3.7 Transformadores de distribución

La Empresa utiliza primordialmente transformadores trifásicos de distribución. Sin embargo, hay en servicio, principalmente en las zonas rurales del sistema, 800 transformadores monofásicos con capacidad total de 15 MVA.

Las capacidades normalizadas de los transformadores trifásicos son en kVA: 15, 30, 45, 75, 112, 5, 150, 225, 315, 500 y 800.

La Empresa utiliza transformadores convencionales y auto-protegidos; la proporción en kVA de los transformadores auto-protegidos es del orden de 7%.

Para nuevas instalaciones, el transformador se selecciona de tal manera que la carga inicial esté comprendida entre el 80 y el 100% de la capacidad nominal del transformador.

Al llegar la demanda máxima al 140% de la capacidad nominal, el transformador de distribución se reemplaza por una unidad de mayor capacidad o se instala un transformador adicional, seccionando consecuentemente el circuito secundario.

Los transformadores convencionales se conectan al circuito primario a través de seccionadores con fusible; estos últimos, para transformadores de hasta 315 kVA, son de 50 amperios, tipo H. Los transformadores se instalan en locales cubiertos, sótanos y postes y se protegen contra sobretensiones con pararrayos de 12 kV del tipo "distribución" (Figura FA-6).



La conexión al circuito primario se efectúa con grapas para trabajo en caliente (hot-line clamps).

### 3.8 Circuitos secundarios

Los circuitos secundarios urbanos son trifásicos en su totalidad, (no se construyen ramales monofásicos), de cuatro hilos, 120/208 V. Normalmente la construcción se hace con cinco hilos para incluir el conductor de control del alumbrado público. La máxima regulación es del tres por ciento (Figuras FA-7 y FA-8).

El secundario del transformador de distribución se conecta directamente al circuito secundario, sin dispositivos de seccionamiento o interrupción. El neutro se conecta sólidamente a tierra en el transformador y en cada tercer poste.

### 3.9 Normas de construcción

La construcción del sistema de distribución se realiza con sujeción a las Normas de construcción aérea y a las Normas de construcción subterránea, desarrolladas por la Empresa.

## 4. NECESIDADES DE AMPLIACION DEL SISTEMA ELECTRICO

De acuerdo con las proyecciones del consumo hasta el año de 1982, se presentan a continuación las necesidades de ampliación en el período 1978-1982. Las ampliaciones de 1977 ya fueron programadas y financiadas y las obras se encuentran en ejecución.

### 4.1 Fuentes de alimentación. Sistema de 230/115 kV y 115/57,5 kV

Según el criterio de diseño adoptado, la mínima capacidad total de las fuentes de alimentación a los sistemas de 115 y 57,5 kV, deberá ser en 1982 de 1.695 MVA. En el período 1978-1982 será necesario ampliar la capacidad de transformación de 230/115 kV en 600 MVA, 300 de los cuales se instalarían bajo el Sexto Programa de Ensanches, así:

Demanda máxima proyectada para 1982	1.545 MVA (1.390 MW con factor de potencia = 0,9)
Más fuente de alimentación de mayor tamaño	<u>150</u> MVA
Mínima capacidad de alimentación para 1982	1.695 MVA
Menos fuentes de alimentación al sistema 115 kV	1.182,8 MVA
Menos fuentes de alimentación sistema 57,5 kV	<u>55,5</u> MVA
Capacidad necesaria adicional 230/115 kV requerida para el período 1978-1982	456,7 MVA
Menos capacidad de transformación 230/115 kV proveniente del Proyecto Chivor II	<u>300</u> MVA
Déficit mínimo para 1982	156,7 MVA

Como se indicó anteriormente no se aumentará la capacidad instalada del sistema de 57,5 kV; en consecuencia, la capacidad de transformación adicional deberá ser de 230/115 kV.

Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados de estudios de flujos de carga para el sistema bajo condiciones normales y de emergencia, se ha determinado la necesidad de instalar bajo este Programa de En-sanches, dos bancos de transformadores 230/115 kV, de 150 MVA cada uno, o sea un total de 300 MVA (Figura FA-9) que superan el mínimo requerido según el análisis anterior de 156,7 MVA.

#### 4.2 Líneas de transmisión y subtransmisión

Como se indica en la Tabla TA-2, habrá en servicio en 1978 un total de 756,7 kilómetros de líneas de 115 kV. En base a flujos de carga, para el período 1978-1982, se prevé que solamente habrá que aumentar esta cantidad en aproximadamente un 20%, o sea 75 kilómetros de nuevas líneas de 115 kV, de doble circuito.

Las líneas de 230 kV que será necesario construir para alimentar las subestaciones de 230/115 kV hacen parte del Proyecto Hidroeléctrico de Mesitas y del Proyecto Hidroeléctrico de Chivor II.

En el período 1978-1982 se iniciará la construcción de líneas de 34,5 kV en las zonas industriales del área urbana de la ciudad. Se prevé la construcción de un máximo de 12 circuitos con una longitud total de 60 kilómetros (Figura FA-10).

#### 4.3 Subestaciones de 115/11,4 kV y 115/34,5 kV

Las Figuras FA-11 y FA-12 muestran los diagramas de bloque de los sistemas de alimentación de la Empresa en 1978 y en 1982. Aceptando una relación de 0,67 entre la demanda máxima del sistema en MW y la capacidad de transformación en MVA, en el año 1982 será necesario contar con una capacidad total de transformación a media tensión de aproximadamente 2.065 MVA. Esta capacidad estará discriminada en la siguiente forma:

115/11,4 kV	-	1.275 MVA
115/34,5 kV	-	350 MVA
57,5/11,4 kV	-	440 MVA

Descontando lo ya existente que se ha instalado, y que se instalará en 1978 (1.241,3 MVA), en el período 1978-1982 será necesario ampliar la capacidad de transformación así:

115/11,4 kV	-	510 MVA
115/34,5 kV	-	160 MVA

Esta capacidad adicional se instalará en subestaciones existentes o en otras que se construyan en sitios que se irán determinando de acuerdo con los requerimientos de las distintas zonas de la ciudad; se estima que la capacidad de transformación mencionada se instalaría así (Tabla TA-6) :

Transformadores 115/11,4 kV =	4 nuevas subestaciones	
	de 90 MVA c/u =	360 MVA
	5 adiciones a subestaciones existentes, con transformadores de 30 MVA =	<u>150 MVA</u>
	Total	510 MVA

Transformadores 115/34,5 kV =	3 nuevas subestaciones	
	de 40 MVA c/u =	120 MVA
	2 adiciones de 20 MVA a subestaciones existentes =	<u>40 MVA</u>
	Total	160 MVA

#### 4.4 Circuitos primarios

La tasa histórica de crecimiento de los circuitos urbanos de 11,4 kV es similar a la del pico y a la del consumo del sistema en general. Siguiendo esta proyección en 1982 habrá 3.660 kilómetros de red y, por lo tanto, será necesario construir 1.500 kilómetros de red urbana de 11,4 kV en el período 1978-1982 de los cuales 450 kilómetros serán subterráneos y 1.050 kilómetros serán aéreos.

#### 4.5 Transformadores de distribución urbana


La relación entre la demanda máxima del sistema y la capacidad instalada en transformadores de distribución urbana ha sido históricamente de 0,47 (Tabla TA-5).

Esta relación es bastante baja e indica sobre-instalación de capacidad en transformadores. Se está elaborando un programa para controlar la carga en los transformadores, basado en los consumos facturados. Con la ayuda de este modelo matemático será posible aumentar la relación entre la demanda máxima del sistema y la capacidad instalada en transformadores de distribución. Se espera llegar en 1982 a una relación de 0,55.

Por lo tanto, entre 1978 y 1982 será necesario instalar unos 800 MVA en transformadores de 11.400/208 V.

De acuerdo con las tendencias observadas, las necesidades discriminadas por tamaños son las siguientes:

<u>Unidades</u> <u>kVA</u>	<u>Necesidades</u> <u>MVA</u>
15	15
30	35
45	35
75	135
112,5	180
150	180
225	125
315	40
500	35
800	20



También será necesario adquirir un total de aproximadamente 110 MVA en transformadores de 34,5 kV, de distintos tamaños, para instalarlos en zonas industriales.

#### 4.6 Circuitos secundarios

Lo mismo que en los circuitos primarios la tendencia del crecimiento de los circuitos secundarios urbanos en la última década fue similar a las de la demanda máxima. En 1982 la longitud total instalada en circuitos secundarios será de aproximadamente 5.350 kilómetros. Por lo tanto, durante el período 1978-1982 será necesario instalar 2.230 kilómetros, de los cuales 200 kilómetros serán subterráneos y 2.030 kilómetros serán aéreos.

#### 4.7 Modernización de redes

Simultáneamente con el cambio de voltaje de 150/260 V a 120/208 V, la Empresa ha venido desarrollando un programa de modernización de redes, el cual implica diseñar de nuevo los circuitos de media y baja tensión, ya que en muchos de ellos las cargas actuales son superiores a las consideradas en el diseño según el cual se construyeron. Esta sobrecarga es motivo de reclamos por la irregularidad del voltaje en esos circuitos antiguos.

Además, los materiales mismos de muchos circuitos vienen presentando señales evidentes de deterioro, tales como aisladores agrietados, aislamientos de conductores resquebrajados y postes desplomados.

Todos los circuitos secundarios que se revisen deben quedar convertidos al nuevo voltaje de 120/208 V aprobado para Bogotá, y deben cumplir las normas de diseño vigentes.

El programa para 1978-1982 prevé la modernización de circuitos secundarios que llegarán a 300 MVA. Según la experiencia de la Empresa, por cada MVA de red modernizada es necesario cambiar 2,0 km de circuito de baja tensión y 1,1 km de circuito de media tensión; por lo tanto será necesario modernizar durante el período 1978-1982 una longitud de 330 km de circuitos de 11,4 kV y 600 km de circuitos de 120/208 V.

#### 4.8 Alumbrado público

A fines de 1976 el sistema de alumbrado público tenía 115.980 puntos de iluminación en avenidas, parques, monumentos y calles, con la siguiente distribución :

Potencia <u>W</u>	<u>Incandescentes</u>	<u>Mercurio</u>	<u>Sodio</u>	<u>Totales</u>
2.000	-	28	-	28
1.500	-	59	-	59
1.000	278	3.526	164	3.968
500	193	-	-	193
400	-	9.491	2.153	11.644
300	462	-	-	462
250	-	5.557	428	5.985
200	30.000	-	-	30.000
125	-	63.481	-	63.481
100	<u>160</u>	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>160</u>
<b>Totales</b>	<b>31.093</b>	<b>82.142</b>	<b>2.745</b>	<b>115.980</b>

Teniendo en cuenta los programas del plan distrital de vías y los de remodelación de diversos sectores de la ciudad, parques y canchas deportivas (Tabla TA-8), se estima que para el período 1978-1982 se requerirán 34.953 nuevos puntos de iluminación, incluido el cambio de la iluminación incandescente por la de mercurio. Estos puntos se discriminan de la siguiente manera :

	<u>Cantidad de obra</u>	<u>Puntos de iluminación</u>
Iluminación de avenidas	105 km	7.710
Iluminación de canchas	225 Un	900
Iluminación de parques y plazoletas	113 Un	1.695
Iluminación monumentos y fachadas	45 Un	450
Iluminación centro de Bogotá	45 km	1.530
Iluminación intercambios viales	7 Un	168
Cambio de luminarias incandescentes por mercurio	22.500 Un	<u>22.500</u>
<b>Total puntos de iluminación :</b>		<b>34.953</b>



**4.9 Contadores y transformadores de medida**

Según las proyecciones de demanda presentadas en el punto 2 de este informe, los números probables de clientes nuevos son los siguientes, discriminados por tipo de consumo:

<u>Año</u>	<u>Cientes residenciales</u>	<u>Cientes Comerciales</u>	<u>Cientes industriales</u>	<u>Total nuevos clientes</u>
1978	38.500	2.820	1.595	42.915
1979	42.900	3.170	1.760	47.830
1980	45.100	3.520	1.975	50.595
1981	49.500	3.870	2.205	55.575
1982	<u>55.000</u>	<u>4.220</u>	<u>2.300</u>	<u>61.520</u>
	231.000	17.600	9.835	258.435

Según estas proyecciones, en la Tabla TA-9 se han estimado las necesidades de contadores y transformadores de medida necesarios para poder atender a estos nuevos consumidores. En resumen son las siguientes :

- 127.235 Contadores monofásicos
- 131.585 Contadores trifásicos
- 8.530 Transformadores de medida
- 9.835 Relojes de conmutación de tarifas

**4.10 Vehículos de mantenimiento y construcción de redes**

El parque automotor de la Empresa consta actualmente de 351 vehículos, de los cuales aproximadamente 230 están en estado inservible o tienen más de cinco años de servicio.

Teniendo en cuenta la necesidad de reemplazar el parque automotor en los próximos cinco años y considerando que el sistema de la Empresa crece a razón del 11,7% por año, se ha calculado que se deben adquirir 576 vehículos en el período 1978-1982 (Tabla TA-32).

#### 4.11 Equipo de comunicaciones

Todos los nuevos vehículos deberán ser equipados con radios que utilicen tanto las frecuencias actuales, como las nuevas frecuencias asignadas por el Ministerio de Comunicaciones, lo cual requerirá aumentar también las estaciones fijas y repetidoras. En resumen los aumentos necesarios son los siguientes :

400 Equipos de radio-móviles

2 Estaciones repetidoras con batería y cargador de baterías.

#### 4.12 Equipo pesado para mantenimiento y construcción de obras civiles

Las obras civiles de las subcentrales y líneas de transmisión que eventualmente acometa la Empresa con su propia fuerza de trabajo, y el mantenimiento general de las mismas y de los sistemas de generación existentes, requieren vehículos pesados de transporte y construcción como palas, cargadores, motoniveladoras, tractomulas, retroexcavadoras, vibrocompactadores, compresores, bombas y ventiladores. Se contempla en este programa el reemplazo, por motivo de obsolescencia, de algunas de las máquinas existentes, y la compra de nuevos equipos, todos los cuales suman en total 10 equipos pesados móviles, y 19 equipos auxiliares de construcción.

#### 4.13 Equipo para el laboratorio de mantenimiento electrónico

El mantenimiento de los equipos de radio, de comunicaciones, de transmisión de datos y señales de protección, se ha venido ejecutando con el personal de la Empresa con los reducidos medios de que dispone su laboratorio. Se prevé el reemplazo de algunos de estos equipos y la adquisición de otros para poder atender adecuadamente las necesidades futuras de la Empresa en este campo.

### 5. COSTOS Y PROGRAMAS DE INVERSIONES

Teniendo en cuenta la naturaleza de los elementos a ser adquiridos se-

gún los criterios de diseño expresados anteriormente, se calcularon los precios unitarios de las diferentes unidades de obra necesarias para las ampliaciones proyectadas; estos precios se presentan en las Tablas TA-10 a TA-26; con estos precios, se prepararon los presupuestos para cada subcategoría, los cuales se tabularon así :

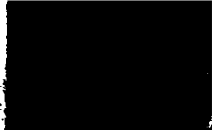
<u>Programa</u>	<u>Tabla No.</u>
Subtransmisión	TA-27
Distribución - Nuevas Instalaciones	TA-28
Modernización de redes	TA-29
Alumbrado público	TA-30
Aparatos de medida	TA-31
Vehículos de mantenimiento y construcción	TA-32
Equipo de comunicaciones	TA-33
Equipo para mantenimiento y construcción de obras civiles	TA-34
Equipo para el laboratorio de mantenimiento electrónico	TA-35

Se indican en la Tabla TA-23 los costos unitarios para los circuitos, transformadores y demás elementos de distribución urbana; una parte de estos costos será cobrada directamente a los usuarios por la Empresa al tiempo con la cuota de conexión. En la Tabla TA-36 se muestran globalmente y año por año las sumas que serán percibidas por la Empresa como resultado de estos cobros a los usuarios.

La Empresa en el caso de nuevas urbanizaciones residenciales ha exigido en el pasado que el urbanizador construya y le entregue las redes de media y baja tensión de la urbanización; por otra parte, en el caso de nuevos clientes industriales, ha cobrado el valor de la extensión o refuerzo de la red.

En el futuro se iniciará el cobro de los derechos de utilización de los transformadores de distribución tanto a usuarios residenciales como comerciales e industriales, y se reglamentará para que el usuario contribuya en mayor proporción a los costos de construcción y/o refuerzo de las redes de distribución.

Como resumen general del costo del programa de ensanches del sistema de distribución urbana, se presenta en la Tabla TA-37 el programa



anual de inversiones, que llega a 187.104 miles de dólares, incluyendo ingeniería e imprevistos. De este total, 80.304 miles de dólares corresponden a gastos en moneda extranjera y 106.800 a gastos en moneda local.

Del anterior total en moneda local se ha deducido la suma que la Empresa obtendría por concepto de derechos de utilización de los transformadores de distribución y por las extensiones y refuerzo de las redes.

T A B L A S

FUENTES DE SUMINISTRO EXISTENTES Y FUTURAS - MVA

	A Ñ O	
	<u>1978</u>	<u>1982</u>
<b>A. <u>SISTEMA DE 115 kV</u></b>		
1. <u>Plantas hidráulicas.</u>		
Canoas	55,6 (1)	55,6 (1)
Salto II	77,8 (1)	77,8 (1)
Laguneta	84,4 (1)	84,4 (1)
Darío Valencia	333,3 (1)	333,3 (1)
2. <u>Plantas térmicas.</u>		
Martín del Corral	151,7 (1)	151,7 (1)
3. <u>Transformadores de 230/115 kV</u>		
La Mesa	90	-
Torca	300	300
Balsillas	90	180
Subestación #1	-	300 (2)
Subestación #2	-	300 (3)
Total sistema de 115 kV	<u>1.182,8 MVA</u>	<u>1.782,8 MVA</u>
<b>B. <u>SISTEMA DE 57,5 kV</u></b>		
1. <u>Plantas hidráulicas.</u>		
Salto I	55,5	55,5
2. <u>Transformadores de 115/57,5 kV.</u>		
Salitre	180	180
Concordia	120	120
Veraguas	120	120
Total sistema de 57,5 kV	<u>475,5 MVA</u>	<u>475,5 MVA</u>

(1) Con factor de potencia de 0,9

(2) 300 MVA provenientes del Proyecto Chivor II

(3) 300 MVA que se propone incluir en el presente Programa de Ensanches.

LINEAS DE TRANSMISION DE 115 kV - EXISTENTES

<u>LINEA</u>		<u>LONGITUD (km)</u>
Darío Valencia - Laguneta		12,7
Darío Valencia - Flandes		59,6
Darío Valencia - Balsillas		23,8
Darío Valencia - La Mesa	(2x6, 1)	12,2
Darío Valencia - Salitre		47,0
Darío Valencia - Concordia		50,2
Salitre - Morato		5,5 (1)
Salitre - Laguneta		29,7
Salitre - La Paz		3,5
Salitre - Martín del Corral		47,0
Salitre - Balsillas		27,2
Laguneta - Salto II		3,2
Salto II - Muña		7,9
Muña - Simún		0,9
Muña - San Carlos		21,8
San Carlos - Muzú		2,6
San Carlos - Cáqueza - Villavicencio		75,0
San Carlos - Concordia		13,5
Muzú - Veraguas		3,0
Veraguas - Laguneta		26,1
Veraguas - La Paz		4,6
Bolivia - Suba		10,0
Balsillas - Mosquera		4,5
Concordia - Carrera 5a.		3,1 (2)
Carrera 5a. - Castellana		9,2 (2)
Castellana - Autopista		4,4
Autopista - Suba		6,5
Morato - El Sol		36,0 (1)
El Sol - Planta de Soda		1,0
El Sol - Martín del Corral		7,5 (1)
Martín del Corral - Sesquilé		19,6
Sesquilé - Chivor		55,0
Torca - Autopista	(2x8, 9)	17,8
Torca - Castellana		13,5
Torca - Usaquén (línea 1)		12,0
Subtotal		677,1 km

(1) La línea Salitre-Martín del Corral se dividirá en los tramos Salitre-Morato, Morato-El Sol y El Sol-Martín del Corral, cuando entren en servicio las Subcentrales El Sol y Morato 115 kV.

(2) La línea Concordia-Castellana se dividirá en los tramos Concordia-Carrera 5a. y Carrera 5a. -Castellana cuando la Subcentral Carrera 5a. entre en servicio

LINEAS DE TRANSMISION DE 115 kV -EN DISEÑO O CONSTRUCCION

<u>LINEA</u>	<u>LONGITUD (km)</u>
Mosquera - Bolivia	17,4
Martín del Corral - Suba	31,9
Usaquén - Calle 51	10,6
Calle 51 - Concordia	6,0
Castellana - Morato	4,1 (1)
Torca - Usaquén (Línea 2)	<u>9,6</u>
	Subtotal
	<u>79,6 km</u>
	Total líneas de 115 kV
	756,7 km

(1) Aproximadamente 1,1 km pertenece a la línea de 57,5 kV Morato - Usaquén; este tramo se convertirá a 115 kV.

LINEAS DE TRANSMISION DE 57,5 kV EXISTENTES PARA 1978

<u>LINEA</u>	<u>LONGITUD (km)</u>
Salto I - Charquito (Línea 1)	7,0
Salto I - Charquito (Línea 2)	7,0
Salto I - Centro Nariño	26,8
Salto I - Gorgonzola	25,0
Charquito - Puente Bosa (Línea 1)	15,0
Charquito - Puente Bosa (Línea 2)	15,0
Puente Bosa - Techo	5,4
Techo - Veraguas	6,2
Veraguas - San José	3,2
San José - Calle 1a.	1,9
Calle 1a. - Concordia	3,7
Concordia - Calle 67	8,0 (1)
Salitre - Calle 67 (Línea 1)	6,3
Salitre - Calle 67 (Línea 2)	6,1
Salitre - Centro Nariño	5,2
Calle 67 - San Facón	7,8
San Facón - San José	1,0
San Facón - Gorgonzola	3,0
Martín del Corral - Ubaté	53,5 (2)
Gorgonzola - Veraguas	2,1
Longitud Total	209,2

(1) Actualmente línea Concordia - Calle 51 - Calle 67

(2) Actualmente línea Martín del Corral - El Sol - Ubaté

SUBESTACIONES DE 115 kV y 57,5 kV

<u>Subestaciones Urbanas de 115/11,4 kV</u>		<u>Subestaciones Urbanas de 57,5/11,4 kV</u>		<u>Subestaciones Urbanas de 57,5/11,4 kV que se convertirán a 115/11,4 kV</u>	
<u>Subestación</u>	<u>MVA</u>	<u>Subestación</u>	<u>MVA</u>	<u>Subestación</u>	<u>MVA</u>
Salitre	60 (1)	Veraguas	0 (1)	Morato	60
Concordia	60 (1)	Centro Nariño	30	Usaquén	60
La Paz	60	Gorgonzola	26	Calle 51	60
San Carlos	45	Puente Bosa	16,5		
Muzú	40	Techo	30		
Veraguas	60 (1)	San José	28		
Bolivia	60 (2)	Calle 1a.	42		
Suba	30	Concordia	0 (1)		
Carrera 5	60 (2)	Calle 67	56		
Castellana	40	Salitre	0 (1)		
Autopista	40	San Facón	60		
Torca	30 (3)	Varias	150 (4)		
	<u>585 MVA</u>		<u>438,5 MVA</u>		<u>180 MVA</u>

Capacidad total de transformación de las subestaciones en la Zona Urbana - 1978 = 1.203,5 MVA.

NOTAS

- (1) En cada una de las subestaciones Salitre, Concordia y Veraguas se pondrán en servicio en 1978 dos transformadores de 115/11,4 kV. 30 MVA los cuales reemplazarán los transformadores existentes de 57,5/11,4 kV.
- (2) Nuevas subestaciones que entrarán en servicio en 1978.
- (3) Adición prevista para 1978.
- (4) Capacidad de transformación 57,5/11,4 kV proveniente de Veraguas, Concordia, Salitre, Morato, Usaquén y Calle 51; se instalará en 1979 en las restantes subestaciones de 57,5 kV.

TABLA TA-5

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIONCAPACIDAD INSTALADA, CONSUMO Y DEMANDA MAXIMA  
DEL SISTEMA

<u>Año</u>	<u>Capacidad instalada (MVA)</u>	<u>Consumo MWh</u>	<u>Demanda máxima MW</u>	<u>MWh/kVA</u>	<u>MW/MVA</u>
1962	527,363	676.894	152,7	1,284	0,290
1963	556,807	783.142	200,6	1,406	0,360
1964	598,929	909.116	229,0	1,518	0,382
1965	641,141	1'027.460	244,1	1,603	0,381
1966	693,562	1'117.755	271,8	1,612	0,392
1967	736,359	1'246.809	300,0	1,693	0,407
1968	779,973	1'452.725	352,9	1,863	0,427
1969	860,401	1'689.820	384,1	1,964	0,446
1970	933,291	2'024.812	432,0	2,170	0,463
1971	1.000,642	2'193.162	473,5	2,192	0,473
1972	1.087,473	2'506.735	512,7	2,305	0,471
1973	1.200,300	2'587.731	567,8	2,156	0,473
1974	1.294,552	2'735.680	609,0	2,113	0,470
1975	1.394,374	2'806.138	657,0	2,012	0,471
1976	1.517,130	3'406.280	716,5	2,245	0,472

SUBTRANSMISION URBANA  
PROGRAMA DE INSTALACION

	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>TOTAL</u>
A. Capacidad de transformación 230/115 kV	0%	10%	20%	70%	0%	300 MVA
B. Líneas de subtransmisión de 115 kV	0%	10%	20%	40%	30%	75 km
C. Capacidad de transformación 115/34,5 kV:						
- Nuevas subestaciones de 40 MVA	0%	20%	40%	20%	20%	3 Subest.
- Adiciones de 20 MVA a subestaciones existentes	0%	20%	40%	20%	20%	2 Adic.
D. Capacidad de transformación 115/11,4 kV:						
- Nuevas subestaciones de 90 MVA	0%	10%	40%	30%	20%	4 Subest.
- Adiciones de 30 MVA a subestaciones existentes	0%	10%	40%	30%	20%	5 Adic.

TABLA TA-6

DISTRIBUCION URBANA

CANTIDADES DE OBRA

	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>TOTAL</u>
<b>A. <u>NUEVAS INSTALACIONES</u></b>						
Circuitos 34,5 kV (km)	10	11	12	13	14	60
Circuitos 11,4 kV (km):						
Subterráneos	72	81	90	99	108	450
Aéreos	168	189	210	231	252	1.050
Circuitos secundarios urbanos 120/208 V (km):						
Subterráneos	32	36	40	44	48	200
Aéreos	320	363	406	449	492	2.030
Transformadores 11,4 kV/208 V (MVA)	150	155	160	165	170	800
Cortacircuitos 15 kV (un)	4.500	4.650	4.800	4.950	5.100	24.000
Pararrayos 15 kV (un)	4.500	4.650	4.800	4.950	5.100	24.000
Transformadores 34,5/0,48 kV (MVA)	18	20	22	24	26	110
Cortacircuitos 34,5 kV (un)	126	140	154	168	182	770
Pararrayos 34,5 kV (un)	126	140	154	168	182	770
<b>B. <u>MODERNIZACION</u></b>						
Transformadores (MVA)	50	55	60	65	70	300
Circuitos 11,4 kV (km) aéreos	55	61	66	71	77	330
Circuitos secundarios 120/208 V (km)	100	110	120	130	140	600
Cortacircuitos 15 kV (un)	1.600	1.760	1.920	2.080	2.240	9.600
Pararrayos 15 kV (un)	1.600	1.760	1.920	2.080	2.240	9.600

**DISTRIBUCION URBANA**  
**ALUMBRADO PUBLICO**  
**PROGRAMA DE INSTALACION**

	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>TOTAL</u>
Iluminación de avenidas - km:						
- Autopistas o similares (4 vías)	4	5	6	7	8	30
- Arterias rápidas (2 vías)	2	3	3	3	4	15
- Arterias intermedias (2 vías)	7	8	9	10	11	45
- Arterias locales (1 vía)	2	3	3	3	4	15
Iluminación de canchas - un	35	40	45	50	55	225
Iluminación de parques y plazoletas - un	17	20	23	26	27	113
Iluminación monumentos y fachadas - un	7	8	9	10	11	45
Iluminación centro de Bogotá - km	15	30	-	-	-	45
Iluminación intercambios viales - un	-	1	1	2	3	7
Cambio de luminarias incandescentes por mercurio - un	7.500	7.500	7.500	-	-	22.500
Controles múltiples para alumbrado - un	1.500	2.250	1.500	1.125	1.125	7.500

TABLA TA- 8

**PROGRAMA DE INSTALACION**  
(Número de unidades)

	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>TOTAL</u>
<b>MEDICION RESIDENCIAL</b>						
- Contadores monofásicos	19.250	21.450	22.550	24.750	27.500	115.500
- Contadores trifásicos	19.250	21.450	22.550	24.750	27.500	115.500
<b>MEDICION COMERCIAL</b>						
- Contadores monofásicos	1.880	2.115	2.345	2.580	2.815	11.735
- Contadores trifásicos	940	1.055	1.175	1.290	1.405	5.865
<b>MEDICION INDUSTRIAL</b>						
- Contadores trifásicos, tarifa doble	1.140	1.260	1.420	1.580	1.650	7.050
- Contadores trifásicos, para CT de 600 V.	390	430	480	540	560	2.400
- Contadores trifásicos, con indicador de máxima	65	70	75	85	90	385
- Contadores trifásicos, de energía reactiva	65	70	75	85	90	385
- Transformadores de corriente de 600 V.	1.170	1.290	1.440	1.620	1.680	7.200
- Transformadores de corriente de 15 kV	100	115	125	140	145	625
- Transformadores de tensión de 15 kV	100	115	125	140	145	625
- Unidades de medida para exterior	13	14	16	17	20	80
- Relojes de conmutación	1.530	1.690	1.900	2.120	2.210	9.450
- Relojes de conmutación y máxima demanda	65	70	75	85	90	385

Total contadores monofásicos: 127.235  
 Total contadores trifásicos: 131.585  
 Total transformadores de medida: 8.530  
 Total relojes de conmutación: 9.835

SUBTRANSMISION URBANA  
SUBESTACION 230/115 kV - 300 MVA

COSTO DE UNA SUBESTACION  
(Miles de dólares equivalentes)

Equipo	Cantidad	Equipo de Importación		Aporte Local		Total
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
Transformadores 50 MVA-230/115 kV	6	416,7	2.500,2	-	-	2.500,2
Equipo de patio a 230 - kV	Conjunto	404,6	404,6	-	-	404,6
Equipo de patio a 115 - kV	Conjunto	80,4	80,4	-	-	80,4
Tableros y equipo de control	1	51,3	51,3	5,9	5,9	57,2
Estructuras, iluminación, malla tierra	Conjunto	35,0	35,0	21,7	21,7	56,7
Servicios auxiliares, cables	Conjunto	2,7	2,7	17,2	17,2	19,9
Subtotal FOB			3.074,2		44,8	3.119,0
Transportes y seguros 12%			368,9		-	368,9
Subtotal CIF Puerto Colombiano			3.443,1		44,8	3.487,9
Transporte y seguro terrestre 12%			413,2		5,4	418,6
Subtotal CIF Bogotá			3.856,3		50,2	3.906,5
Terreno y Montaje					250,0	250,0
<b>TOTAL</b>			3.856,3		300,2	4.156,5

TABLA TA-10

SUBTRANSMISION URBANA

COSTO DE ADICION DE 30 MVA, 115/11, 4 kV A SUBESTACION EXISTENTE

(Miles de dólares equivalentes)

Equipo	Cantidad	Equipo de Importación		Aporte Local		Total
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
Transformador de 30 MVA - 115/11,4 kV	1	247,3	247,3	-	-	247,3
Equipo de patio a 115 kV	Conjunto	37,9	37,9	-	-	37,9
Tableros y equipo de control	1	5,8	5,8	1,0	1,0	6,8
Celdas y barrajes 15 kV	10	19,93	199,3	-	-	199,3
Estructuras, iluminación, malla tierra	Conjunto	4,1	4,1	2,6	2,6	6,7
Servicios auxiliares, cables	Conjunto	-	-	2,0	2,0	2,0
Subtotal FOB			494,4	5,6		500,0
Transporte y seguros 12%			59,3	-		59,3
Subtotal CIF Puerto Colombiano			553,7	5,6		559,3
Transporte y seguro terrestre 12%			66,4	0,7		67,1
Subtotal CIF Bogotá			620,1	6,3		626,4
Montaje			-	30,0		30,0
<b>TOTAL</b>			620,1	36,3		656,4

TABLA TA- 12

SUBTRANSMISION URBANA  
SUBESTACION 115/34,5 kV - 40 MVA

COSTO DE UNA SUBESTACION  
(Miles de dólares equivalentes)

Equipo	Cantidad	Equipo de Importación		Aporte Local		Total
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
Transformador 20 MVA-115/34,5 kV	2	165,0	330,0	-	-	330,0
Equipo de patio a 115 kV	Conjunto	75,8	75,8	-	-	75,8
Equipo de patio a 34,5 kV	Conjunto	112,5	112,5	-	-	112,5
Tableros y equipo de control	1	39,8	39,8	5,4	5,4	45,2
Estructuras, iluminación, malla tierra	Conjunto	11,6	11,6	27,5	27,5	39,1
Servicios auxiliares, cables	Conjunto	2,7	<u>2,7</u>	13,4	<u>13,4</u>	<u>16,1</u>
Subtotal FOB			572,4		46,3	618,7
Transporte y seguros 12%			<u>68,7</u>		-	<u>68,7</u>
Subtotal CIF Puerto Colombiano			641,1		46,3	687,4
Transporte y seguro terrestre 12%			<u>76,9</u>		<u>5,6</u>	<u>82,5</u>
Subtotal CIF Bogotá			718,0		51,9	769,9
Terreno y Montaje			-		<u>150,0</u>	<u>150,0</u>
TOTAL			718,0		201,9	919,9

TABLA TA-13

SUBTRANSMISION URBANA

COSTO DE ADICION DE 20 MVA, 115/34,5 kV A SUBESTACION EXISTENTE

(Miles de dólares equivalentes)

Equipo	Cantidad	Equipo de Importación		Aporte Local		Total
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
Transformador 20 MVA -115/34,5 kV	1	165,0	165,0	-	-	165,0
Equipo de patio a 115 kV	Conjunto	37,9	37,9	-	-	37,9
Equipo de patio a 34,5 kV	Conjunto	88,2	88,2	-	-	88,2
Tableros y equipos de control	1	26,6	26,6	3,0	3,0	29,6
Estructuras, iluminación, malla tierra	Conjunto	6,5	6,5	18,1	18,1	24,6
Servicios auxiliares, cables	Conjunto	-	-	5,0	5,0	5,0
Subtotal FOB			324,2		26,1	350,3
Transporte y seguros 12%			38,9		-	38,9
Subtotal CIF Puerto Colombiano			363,1		26,1	389,2
Transporte y seguro terrestre 12%			43,6		3,1	46,7
Subtotal CIF Bogotá			406,7		29,2	435,9
Montaje			-		100,0	100,0
TOTAL			406,7		129,2	535,9

TABLA TA-14

SUBTRANSMISION URBANA

LINEA DE TRANSMISION 115 kV - DOBLE CIRCUITO

COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

Equipo	Cantidad	Equipo de Importación		Aporte Local		Total
		Precio Unitario	Precio Total	Precio Unitario	Precio Total	
Postes de acero	8	3.500	28.000	-	-	28.000
Conductores de fase	6,2 km	1.000	6.200	-	-	6.200
Cable de guarda	1,1 km	200	220	-	-	220
Aisladores y herrajes	16 juegos	310	4.960	-	-	4.960
Materiales puesta a tierra	8 juegos	40	320	-	-	320
Subtotal FOB			39.700		-	39.700
Transporte y seguros 12%			4.770		-	4.770
Subtotal CIF Puerto Colombiano			44.470		-	44.470
Transporte y seguro terrestre 12%			5.340		-	5.340
Subtotal CIF Bogotá			49.810		-	49.810
Montaje					7.000	7.000
TOTAL			49.810		7.000	56.810

TABLA TA-15

· DISTRIBUCION URBANA  
LINEAS DE 34,5 kV  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera						Moneda Local		Total	
		Costo direc.		Costo indirect.		Total	%	Unitar.	Total		%
		Unitar.	Total	Unitar.	Total						
Conductor 266.8 MCM ACSR-km	3,2	-	-	391	1.251	1.251	40	587	1.878	60	3.129
Postería	40	-	-	-	-	-	-	92	3.680	100	3.680
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	796	796	100	796
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	753	753	100	753
Conexiones	Juego	1.055	1.055	-	-	1.055	100	-	-	-	1.055
Protecciones	Juego	239	239	-	-	239	100	-	-	-	239
Subtotal FOB			1.294		1.251	2.545			7.107		9.652
Transporte y seguros 12%			155		150	305			-		305
Subtotal CIF Pto. Col.			1.449		1.401	2.850			7.107		9.957
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%									342		342
Equipo nacional 12%									853		853
Subtotal CIF Bogotá			1.449		1.401	2.850			8.302		11.152
Instalación									2.500		2.500
TOTAL			1.449		1.401	2.850			10.802		13.652

TABLA TA-16

DISTRIBUCION URBANA  
RED AEREA DE 11,4 kV  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera				Moneda Local			Total		
		Costo direc.	Costo indirec.	Total	%	Unitar.	Total	%			
		Unitar.	Total	Unitar.	Total	Unitar.	Total	Unitar.			
Conductor 4/0 AWG Al-km	3,2	-	-	358	1.146	1.146	61	229	733	39	1.879
Postería	40	-	-	-	-	-	-	72	2.880	100	2.880
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	1.095	1.095	100	1.095
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	1.639	1.639	100	1.639
Conexiones	Juego	2.738	2.738	-	-	2.738	100	-	-	-	2.738
Protecciones	Juego	708	708	-	-	708	100	-	-	-	708
Subtotal FOB			3.446	1.146	4.592			6.347			10.939
Transporte y seguros 12%			414	137	551			-			551
Subtotal CIF Pto. Col.			3.860	1.283	5.143			6.347			11.490
Transporte y seguro terrestre											
Equipo importado 12%								617			617
Equipo nacional 12%								762			762
Subtotal CIF Bogotá			3.860	1.283	5.143			7.726			12.869
Mano de obra			-	-	-			2.400			2.400
TOTAL			3.860	1.283	5.143			10.126			15.269

TABLA TA-17

DISTRIBUCION URBANA  
RED SUBTERRANEA DE 11,4 kV  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera				Moneda Local				Total	
		Costo direc.		Costo indirect.		Total	%	Costo			%
		Unitar.	Total	Unitar.	Total			Unitar.	Total		
Cable tri plex 4/0 Al-km	1,1	-	-	3.429	3.772	3.772	40	5.657	5.657	60	9.429
Ductería	Juego	-	-	-	-	-	-	15.696	15.696	100	15.696
Aisladores	72	4	288	-	-	288	100	-	-	-	288
Herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	400	400	100	400
Conexiones	Juego	1.724	1.724	-	-	1.724	100	-	-	-	1.724
Protecciones	Juego	4.002	<u>4.002</u>	-	-	<u>4.002</u>	100	-	-	-	<u>4.002</u>
Subtotal FOB			6.014	3.772	9.786			21.753			31.539
Transporte y seguros 12%			<u>722</u>	<u>453</u>	<u>1.175</u>			-			<u>1.175</u>
Subtotal CIF Pto. Col			6.736	4.225	10.961			21.753			32.714
Transporte y seguro terrestre											
Equipo importado 12%								1.315			1.315
Equipo nacional 12%								<u>727</u>			<u>727</u>
Subtotal CIF Bogotá			6.736	4.225	10.961			23.795			34.756
Mano de obra			-	-	-			<u>14.987</u>			<u>14.987</u>
TOTAL			6.736	4.225	10.961			38.782			49.743

TABLA IA-18

DISTRIBUCION URBANA  
RED AEREA DE 120/208 V  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera				Moneda Local			Total		
		Costo direc.		Costo indirec.	Total	%	Moneda Local				
		Unitar.	Total				Unitar.	Total		%	
Conductor 4/0 Aisl. Al-km	3,1	-	-	968	3.001	3.001	65	521	1.615	35	4.616
Conductor 2/0 Desn. Al-km	1,02	-	-	209	213	213	61	134	137	39	350
Conductor #4 Aisl. Al.-km	1,02	-	-	186	190	190	65	100	102	35	292
Postería	32	-	-	-	-	-	-	64	2.048	100	2.048
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	56	56	100	56
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	377	377	100	377
Conexiones	Juego	1.128	1.128	-	-	1.128	100	-	-	-	1.128
Subtotal FOB			1.128	3.404	4.532			4.335			8.867
Transporte y seguros 12%			135	409	544			-			544
Subtotal CIF Pto. Col			1.263	3.813	5.076			4.335			9.411
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%								609			609
Equipo nacional 12%								520			520
Subtotal CIF Bogotá			1.263	3.813	5.076			5.464			10.540
Mano de obra			-	-	-			2.080			2.080
TOTAL			1.263	3.813	5.076			7.544			12.620

TABLA TA-19

DISTRIBUCION URBANA  
RED SUBTERRANEA DE 120/208 V  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera						Moneda Local		Total	
		Costo direc.		Costo indirec.		Total	%	%			
		Unitar.	Total	Unitar.	Total			Unitar.	Total		
Conductor 4/0 Al aislado-km	3,2	-	-	1.130	3.616	3.616	70	485	1.552	30	5.168
Conductor 2/0 Al aislado -km	1,2	-	-	755	906	906	70	325	390	30	1.296
Conductor 4/0 Al aislado-km	0,68	-	-	335	228	228	70	144	98	30	326
Ductería	Juego	-	-	-	-	-	-	11.808	11.808	100	11.808
Conexiones	Juego	993	993	-	-	993	100	-	-	-	993
Protecciones	Juego	510	510	-	-	510	100	-	-	-	510
Subtotal FOB			1.503		4.750	6.253			13.848		20.101
Transporte y seguros 12%			180		570	750			-		750
Subtotal CIF Pto. Col			1.683		5.320	7.003			13.848		20.851
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%									840		840
Equipo nacional 12%									245		245
Subtotal CIF Bogotá			1.683		5.320	7.003			14.933		21.936
Mano de obra			-		-	-			9.303		9.303
<b>TOTAL</b>			1.683		5.320	7.003			24.236		31.239

TABLA TA-20

DISTRIBUCION URBANA  
RED AEREA DE 11,4 kV  
COSTO POR KM MODERNIZADO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera				Moneda Local			Total		
		Costo direc.		Costo indirect.		Total	%	%			
		Unitar.	Total	Unitar.	Total			Unitar.		Total	
Conductor 4/0 Al - km	3,2	-	-	286,5	917	917	61	183	586	39	1.503
Postería	Juego	-	-	-	-	-	-	1.152	1.152	100	1.152
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	438	438	100	438
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	656	656	100	656
Conexiones	Juego	2.378	2.378	-	-	2.378	100	-	-	-	2.378
Subtotal FOB			2.378		917	3.295			2.832		6.127
Transporte y seguros 12%			285		110	395			-		395
Subtotal CIF Pto. Col.			2.663		1.027	3.690			2.832		6.522
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%									443		443
Equipo nacional 12%									340		340
Subtotal CIF Bogotá			2.663		1.027	3.690			3.615		7.305
Mano de obra			-		-	-			2.400		2.400
TOTAL			2.663		1.027	3.690			6.015		9.705

DISTRIBUCION URBANA  
RED AEREA DE 120/208 V  
COSTO POR KM MODERNIZADO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera				Moneda Local			Total		
		Costo direc.		Costo indirec.		Total	%	Moneda Local			
		Unitar.	Total	Unitar.	Total			Unitar.		Total	%
Conductores	Grupo	-	-	3.064	3.064	3.064	65	1.667	1.667	35	4.731
Postería	Grupo	-	-	-	-	-	-	819	819	100	819
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	34	34	100	34
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	302	302	100	302
Conexiones	Juego	1.128	<u>1.128</u>	-	-	<u>1.128</u>	100	-	-	-	<u>1.128</u>
Subtotal FOB			1.128	3.064	4.192			2.822			7.014
Transporte y seguros 12%			<u>135</u>	<u>368</u>	<u>503</u>			-			<u>503</u>
Subtotal CIF Pto. Col			1.263	3.432	4.695			2.822			7.517
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%									563		563
Equipo nacional 12%									<u>339</u>		<u>339</u>
Subtotal CIF Bogotá			1.263	3.432	4.695			3.724			8.419
Mano de obra			-	-	-			<u>2.080</u>			<u>2.080</u>
<b>TOTAL</b>			1.263	3.432	4.695			5.804			10.499

DISTRIBUCION URBANA  
MODERNIZACION DE REDES  
COSTOS UNITARIOS - RESUMEN  
(Dólares equivalentes)

	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Transformadores 11,400/120 V (MVA)	1.085	4.594	5.679
Circuitos Aéreos 11,4 kV (km)	3.690	6.015	9.705
Circuitos Secundarios 120/208 V. (km)	4.695	5.804	10.499
Cortacircuitos 15 kV (un)	-	18	18
Pararrayos 15 kV (un)	-	11	11

DISTRIBUCION URBANA  
ALUMBRADO PUBLICO  
COSTOS UNITARIOS  
(Dólares equivalentes)

	Unidad	Costo Unitario		
		ME	ML	Total
<b>Iluminación de avenidas</b>				
- Autopista ó similares ( 4 vías)	km	16.973	18.109	35.082
- Arterias rápidas ( 2 vías)	km	17.204	25.941	43.145
- Arterias intermedias ( 2 vías)	km	14.938	22.716	37.654
- Arterias locales ( 1 vía)	km	7.326	7.044	14.370
<b>Iluminación de canchas</b>	un	697	1.031	1.728
<b>Iluminación parques y plazoletas</b>	un	726	4.051	4.777
<b>Iluminación de monumentos y fachadas</b>	un	2.959	1.494	4.453
<b>Iluminación del centro de Bogotá</b>	km	3.194	6.596	9.790
<b>Iluminación de intercambios viales</b>	un	52.921	26.039	78.960
<b>Cambio de luminarias incandescentes por mercurio</b>	un	3,3	56,7	60
<b>Controles multiples para alumbrado</b>	un	55	25	80

DISTRIBUCION URBANAAPARATOS DE MEDIDACOSTOS UNITARIOS

(Dólares equivalentes)

	<u>Costo Unitario Instalado</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
<b>MEDICION RESIDENCIAL</b>			
- Contador monofásico	14,30	4,80	19,10
- Contador trifásico	33,30	11,20	44,50
<b>MEDICION COMERCIAL</b>			
- Contador monofásico	14,30	4,80	19,10
- Contador trifásico	33,30	11,20	44,50
<b>MEDICION INDUSTRIAL</b>			
- Contador trifásico tarifa doble	57,50	19,30	76,80
- Contador trifásico para CT de 600V	33,30	11,20	44,50
- Contador trifásico con indicador de máxima	200,00	66,70	266,70
- Contador trifásico de energía reactiva	91,20	30,60	121,80
- Transformador de corriente 600 V	31,00	10,40	41,40
- Transformador de corriente 15 kV	142,60	47,80	190,40
- Transformador de tensión, 15 kV	553,00	185,60	738,60
- Unidades de medida para exterior	2.086,00	700,00	2.786,00
- Relojes de conmutación	91,00	30,40	121,40
- Relojes de conmutación y máxima demanda	107,00	36,00	143,00

PROGRAMA DE INVERSIONES

(Miles de dólares equivalentes)

	1978		1979		1980		1981		1982		Costo Total		Total
	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	
Capacidad de transformación 230/115 kV (300 MVA)	0	0	386	30	771	60	2.609	210	0	0	3.456	300	4.156
Líneas de subtransmisión de 115 kV (75 km)	0	0	374	53	747	105	1.494	210	1.121	157	5.436	525	4.261
Capacidad de transformación 115/34,5 kV (160 MVA)	0	0	593	173	1.187	346	593	173	594	172	2.967	864	3.831
Capacidad de transformación 115/11,4 kV (510 MVA)	0	0	1.133	134	4.532	536	3.397	402	2.267	267	11.329	1.359	12.668
Total Costos Directos	0	0	2.486	390	7.237	1.047	8.183	998	3.982	596	21.888	3.028	24.916
Ingeniería y administración (8%)	0	0	0	230	0	663	0	734	0	565	0	1.993	1.993
Imprevistos (10%)	0	0	249	39	724	105	819	100	398	60	2.190	304	2.494
Totales sin escalación	0	0	2.735	659	7.961	1.815	9.002	1.829	4.380	1.022	24.078	5.325	29.403

DISTRIBUCION URBANA  
NUEVAS INSTALACIONES

PROGRAMA DE INVERSIONES

(Miles de dólares equivalentes)

	1978		1979		1980		1981		1982		Totales		Total
	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	
Circuitos 34,5 kV	29	108	31	119	34	130	37	140	40	151	171	648	819
Circuitos 11,4 kV:													
- Subterráneos	789	2.792	888	3.141	986	3.490	1.085	3.840	1.184	4.189	4.932	17.452	22.384
- Aéreos	864	1.701	972	1.914	1.080	2.126	1.188	2.339	1.296	2.552	5.400	10.632	16.032
Circuitos 120/208V:													
- Subterráneos	224	776	252	873	280	969	308	1.066	336	1.163	1.400	4.847	6.247
- Aéreos	1.624	2.414	1.843	2.738	2.061	3.063	2.279	3.387	2.497	3.712	10.304	15.314	25.618
Transformadores 11400/208V	551	2.297	569	2.374	587	2.450	606	2.527	624	2.603	2.937	12.251	15.188
Cortacircuitos 15 kV	-	135	-	140	-	144	-	148	-	153	-	720	720
Pararrayos 15kV	-	81	-	84	-	86	-	89	-	92	-	432	432
Transformadores 34500/480V	51	217	57	242	62	266	68	290	74	314	312	1.329	1.641
Cortacircuitos 34,5 kV	13	-	14	-	16	-	17	-	19	-	79	-	79
Pararrayos 34,5 kV	8	-	9	-	10	-	11	-	11	-	49	-	49
Total Costos Directos	4.153	10.521	4.635	11.625	5.116	12.724	5.599	13.826	6.081	14.929	25.584	63.625	89.209
Ingeniería y Admón. (8%)	-	1.174	-	1.301	-	1.427	-	1.554	-	1.681	-	7.137	7.137
Imprevistos (10%)	415	1.052	463	1.163	512	1.272	560	1.383	608	1.493	2.558	6.363	8.921
Totales sin escalación	4.568	12.747	5.098	14.089	5.628	15.423	6.159	16.763	6.689	18.103	28.142	77.125	105.267

TABLA TA-28

MODERNIZACION DE REDES

PROGRAMA DE INVERSIONES

(Miles de dólares equivalentes)

	1978		1979		1980		1981		1982		Totales		Total
	Moneda Extranjera	Moneda Local	Moneda Extranjera	Moneda Local	Moneda Extranjera	Moneda Local	Moneda Extranjera	Moneda Local	Moneda Extranjera	Moneda Local	Moneda Extranjera	Moneda Local	
Transformadores 11,400/120 V	54	230	60	253	65	276	71	299	76	320	326	1,378	1,704
Circuitos Aéreos 11,4 kV	203	331	225	367	244	397	262	427	284	463	1,218	1,985	3,203
Circuitos Aéreos 120/208V.	470	580	516	638	563	696	610	755	658	813	2,817	3,482	6,299
Cortacircuitos 15 kV	-	29	-	32	-	35	-	37	-	40	-	173	173
Pararrayos 15 kV	-	18	-	19	-	21	-	23	-	25	-	106	106
Total Costos Directos	727	1,188	801	1,309	872	1,425	943	1,541	1,018	1,661	4,361	7,124	11,485
Ingeniería y Admón. (8%)	-	153	-	169	-	184	-	199	-	214	-	919	919
Imprevistos (10%)	73	119	80	131	87	142	94	154	102	166	436	712	1,148
Total sin escalación	800	1,460	881	1,609	959	1,751	1,037	1,894	1,120	2,041	4,797	8,755	13,552

TABLA TA-29

DISTRIBUCION URBANA

ALUMBRADO PUBLICO

PROGRAMA DE INVERSIONES

(Miles de dólares equivalentes)

Descripción	1978		1979		1980		1981		1982		Costo Total		Total
	Moneda Extran-je ra	Moneda Local	Moneda Extran-je ra	Moneda Local	Moneda Extran-je ra	Moneda Local	Moneda Extran-je ra	Moneda Local	Moneda Extran-je ra	Moneda Local	Moneda Extran-je ra	Moneda Local	
Iluminación de Avenidas-km:													
Autopistas ó similares (4 vías)	68	72	85	91	102	108	119	127	135	145	509	543	1.052
Arterias rápidas ( 2 vías )	34	52	52	78	52	78	52	78	68	103	258	389	647
Arterias intermedias ( 2 vías)	105	159	120	182	134	204	149	227	164	250	672	1.022	1.694
Arterias locales (1 vía)	15	14	22	21	22	21	22	21	29	28	110	105	215
Iluminación de canchas - un.	24	36	28	41	31	46	35	52	38	57	156	232	388
Iluminación de parques y plazo-letas - un.	12	69	15	81	16	93	19	105	20	109	82	457	539
Iluminación de monumentos y fachadas - un.	21	10	23	12	26	13	30	15	33	17	133	67	200
Iluminación del centro de Bogotá-km.	48	98	96	199	-	-	-	-	-	-	144	297	441
Iluminación intercambios viales - un -	-	-	53	26	53	26	105	52	159	78	370	182	552
Cambio de luminarias incandescentes por mercurio - un.	25	425	25	425	25	425	-	-	-	-	75	1.275	1.350
Controles múltiples para alumbrado - un.	82	37	125	57	82	37	62	28	62	28	413	187	600
Sub-total obras nuevas	434	972	644	1.213	543	1.051	593	705	708	815	2.922	4.756	7.678
Mantenimiento existente	209	369	209	369	209	369	209	369	209	368	1.045	1.844	2.889
Mantenimiento de obras nuevas	48	126	95	253	137	363	178	430	218	496	676	1.668	2.344
Subtotal mantenimiento	257	495	304	622	346	732	387	799	427	864	1.721	3.512	5.233
Total Costos Directos	691	1.467	948	1.835	889	1.783	980	1.504	1.135	1.679	4.643	8.268	12.911
Ingeniería y Admón. (8%)	-	173	-	223	-	214	-	198	-	225	-	1.033	1.033
Imprevistos (10%)	69	147	95	184	89	178	98	150	113	168	464	827	1.291
Totales sin escalación	760	1.787	1.043	2.242	978	2.175	1.078	1.852	1.248	2.072	5.107	10.128	15.235

DISTRIBUCION URBANA

A PARATOS DE MEDIDA

PROGRAMA DE INVERSIONES

(Miles de dólares equivalentes)

	1978		1979		1980		1981		1982		Totales		Total
	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera.	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	Moneda Extran-jera	Moneda Local	
Medición residencial:													
- Contadores monofásicos	275	93	307	103	322	108	354	119	393	132	1.651	555	2.206
- Contadores trifásicos	641	216	714	240	751	253	824	277	916	308	3.846	1.294	5.140
Medición comercial:													
- Contadores monofásicos	27	9	30	10	34	11	37	12	40	14	168	56	224
- Contadores trifásicos	31	11	35	12	39	13	43	14	47	16	195	56	261
Medición industrial:													
- Contador trifásico, tarifa do- ble.	66	22	72	24	81	27	91	31	95	32	405	136	541
- Contador trifásico, CT de 600 V.	13	4	14	5	16	5	18	6	19	7	80	27	107
- Contador trifásico, Indic. Má- xima.	13	4	14	5	15	5	17	6	18	6	77	26	103
- Contador trifásico, Energía React.	6	2	6	2	7	2	8	3	8	3	35	12	47
- Transformador de corriente, 600 V.	36	12	40	13	45	15	50	17	52	18	223	75	298
- Transformador de corriente, 15 kV.	14	5	16	5	18	6	20	7	21	7	89	30	119
- Transformador de tensión, 15 kV.	55	19	64	21	69	23	78	26	80	27	346	116	462
- Unidades de medida para exte- rior.	27	9	29	10	33	11	36	12	42	14	167	56	223
- Relojes de conmutación	139	47	154	51	173	58	193	64	201	67	860	287	1.147
- Relojes de conmutación y dem.	7	2	7	3	8	3	9	3	10	3	41	14	55
Total Costos Directos	1.350	455	1.502	504	1.511	540	1.778	597	1.942	654	8.183	2.750	10.933
Ingeniería y Admón (8%)	-	144	-	160	-	172	-	190	-	208	-	874	874
Imprevistos (10%)	135	46	150	50	161	54	178	60	194	65	818	275	1.093
Totales sin escalación	1.485	645	1.652	714	1.772	766	1.956	847	2.136	927	9.001	3.899	12.900

DISTRIBUCION URBANA

VEHICULOS DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION

PRESUPUESTO  
(Dólares equivalentes)

<u>Descripción</u>	<u>Unidades Requeridas</u>			<u>Costo</u>	<u>Costo</u>
	<u>1978</u>	<u>1980</u>	<u>Total</u>	<u>Unitario FOB US\$</u>	<u>Total FOB US\$</u>
Pick-ups y Furgonetas	90	80	170	4,900	833,000
Camperos	80	100	180	5,900	1'062,000
Camiones	20	25	45	22,400	1'008,000
Volquetas	10	15	25	20,400	510,000
Escaleras	20	20	40	15,260	610,400
Canastas	10	10	20	28,000	560,000
Grúas pequeñas	15	10	25	29,800	745,000
Automóviles	15	10	25	5,000	125,000
Ambulancias	6	-	6	10,000	60,000
Camionetas	6	6	12	8,400	100,800
Power wagons	10	5	15	7,000	105,000
Unimogs	-	2	2	22,080	44,160
Camión remolque	1	-	1	15,000	15,000
Motocicletas	10	-	10	1,500	15,000
					<u>5'793,360</u>
Transporte y Seguro Marítimo (12%)					<u>695,203</u>
Subtotal CIF Puerto Colombiano					<u>6'488,563</u>
Transporte y Seguro Terrestre (12%)					<u>778,627</u>
Subtotal CIF Bogotá					<u>7'267,190</u>
Ingeniería y Administración (5%)					<u>363,360</u>
Imprevistos (10%)					<u>726,720</u>
Total sin escalación					<u>8'357,270</u>

DISTRIBUCION URBANA  
EQUIPO DE COMUNICACIONES  
PRESUPUESTO  
(Dólares equivalentes)

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo Unitario</u>	<u>Total</u>
Equipos de radio-móviles	400	1.000	400.000
Estaciones repetidoras	2	1.200	2.400
Batería y cargador de batería para los repetidores	2	1.500	<u>3.000</u>
Subtotal FOB Aeropuerto de Embarque			405.400
Transporte Aéreo y seguros (12%)			<u>48.648</u>
Total CIF Bogotá			454.048
Ingeniería y Administración (5%)			22.702
Imprevistos (10%)			<u>45.400</u>
Total sin escalación			522.150

DISTRIBUCION URBANA  
EQUIPO PARA MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES

PRESUPUESTO

(Dólares equivalentes)

<u>Descripción</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio</u> <u>Unitario</u>	<u>Total</u>
Pala camión de 100 ton	1	350.000	350.000
Tractomula de 100 ton	1	150.000	150.000
Camión de 15 ton	1	35.000	35.000
Bulldozer similar a tipo D4	1	65.000	65.000
Bulldozer similar a tipo D6	1	75.000	75.000
Cargador de 2 1/2 yd. cu	1	70.000	70.000
Motoniveladora de 135 HP	1	75.000	75.000
Retroexcavadora con cucharón de 0.40 m x 0.25 m	3	70.000	210.000
Compresor de aire de 600 c. f. m.	2	26.000	52.000
Compresor portátil de aire de 300 c. f. m.	2	18.000	36.000
Compresor eléctrico de 300 c. f. m.	1	15.000	15.000
Compresor eléctrico de 125 c. f. m.	2	13.000	26.000
Compresor estacionario de 800 c. f. m.	1	34.000	34.000
Vibrocompactador de 10 ton	1	15.000	15.000
Equipo de fraccionamiento	1	15.000	15.000
Taladro horizontal de compresión de 6" Ø	1	10.000	10.000
Bomba sumergible de Ø 6"	3	700	2.100
Bomba sumergible de Ø 3"	3	650	1.950
Bomba de expulsión de Ø 8"	1	5.000	5.000
Ventilador axial de 90.000 c. f. m.	1	9.000	9.000
Subtotal FOB Puerto de Embarque			1' 251.050
Transporte marítimo (12%)			150.126
Subtotal CIF Puerto Colombiano			1' 401.176
Transporte y seguro terrestre (12%)			168.144
Subtotal CIF Bogotá			1' 569.320
Ingeniería y Administración (5%)			78.470
Imprevistos (10%)			156.930
Total sin escalación			1' 804.720

DISTRIBUCION URBANA  
EQUIPO PARA EL LABORATORIO DE MANTENIMIENTO ELECTRONICO  
PRESUPUESTO  
(Dólares equivalentes)

<u>Equipo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Total</u>
<u>1. Mantenimiento Radioenlaces</u>		
Contador de frecuencias hasta 500 MHz	1	4.235
Oscilador y generador AM-FM	1	5.500
Voltímetro selectivo y generador de señales	1	10.900
Equipo portátil de prueba telefónica	1	1.600
Psófómetro	1	1.125
<u>2. Mantenimiento de Radios Móviles y Sistema del Centro de Despacho</u>		
Voltímetro análogo de uso general	1	855
Voltímetro digital de uso general	1	550
Osciloscopio portátil de 100 MHz	1	2.195
Osciloscopio portátil de 15 MHz	1	825
Juego de accesorios para osciloscopio	1	1.500
Fuente de poder voltaje variable 0-64 VDC 0,50 A.	1	2.000
Contador de frecuencia portátil hasta 500 MHz	1	875
Equipo para medir calidad de transmisión de datos	1	2.700
<u>3. Mantenimiento y calibración de Relés de Protección</u>		
Equipo para prueba de relés de protección	1	12.000
Probador para relés de baja frecuencia	1	3.200
Subtotal FOB Aeropuerto de Embarque		50.060
Transporte Aéreo y seguros (12%)		6.010
Subtotal CIF Bogotá - Costos directos		56.070
Ingeniería y Administración		3.000
Imprevistos		5.000
Total sin escalación		64.070

DISTRIBUCION URBANA

FONDOS EN MONEDA LOCAL QUE LA EMPRESA PERCIBIRA POR DERECHOS DE UTILIZACION DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y POR REFUERZO Y EXTENSION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

(Miles de dólares equivalentes)

	Ver Nota 1	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>Total</u>
Circuitos 34,5 kV	100%	137	150	164	177	191	819
Circuitos 11,4 kV							
- Subterráneos	20%	716	806	895	985	1.075	4.477
- Aéreos	20%	513	577	641	705	770	3.206
Circuitos 120/208 V.							
- Subterráneos	20%	200	225	250	275	300	1.250
- Aéreos	20%	808	916	1.025	1.133	1.242	5.124
Transformadores 11.400/208 V.	50%	1.424	1.471	1.519	1.566	1.614	7.594
Cortacircuitos 15 kV	50%	67	70	72	74	77	360
Pararrayos 15 kV	50%	41	42	43	45	45	216
Transformadores 34.500/480 V.	100%	268	299	328	358	388	1.641
Cortacircuitos 34,5 kV	100%	13	14	16	17	19	79
Pararrayos 34,5 kV	100%	8	9	10	11	11	49
<b>TOTAL</b>		<b>4.195</b>	<b>4.579</b>	<b>4.963</b>	<b>5.346</b>	<b>5.732</b>	<b>24.815</b>

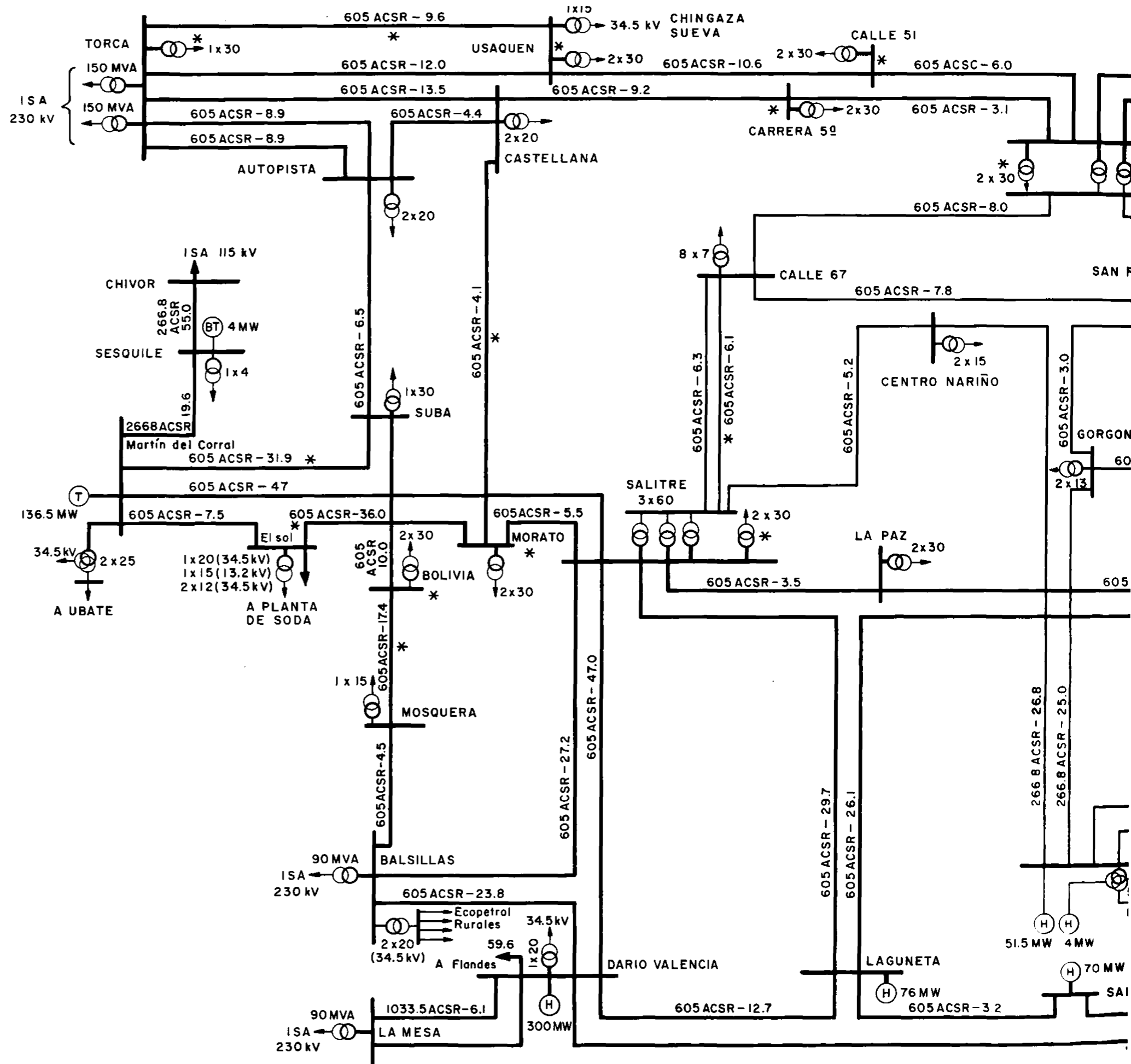
NOTA 1- Porcentaje de los costos totales (Moneda Extranjera más Moneda Local), que se cobrará a los usuarios.

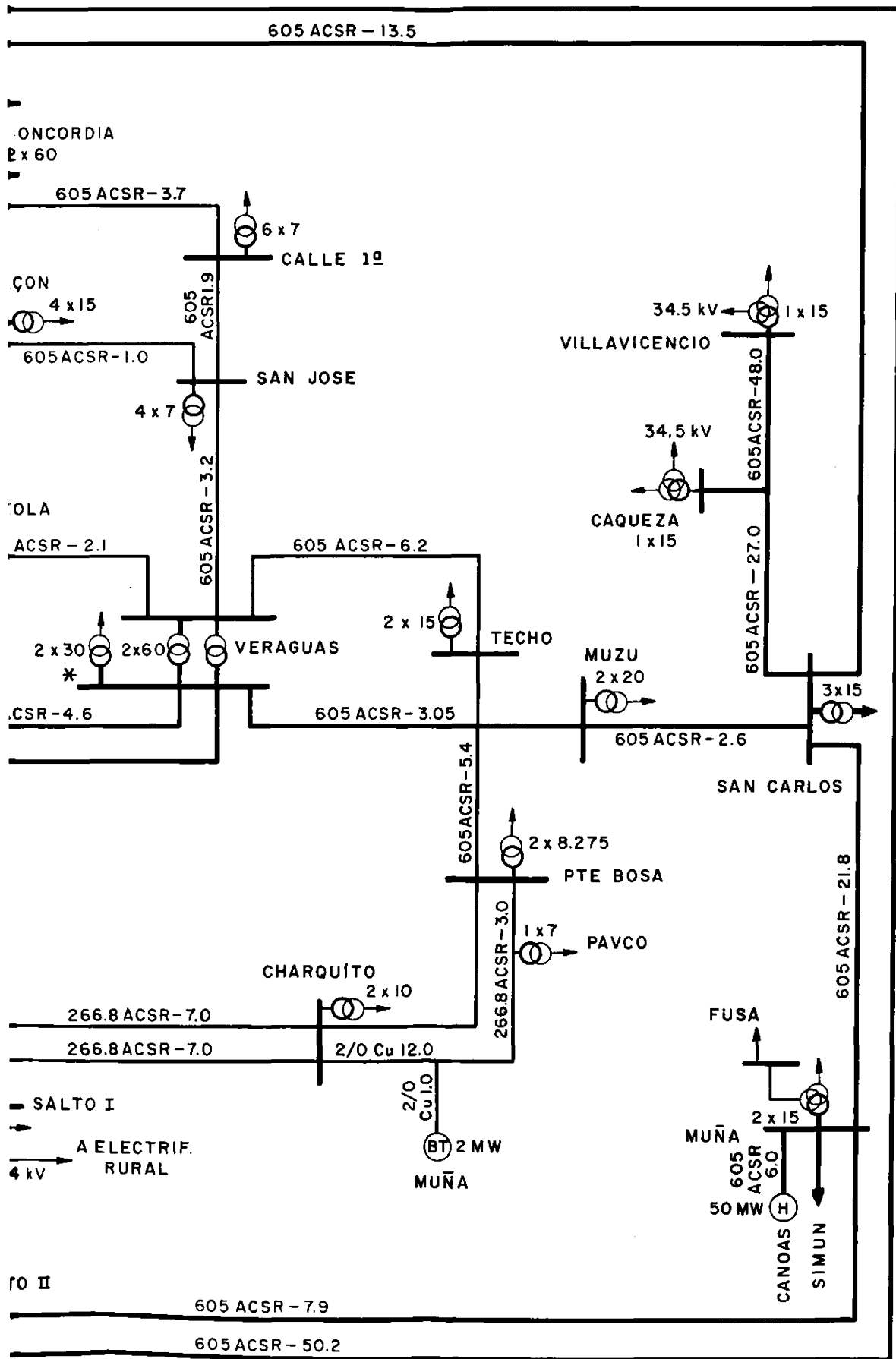
SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION URBANA

PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	Total	Totales		1978		1979		1980		1981		1982	
		ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML
Subtransmisión	24.916	21.888	3.028	-	-	2.486	390	7.237	1.047	8.183	995	3.982	596
Distribución	89.209	25.584	63.625	4.153	10.521	4.635	11.625	5.116	12.724	5.599	13.826	6.081	14.929
Modernización de redes	11.485	4.361	7.124	727	1.188	801	1.309	872	1.425	943	1.541	1.018	1.661
Alumbrado público	12.911	4.643	8.268	691	1.467	948	1.835	889	1.783	980	1.504	1.135	1.679
Aparatos de medida	10.933	8.183	2.750	1.350	455	1.502	504	1.611	540	1.778	597	1.942	654
Vehículos de mantenimiento y construcción	7.267	6.488	779	3.228	388	-	-	3.260	391	-	-	-	-
Equipo de comunicaciones	454	405	49	203	25	-	-	202	24	-	-	-	-
Equipo pesado para construcción y mantenimiento de obras civiles	1.569	1.401	168	-	-	421	-	980	168	-	-	-	-
Equipo para el laboratorio de mantenimiento electrónico	56	50	6	50	6	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total costos directos</b>	<b>158.800</b>	<b>73.003</b>	<b>85.797</b>	<b>10.402</b>	<b>14.050</b>	<b>10.793</b>	<b>15.663</b>	<b>20.167</b>	<b>18.102</b>	<b>17.483</b>	<b>18.463</b>	<b>14.158</b>	<b>19.519</b>
Ingeniería y Administración	12.423	-	12.423	-	1.839	-	2.106	-	2.909	-	2.874	-	2.695
Imprevistos	15.881	7.301	8.580	1.041	1.406	1.079	1.567	2.017	1.808	1.749	1.847	1.415	1.952
<b>Subtotal sin escalación</b>	<b>187.104</b>	<b>80.304</b>	<b>106.800</b>	<b>11.443</b>	<b>17.295</b>	<b>11.872</b>	<b>19.336</b>	<b>22.184</b>	<b>22.819</b>	<b>19.232</b>	<b>23.184</b>	<b>15.573</b>	<b>24.166</b>
Menos fondos que la Empresa percibirá por utilización transformadores y extensión de redes	24.815	-	24.815	-	4.195	-	4.579	-	4.963	-	5.346	-	5.732
<b>TOTAL</b>	<b>162.289</b>	<b>80.304</b>	<b>81.985</b>	<b>11.443</b>	<b>13.100</b>	<b>11.872</b>	<b>14.757</b>	<b>22.184</b>	<b>17.856</b>	<b>19.232</b>	<b>17.838</b>	<b>15.573</b>	<b>18.434</b>

**F I G U R A S**





C O

Plar

Plar

Bom

Bom

Líne

Obr

Líne

Líne

Trar

Cap

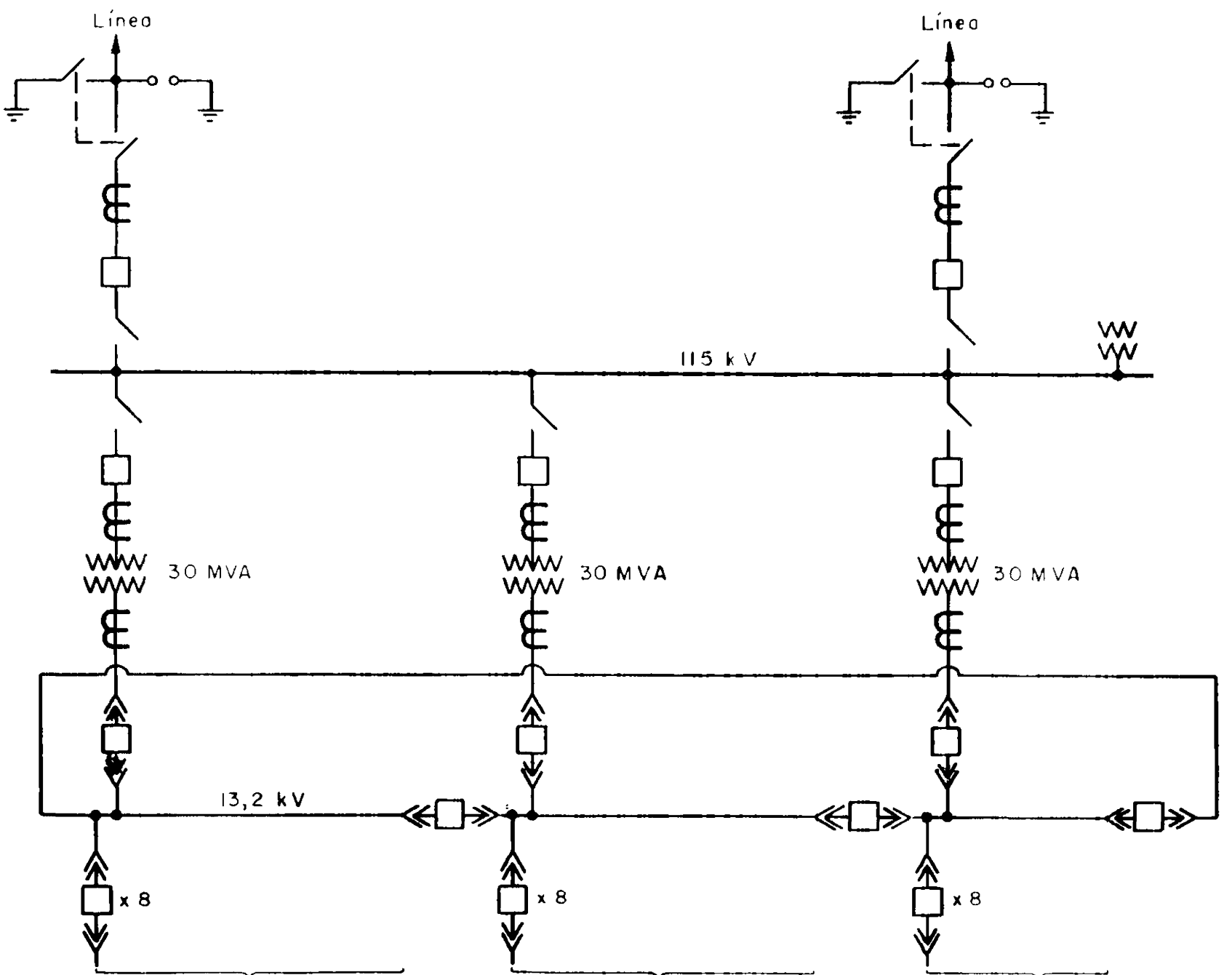
N O

1 -

2 -

3 -

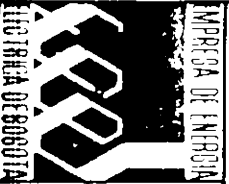




EMPRESA DE ENERGIA  
**SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION**  
 ZONA URBANA

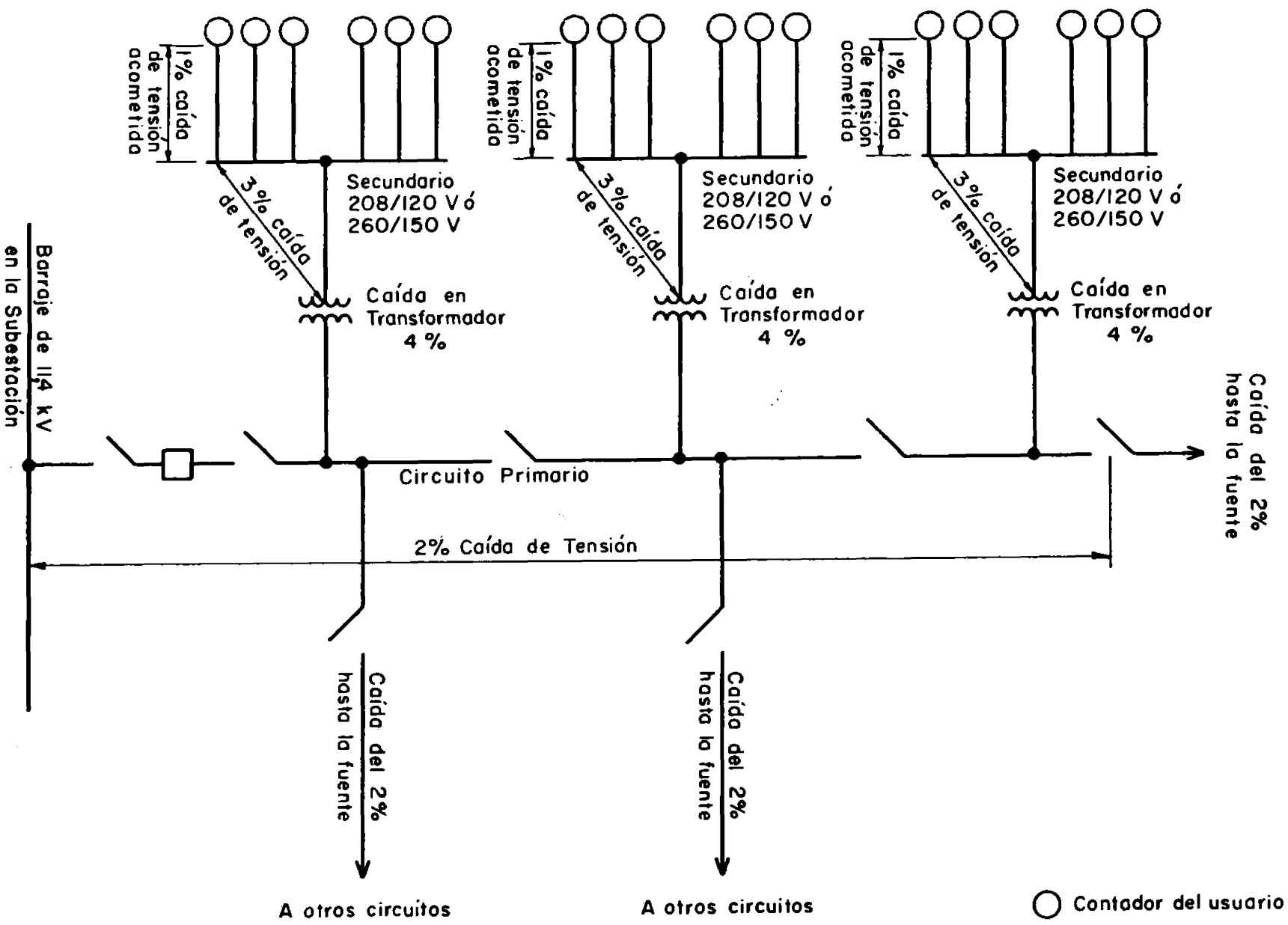
**SUBESTACION DE TRANSFORMACION**  
 115 / 11,4 kV - 90 MVA

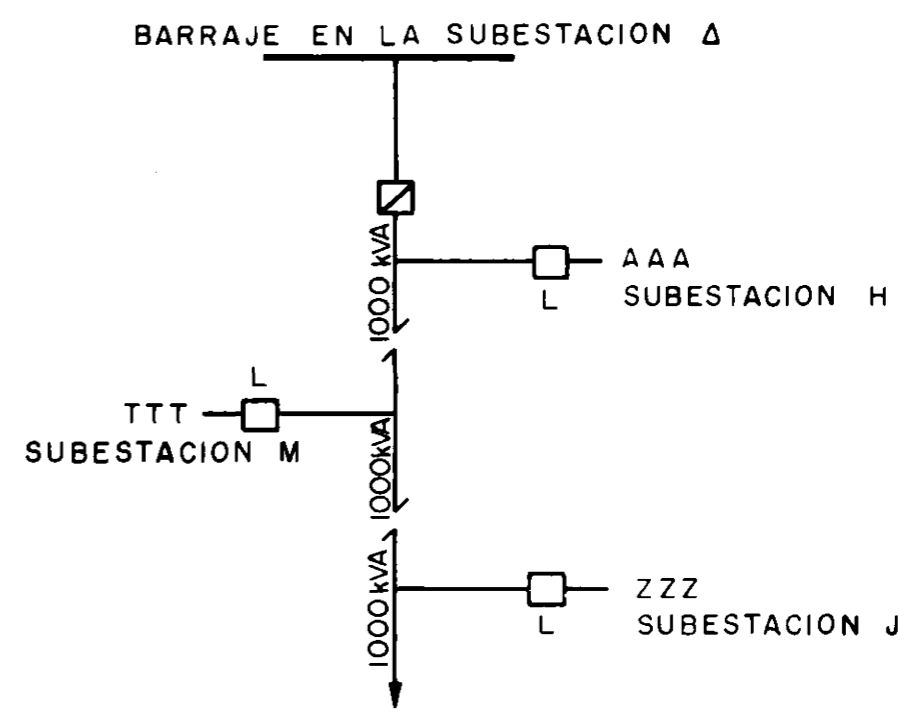
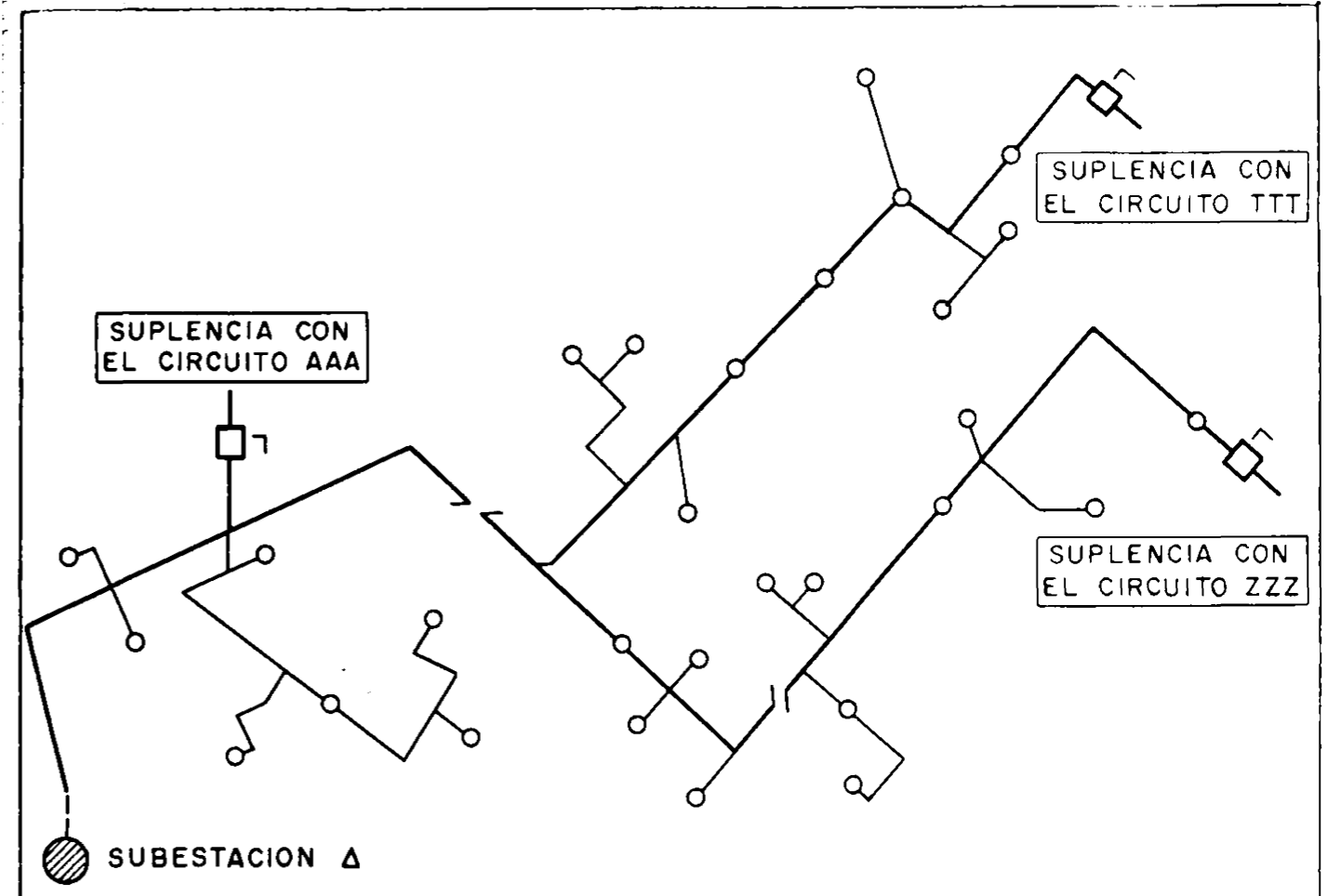
Fecha: Agosto, 1977  
 FIGURA FA-2



EMPRESA DE ENERGIA  
 ELECTRICIDAD DE BOGOTA

REGULACION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION  
 SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
 ZONA URBANA

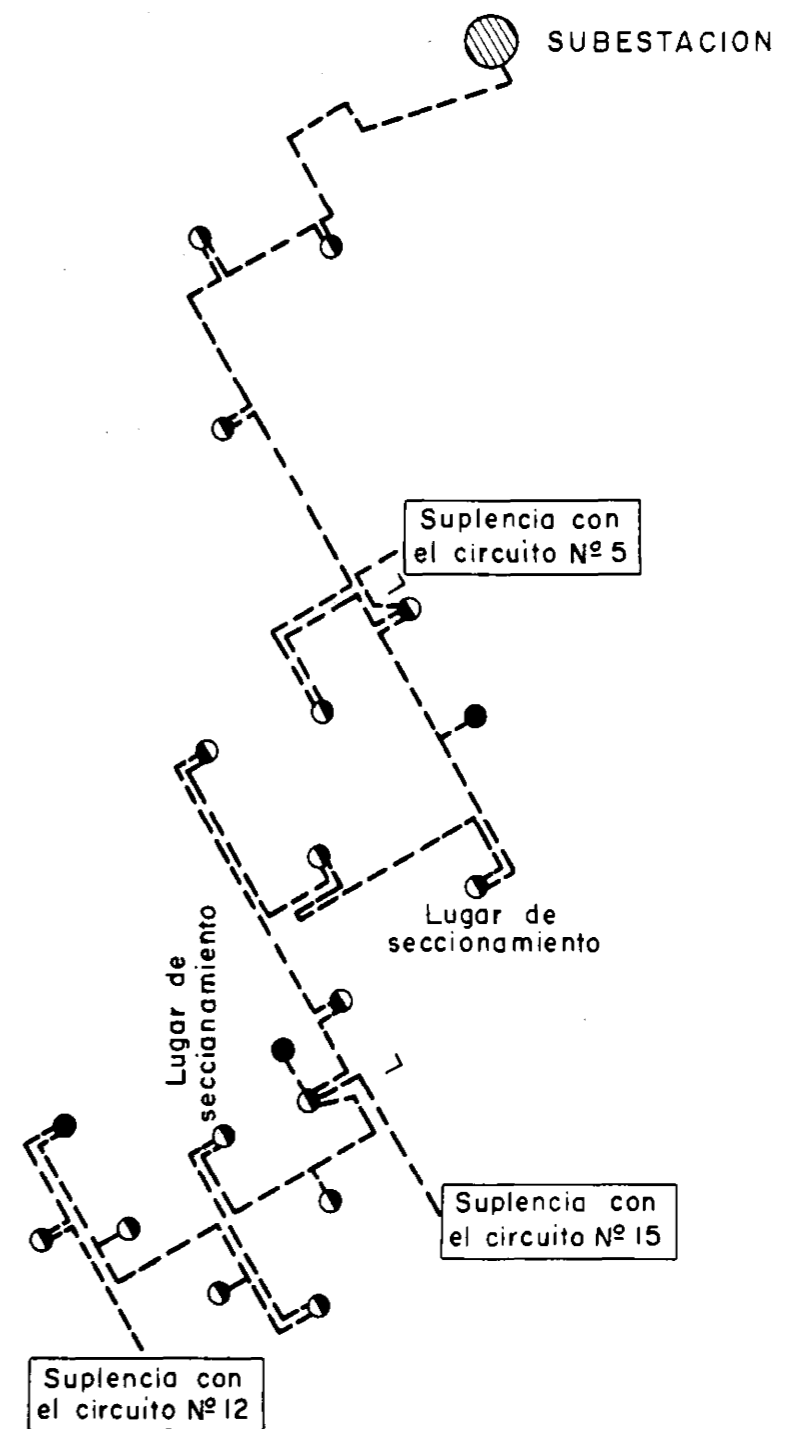




SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ZONA URBANA

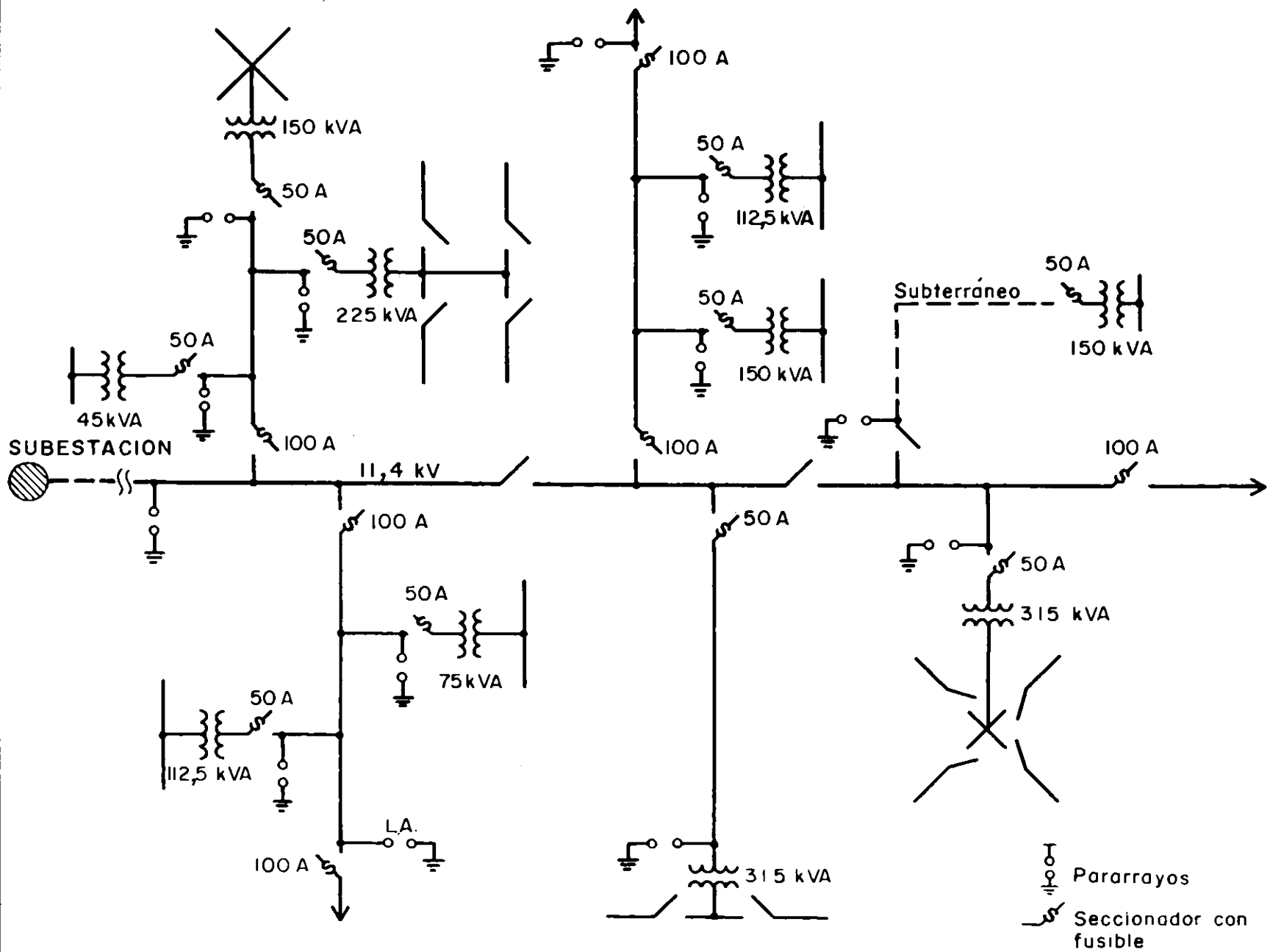
CIRCUITO PRIMARIO AEREO TIPICO  
11,4 kV

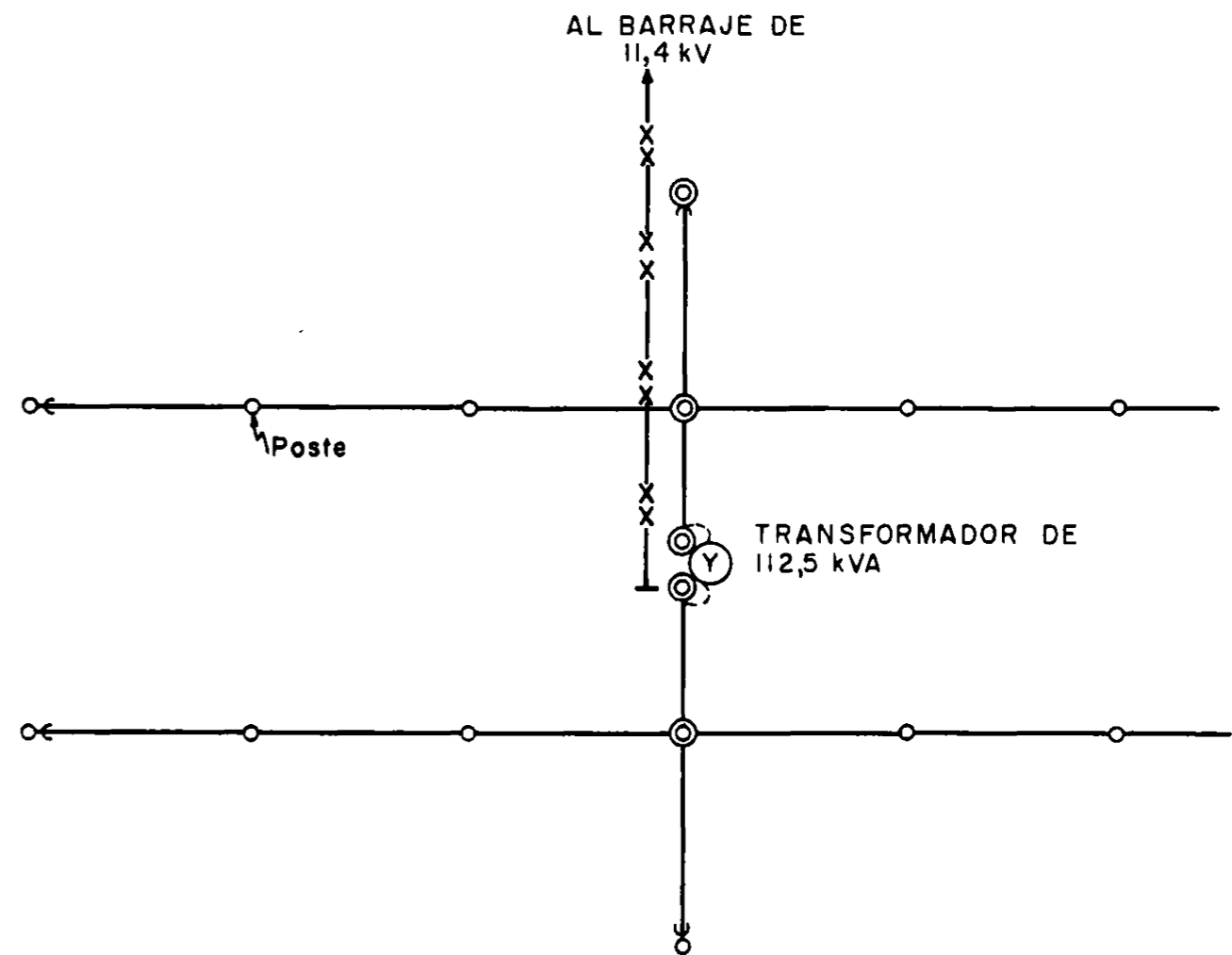
Fecha: Agosto, 1977  
FIGURA FA-4



EMPRESA DE ENERGIA	
SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION ZONA URBANA	
CIRCUITO PRIMARIO SUBTERRANEO TIPICO 11,4 kV	Fecha: Agosto, 1977
	FIGURA FA-5

SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ZONA URBANA  
PROTECCION DE TRANSFORMADORES  
DE DISTRIBUCION





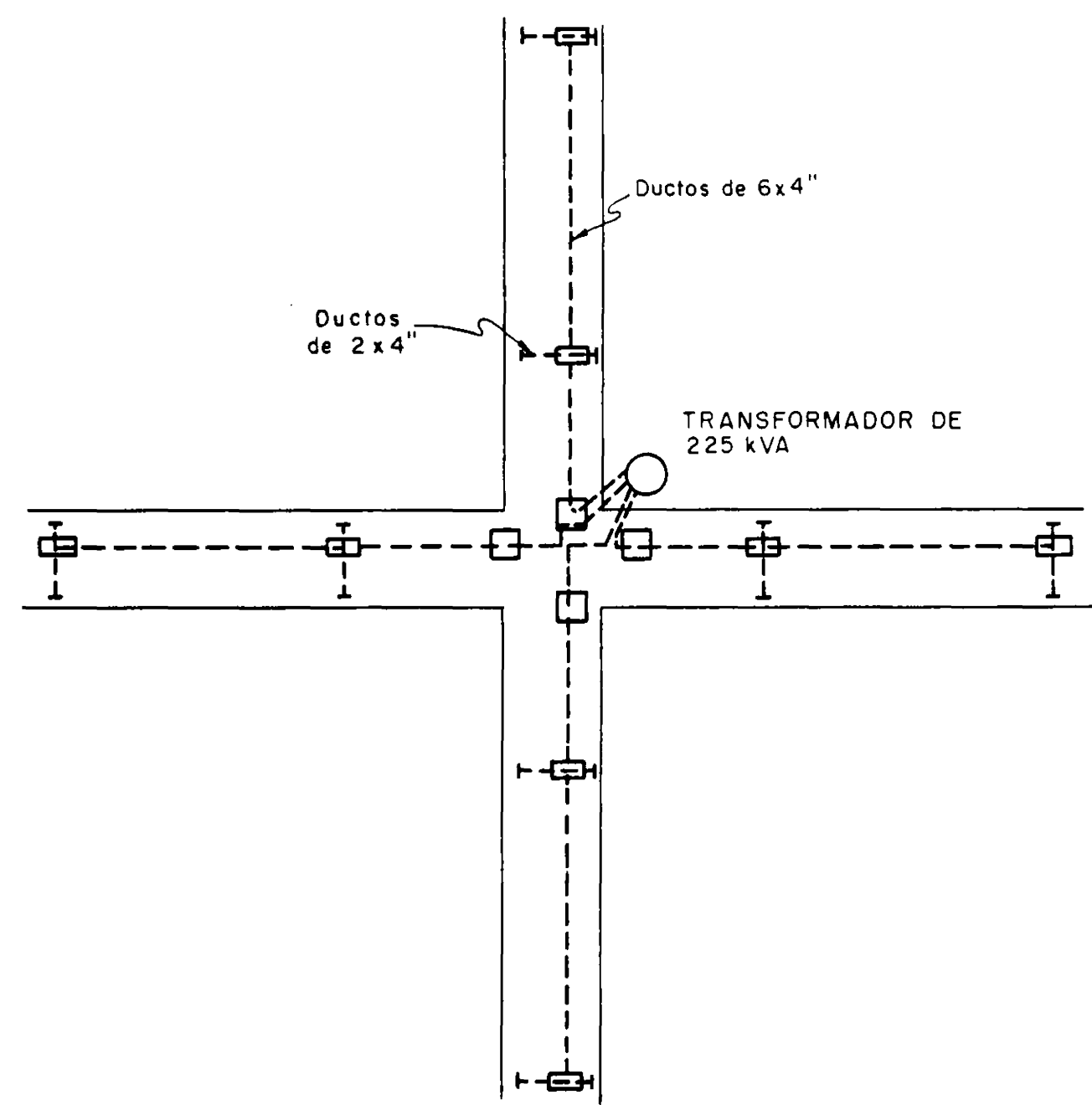
—xx—xx— Circuito primario de 11,4 kV  
 ————— Circuito secundario aéreo



SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
 ZONA URBANA

CIRCUITO SECUNDARIO AEREO TIPICO  
 208/120 V

Fecha: Agosto, 1977  
 FIGURA FA-7



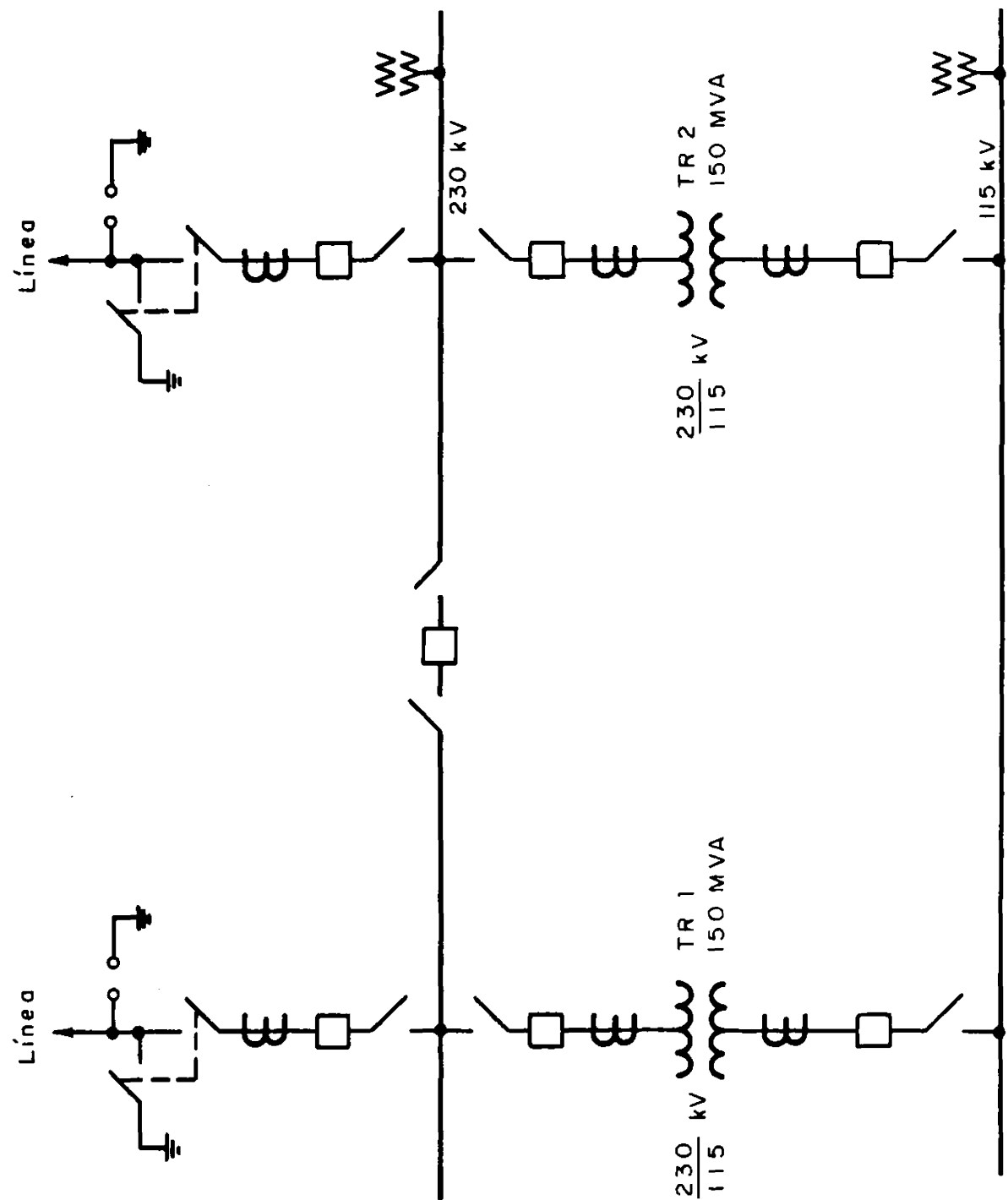

 } Cajas de inspección y conexión



SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ZONA URBANA

CIRCUITO SECUNDARIO SUBTERRANEO TIPICO  
208/120 V

Fecha: Agosto, 1977  
FIGURA FA-8

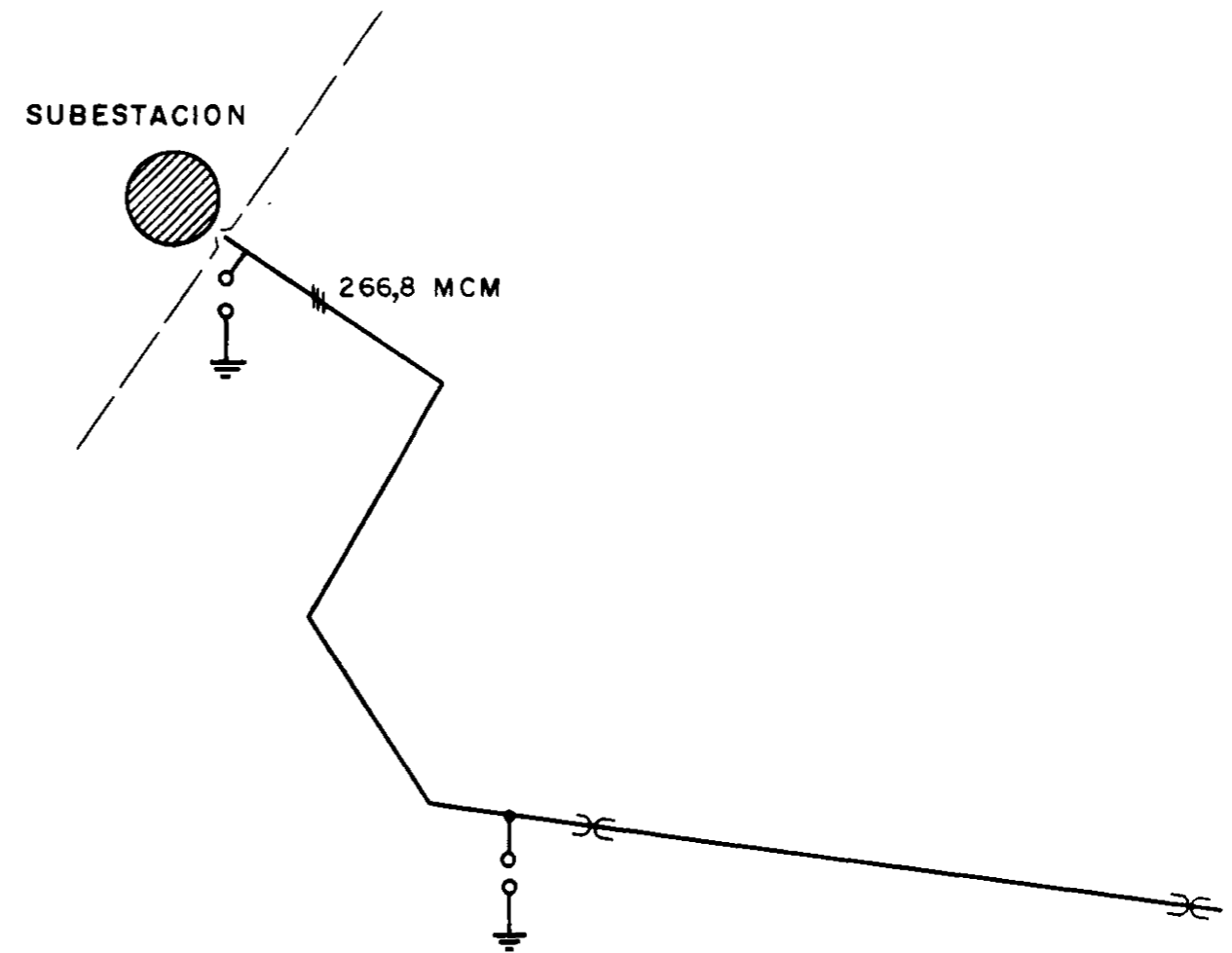


SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ZONA URBANA

SUBESTACION DE TRANSFORMACION  
230/115 kV - 300 MVA

Fecha: Agosto, 1977  
FIGURA FA-9

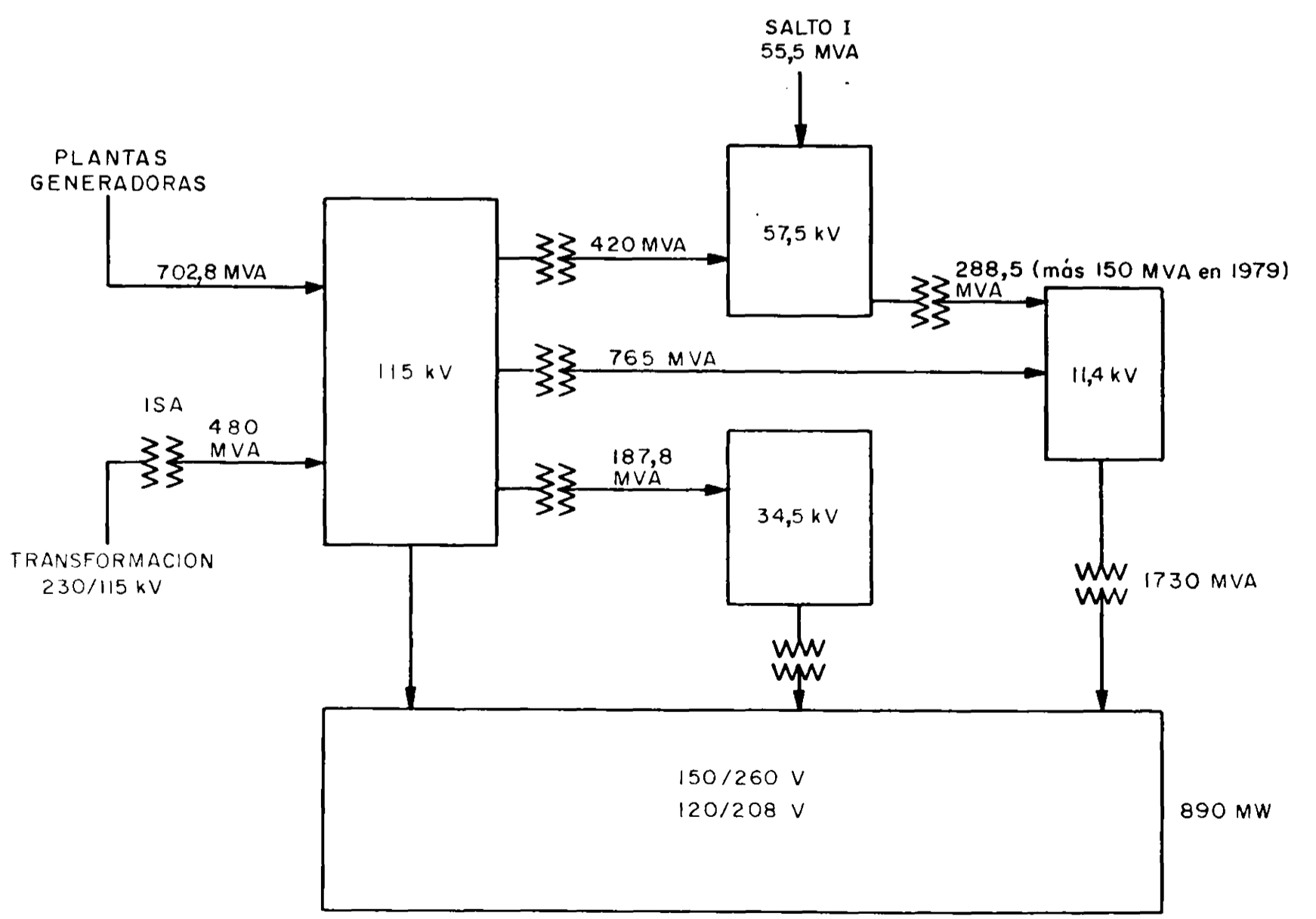
RED AEREA DE 34,5 kV  
Conductores = 3 de cobre 266,8 MCM ACSR  
Postes = de concreto y 14 m de largo



SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ZONA URBANA

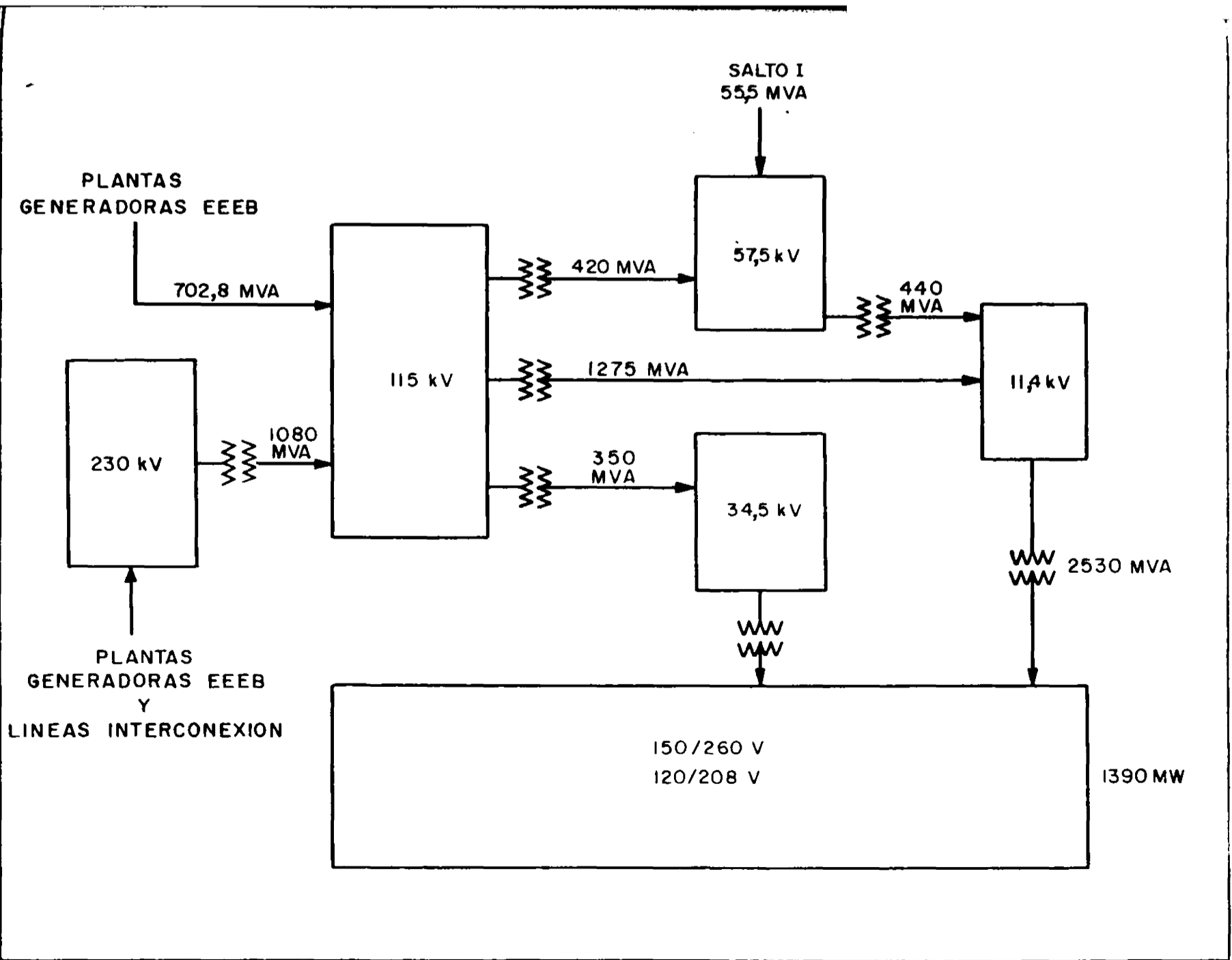
CIRCUITO TIPICO AEREO DE 34,5 kV

Fecha: Agosto, 1977  
FIGURA FA-10



SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ZONA URBANA  
SISTEMAS DE ALIMENTACION - 1982

Fecha: Agosto, 1977  
FIGURA FA-12



PARTE B  
ZONAS RURALES



EMPRESA DE ENERGIA ELECTRICA DE BOGOTA

SEXTO PROGRAMA DE ENSANCHES

SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION

PARTE B

ZONAS RURALES

I N D I C E

	<u>Página</u>
<u>PARTE B - ZONAS RURALES</u>	
1. DESCRIPCION DEL SISTEMA	B - 1
2. PROYECCIONES DE POBLACION Y DEMANDA	B - 2
3. CRITERIOS DE DISEÑO	B - 3
3.1 Líneas de subtransmisión	B - 3
3.2 Subestaciones 34,5/13,8 kV	B - 3
3.3 Circuitos primarios de distribución	B - 3
3.4 Transformadores de distribución	B - 4
3.5 Circuitos secundarios	B - 4
4. ESTIMACION DE LAS CANTIDADES DE OBRA	B - 4
5. PROGRAMA DE EXPANSION	B - 5



	<u>Página</u>
6. EQUIPO DE MANTENIMIENTO, CONSTRUCCION Y COMUNICACIONES	B - 5
7. ESTUDIOS PARA LA ACTUALIZACION DE LA INFORMACION SOBRE EL SISTEMA	B - 6
8. COSTO DEL PROGRAMA	B - 7
9. <u>TABLAS</u>	
TB - 1    Proyecciones de Población	
TB - 2    Demanda Máxima por Habitante	
TB - 3    Proyecciones de Población y Demanda	
TB - 4    Centros de Alimentación al Sistema	
TB - 5    Subestaciones Existentes de 34,5/13,8-12 kV	
TB - 6    Programa de Distribución - Cantidades de Obra	
TB - 7    Alumbrado Público - Programa de Instalación	
TB - 8    Aparatos de Medida - Programa de Instalación	
TB - 9    Red Aérea de 34,5 kV - Costo por Kilómetro	
TB - 10    Subestaciones 34,5/13,8 kV - Costo por MVA	
TB - 11    Red de 11,4/13,2 kV - Costo por Kilómetro	
TB - 12    Red de 120/240 V - Costo por Kilómetro	
TB - 13    Red de 120/208 V - Costo por Kilómetro	
TB - 14    Transformadores de Distribución - Costos Unitarios	
TB - 15    Circuitos Primarios, Secundarios y Transformadores de Distribución - Costos Unitarios - Resumen	



- TB - 16 Modernización de Redes - Costos Unitarios
- TB - 17 Equipo de Seccionamiento, Protección y Regulación - Costos Unitarios
- TB - 18 Alumbrado Público - Costos Unitarios
- TB - 19 Aparatos de Medida - Costos Unitarios
- TB - 20 Circuitos de 34,5 kV - Programa de Inversiones
- TB - 21 Subestaciones 34,5/13,8 kV - Programa de Inversiones
- TB - 22 Circuitos Primarios, Secundarios y Transformadores de Distribución - Programa de Inversiones
- TB - 23 Modernización de Redes - Programa de Inversiones
- TB - 24 Equipo de Seccionamiento, Protección y Regulación - Programa de Inversiones
- TB - 25 Alumbrado Público - Programa de Inversiones
- TB - 26 Aparatos de Medida - Programa de Inversiones
- TB - 27 Vehículos de Mantenimiento y Construcción - Presupuesto
- TB - 28 Equipo de Comunicaciones - Presupuesto
- TB - 29 Estudios para la Actualización de Información - Presupuesto
- TB - 30 Fondos en Moneda Local que la Empresa percibirá por Derechos de Utilización de los Transformadores de Distribución y por Refuerzo y Extensión de las Redes de Distribución
- TB - 31 Subtransmisión y Distribución Rural - Programa de Inversiones



10. FIGURAS

- FB - 1 Diagrama Unifilar - Zona Norte
- FB - 2 Diagrama Unifilar - Zonas Tequendama y Sumapaz
- FB - 3 Diagrama Unifilar - Subestación Radial Típica de 300 - 1.500 kVA
- FB - 4 Diagrama Unifilar - Subestación Radial Típica de 2.400 - 3.000 kVA
- FB - 5 Diagrama Unifilar - Subestación Típica de Anillo, 300 - 3.000 kVA



## SEXTO PROGRAMA DE ENSANCHES

### SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION

#### PARTE B

#### ZONAS RURALES

##### 1. DESCRIPCION DEL SISTEMA

El programa de electrificación rural cubre la zona Norte (antes sistema de la Corporación Autónoma Regional de la Sabana de Bogotá y los Valles de Ubaté y Chiquinquirá, CAR) y las zonas cafeteras de Tequendama, Sumapaz, Rionegro, Gualivá y Cambao.

De acuerdo con las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Tablas TB-1, TB-2 y TB-3, la población en 1977 estará distribuida así (en miles de habitantes) :

	<u>Total</u>	<u>Urbana</u>	<u>%</u>	<u>Rural</u>	<u>%</u>
Zona Norte	257,3	87,8	34	169,5	66
Zonas Cafeteras	227,9	11,8	5	216,1	95

En el mismo año la demanda estimada en kW será :

	<u>Total</u>	<u>Urbana</u>	<u>%</u>	<u>Rural</u>	<u>%</u>
Zona Norte	22.950	11.765	51	11.185	49
Zonas Cafeteras	8.950	1.240	14	7.710	86

Estas zonas, en su gran mayoría, están dedicadas a la agricultura y la ganadería; hay en el norte del Departamento ricos yacimientos carboníferos, que son explotados en forma rudimentaria.



El riego artificial en la Sabana de Bogotá y el Valle de Ubaté, la mecanización de la minería del carbón y el programa de la Federación Nacional de Cafeteros para dotar de electricidad las zonas productoras de café, están incrementando la demanda y el consumo. El sistema actual de subtransmisión y distribución es insuficiente para atender la demanda prevista y necesita ser ensanchado en los próximos años.

Las zonas rurales disponen de seis centros de alimentación: la Central Martín del Corral, la Central Darío Valencia, y las subestaciones de El Sol, Ubaté, Balsillas y Muña.

De estos centros saldrán en 1978 diez y ocho circuitos de 34,5 kV y uno de 57,5 kV, todos radiales, como se indica en los diagramas unifilares mostrados en las Figuras FB-1 y FB-2, que indican la configuración prevista del sistema para 1978. En la Tabla TB-4 se muestran las fuentes de alimentación y en la Tabla TB-5 las subestaciones alimentadas por ellos actualmente.

A fines de 1976 había en servicio 45 km de líneas de 57,5 kV y 331 km de líneas de 34,5 kV; la capacidad total de transformación fué de 38.300 kVA y había en servicio 2.348 km de circuitos primarios.

A fines de 1976 la Empresa tenía en las zonas rurales 3.267 transformadores de distribución con un total de 74.100 kVA.

Los voltajes primarios de distribución son de 11,4 y 13,2 kV.

En los centros urbanos los circuitos primarios, secundarios y transformadores son trifásicos. En las áreas rurales solamente lo son los principales circuitos primarios. Los ramales y los circuitos secundarios son monofásicos.

## 2. PROYECCIONES DE POBLACION Y DEMANDA

Los programas de distribución están basados en las proyecciones de población del DANE y en las estadísticas de la Empresa, como se presentan en las siguientes Tablas :



TB-1      Proyecciones de población  
TB-2      Demanda máxima por habitante  
TB-3      Proyecciones de población y demanda

### 3.    CRITERIOS DE DISEÑO

#### 3.1   Líneas de subtransmisión

El criterio para el diseño de las líneas radiales de subtransmisión durante el período 1978-1982, es de que no haya ninguna línea con corriente superior a la capacidad nominal de su conductor.

#### 3.2   Subestaciones 34,5/13,8 kV

En general, las nuevas subestaciones se diseñarán para una capacidad máxima de 3.000 kVA, con dos transformadores trifásicos de 1.500 kVA. Cada transformador alimentará hasta tres circuitos primarios, como se muestra en las Figuras FB-3, FB-4 y FB-5.

En los centros urbanos importantes se instalarán subestaciones de las características anotadas o de aún mayor capacidad.

#### 3.3   Circuitos primarios de distribución

Los circuitos primarios son radiales y se diseñan para 500 kVA en las zonas rurales y centros urbanos de poca carga y para 1.500 kVA en las zonas urbanas importantes; la regulación de estos circuitos se ha limitado al 5%.

Los conductores normalizados son :

2/0	ACSR	(6/1)
2	ACSR	(6/1)



#### 3.4 Transformadores de distribución

Los transformadores que se utilizarán en las áreas urbanas son del tipo convencional y en las áreas rurales del tipo "autoprotegido". Como reserva para futuras cargas, se selecciona su capacidad de 2,0 veces la demanda máxima en las zonas urbanas y de 2,5 veces en las zonas rurales.

#### 3.5 Circuitos secundarios

El voltaje secundario es de 120/208 para los circuitos trifásicos y de 120/240 V para los monofásicos. La regulación máxima es de 7%, incluyendo la caída de tensión en el transformador.

#### 4. ESTIMACION DE LAS CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de materiales y obras a ejecutar, se determinaron de acuerdo con los siguientes criterios :

La demanda máxima en kVA se calculó utilizando un factor de potencia de 0,9.

Los estimativos de cantidades de obra están basados en la cantidad adicional de transformadores requerida de 1978 a 1982, de acuerdo con las máximas demandas anuales proyectadas.

Los transformadores en las áreas urbanas son trifásicos y en las áreas rurales son monofásicos.

En las zonas urbanas, cada transformador alimenta cuatro circuitos secundarios trifásicos de cinco hilos con conductores de aluminio.

En las zonas rurales cada transformador alimenta dos circuitos secundarios monofásicos, de tres hilos, también con conductores de aluminio.

Se consideró que en las zonas urbanas las longitudes de circuitos primarios y secundarios estarán en la relación de 1 a 2,5.



En las zonas rurales, donde las cargas se presentan dispersamente y no hay una relación definida entre las longitudes de circuitos secundarios y primarios, la de éstos se determinó analizando en cada zona la demanda máxima probable y las tendencias locales al desarrollo.

Se consideraron como capacidades típicas las de 5, 15 y 25 kVA para los transformadores de distribución monofásicos, y las de 15, 30, 45 y 75 kVA para los trifásicos.

El alumbrado público se estimó de acuerdo con el crecimiento previsto para las varias zonas y se incluyó el cambio de las luminarias incandescentes por luminarias de mercurio.

Los contadores de energía se estimaron de acuerdo con el crecimiento anual calculado del número de usuarios.

#### 5. PROGRAMA DE EXPANSION

Con base en las proyecciones de población y demanda y en los criterios de diseño adoptados, se preparó el programa de obras que se muestra en las Tablas TB-6, TB-7 y TB-8. En éstas, aparecen separadamente las obras que debe financiar la Empresa, los cafeteros y los particulares. En el programa se tuvieron en cuenta las obras necesarias para modernizar las redes existentes.

#### 6. EQUIPO DE MANTENIMIENTO, CONSTRUCCION Y COMUNICACIONES

Para llevar a cabo las obras del programa de electrificación de las zonas Norte y Cafetera, y atender al adecuado mantenimiento del sistema previsto, es necesario adquirir los siguientes equipos adicionales :

##### a. Vehículos de Mantenimiento y Construcción:

- 19 Camperos de doble transmisión.
- 8 Camperos de doble transmisión, equipados con winche.



- 1 Volqueta de 6 toneladas de capacidad.
- 4 Vehículos con escalera accionada hidráulicamente.
- 1 Vehículo con canasta de elevación hidráulica.
- 1 Camión pequeño para "todo terreno".
- 6 Camionetas tipo "Pick-up" de doble cabina, con doble transmisión y winche.
- 1 Camión-grúa con barrenos.

b. Equipo de Comunicaciones :

- 2 Estaciones repetidoras de radio.
- 16 Equipos de radio-móviles.
- 21 Estaciones fijas.

7. ESTUDIOS PARA LA ACTUALIZACION DE LA INFORMACION SOBRE EL SISTEMA

También es indispensable actualizar la información sobre el sistema y adelantar estudios que permitan diseñar adecuadamente en detalle las obras del programa.

Para ésto, se contratarían los servicios de una firma especializada, quien realizaría los siguientes trabajos :

- Verificación en el terreno sobre los circuitos, conexiones, alimentaciones, capacidad instalada de transformadores y sus protecciones.
- Inventario de los anteriores elementos.
- Verificación del estado de cada elemento y formulación de recomendaciones para el reemplazo y/o reparación de los que estén defectuosos.
- Elaboración de mapas minuciosos tanto de zonas urbanas como rurales.
- Numeración de postes.



- Elaboración de Normas y Recomendaciones, para mejorar el diseño y/o construcción de lo existente, y lo que debe construirse.

El costo de estos estudios, en miles de dólares equivalentes, se estima en :

	<u>Total</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>
Zona norte	103,5	11,5	46,0	46,0
Zonas cafeteras	<u>76,5</u>	<u>8,5</u>	<u>34,0</u>	<u>34,0</u>
.	180,0	20,0	80,0	80,0

#### 8. COSTO DEL PROGRAMA

En las Tablas TB-9 a TB-29 se muestran los precios unitarios utilizados y el resumen de los costos totales estimados de las obras de expansión previstas.

En la Tabla TB-15 se indican los costos unitarios para los circuitos, transformadores y otros elementos accesorios; una parte de estos costos será cobrada directamente a los usuarios por la Empresa al tiempo con la cuota de conexión.

En la Tabla TB-30 se muestran globalmente y año por año las sumas que serían percibidas por ese concepto.

En la Tabla TB-31 se muestran los costos totales del programa de electrificación rural.

T A B L A S

PROYECCIONES DE POBLACION

(Miles de habitantes)

Zona	1977			1978			1979			1980			1981			1982		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Norte	257,3	87,8	169,5	259,8	90,1	169,7	262,9	92,8	170,1	266,2	95,6	170,6	269,3	98,6	170,7	272,3	101,4	170,9
Tequendama	34,1	-	34,1	33,4	-	33,4	32,9	-	32,9	32,1	-	32,1	31,5	-	31,5	30,9	-	30,9
Sumapaz	43,7	2,9	40,8	43,7	2,9	40,8	43,7	2,9	40,8	43,8	2,9	40,9	43,8	2,9	40,9	43,9	2,9	41,0
Rionegro	75,1	8,9	66,2	76,5	8,9	67,6	78,3	9,0	69,3	80,3	9,1	71,2	82,4	9,2	73,2	84,3	9,3	75,0
Gualiva	33,2	-	33,2	32,5	-	32,5	31,9	-	31,9	31,2	-	31,2	30,5	-	30,5	29,9	-	29,9
Cambae	41,8	-	41,8	40,5	-	40,5	39,2	-	39,2	38,1	-	38,1	36,8	-	36,8	35,6	-	35,6
<b>TOTALES</b>	<b>485,2</b>	<b>99,6</b>	<b>385,6</b>	<b>486,4</b>	<b>101,9</b>	<b>384,5</b>	<b>488,9</b>	<b>104,7</b>	<b>384,2</b>	<b>491,7</b>	<b>107,6</b>	<b>384,1</b>	<b>494,3</b>	<b>110,7</b>	<b>383,6</b>	<b>496,9</b>	<b>113,6</b>	<b>383,3</b>

DEMANDA MAXIMA POR HABITANTE

(Vatios)

	<u>ZONA</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>
I -	<u>AREAS URBANAS</u>						
	Norte	134	136	144	150	157	163
	Sumapaz	104	112	119	121	127	132
	Rionegro	105	111	117	121	127	132
II -	<u>AREAS RURALES</u>						
	Norte	66	74	83	91	99	109
	Tequendama	66	74	83	91	99	109
	Sumapaz	39	47	55	70	85	103
	Rionegro	29	38	41	48	57	67
	Gualivá	26	34	41	49	57	68
	Cambao	26	34	41	49	57	68

PROYECCIONES DE POBLACION Y DEMANDA

	<u>1977</u>		<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>	
	<u>Población</u> <u>Miles de</u> <u>habitantes</u>	<u>Demanda</u> <u>Máxima</u> <u>kW</u>	<u>Población</u> <u>Miles de</u> <u>habitantes</u>	<u>Demanda</u> <u>Máxima</u> <u>kW</u>	<u>Población</u> <u>Miles de</u> <u>habitantes</u>	<u>Demanda</u> <u>Máxima</u> <u>kW</u>	<u>Población</u> <u>Miles de</u> <u>habitantes</u>	<u>Demanda</u> <u>Máxima</u> <u>kW</u>	<u>Población</u> <u>Miles de</u> <u>habitantes</u>	<u>Demanda</u> <u>Máxima</u> <u>kW</u>	<u>Población</u> <u>Miles de</u> <u>habitantes</u>	<u>Demanda</u> <u>Máxima</u> <u>kW</u>
<b>I <u>ZONAS URBANAS.</u></b>												
Norte	87,8	11.765	90,1	12.254	92,8	13.363	95,6	14.340	98,6	15.480	101,4	16.528
Sumapaz	2,9	302	2,9	325	2,9	345	2,9	351	2,9	368	2,9	383
Rionegro	8,9	935	8,9	988	9,0	1.053	9,1	1.101	9,2	1.168	9,3	1.228
Subtotal	99,6	13.002	101,9	13.567	104,7	14.761	107,6	15.792	110,7	17.016	113,6	18.139
<b>II <u>ZONAS RURALES.</u></b>												
Norte	169,5	11.187	169,7	12.558	170,1	14.118	170,6	15.525	170,7	16.899	170,9	18.628
Tequendama	34,1	2.251	33,4	2.472	32,9	2.731	32,1	2.921	31,5	3.119	30,9	3.368
Sumapaz	40,8	1.591	40,8	1.918	40,8	2.244	40,9	2.863	40,9	3.476	41,0	4.223
Rionegro	66,2	1.920	67,6	2.569	69,3	2.841	71,2	3.418	73,2	4.172	75,0	5.025
Gualivá	33,2	863	32,5	1.105	31,9	1.308	31,2	1.529	30,5	1.738	29,9	2.033
Cambao	41,8	1.087	40,5	1.377	39,2	1.607	38,1	1.867	36,8	2.098	35,6	2.421
Subtotal	385,6	18.899	384,5	21.994	384,2	24.849	384,1	28.123	383,6	31.502	383,3	35.698
TOTAL	485,2	31.901	486,4	35.566	488,9	39.610	491,7	43.915	494,3	48.518	496,9	53.837

CENTROS DE ALIMENTACION AL SISTEMA

	Voltajes kV	Capacidad nominal MVA
Central Martín del Corral	115/57,5/34,5	2 x 20/25
Central Darío Valencia	115/34,5/12	1 x 15/20
Subestación El Sol	115/34,5/13,2	2 x 9/12 1 x 15/20 (1) 1 x 12/15 (1)
Subestación Ubaté	57,5/13,8	3,75
Subestación Balsillas	115/34,5	2 x 15/20 (2)
Subestación Muña	115/34,5/12	2 x 12/15

(1) Se pondrá en servicio en el segundo semestre de 1977.

(2) Un transformador está en servicio desde 1975; el segundo se pondrá en servicio en el segundo semestre de 1977.

SUBESTACIONES EXISTENTES  
DE 34,5/13,8 - 12 kV

	<u>Capacidad Nominal kVA</u>
Cajicá	1.500
Cota	1.500
Chía	1.725
Tenjo	1.500
Subachoque	1.500
Zipaquirá	7.500
Nemocón	500
Chocontá	1.725
Ubaté	3.750
Sopó	2.700
Briceño	600
Puerto Cabello	300
San Francisco	2.000
Los Arboles	600
Java	2.000
Liberia	1.000
El Bosque	1.000
La Aguadita	1.000
Badenia	1.000
La Palma	2.000
Alkalinos	1.200
Sesquilé	1.500
Tibitama	200
Total	38.300

**PROGRAMA DE DISTRIBUCION**

**CANTIDADES DE OBRA**

Descripción	Unidad	1978			1979			1980			1981			1982			Subtotal			Total
		EEEB	Cafet.	Otros	EEEB	Cafet.	Otros	EEEB	Cafet.	Otros	EEEB	Cafet.	Otros	EEEB	Cafet.	Otros	EEEB	Cafet.	Otros	
Circuitos de 34,5 kV	km	12	8	-	12	8	-	15	10	-	20	12	-	26	12	-	85	50	-	135
Subestaciones de 34,5/13,8 kV	MVA	3	3	-	3	3	-	6	3	-	6	3	-	7	3	-	25	15	-	40
Circuitos urbanos 11,4/13,2 kV	km	6	-	6	8	-	8	10	-	10	10	-	10	11	-	11	45	-	45	90
Circuitos rurales 11,4/13,2 kV	km	70	90	60	75	100	70	85	110	80	95	120	90	105	130	100	430	550	400	1.380
Circuitos secundarios:																				
- Monofásicos de 120/240 V	km	59	98	69	67	81	78	72	94	78	79	137	93	77	135	91	354	545	409	1.308
- Trifásicos de 120/208 V	km	17	-	12	18	-	12	28	-	27	35	-	21	34	-	26	132	-	98	230
Transformadores de distribución:																				
5 kVA - 1φ	un	220	140	-	230	100	-	240	120	-	300	200	-	340	220	-	1.330	780	-	2.110
15 kVA - 1φ	un	200	120	-	250	100	-	270	120	-	300	180	-	310	170	-	1.330	690	-	2.020
25 kVA - 1φ	un	80	20	-	100	20	-	110	30	-	120	30	-	130	30	-	540	130	-	670
15 kVA - 3φ	un	12	-	-	13	-	-	35	-	-	35	-	-	35	-	-	130	-	-	130
30 kVA - 3φ	un	10	-	-	10	-	-	36	-	-	25	-	-	34	-	-	115	-	-	115
45 kVA - 3φ	un	14	-	-	14	-	-	29	-	-	20	-	-	29	-	-	106	-	-	106
75 kVA - 3φ	un	8	-	-	8	-	-	10	-	-	8	-	-	10	-	-	44	-	-	44
Cortacircuitos 15 kV	un	135	18	-	138	30	-	151	36	-	180	42	-	212	42	-	816	168	-	984
Pararrayos 15 kV	un	225	60	-	258	66	-	292	78	-	335	99	-	380	99	-	1.491	402	-	1.893
Modernización de redes:																				
• Circuitos 11,4/13,2 kV-cambio postería	un	500	-	-	550	-	-	600	-	-	650	-	-	700	-	-	3.000	-	-	3.000
• Equipos de seccionamiento, protección y regulación:																				
Cortacircuitos 34,5 kV	un	12	9	-	12	9	-	15	9	-	20	12	-	16	12	-	75	51	-	126
Pararrayos 34,5 kV	un	12	9	-	12	9	-	15	9	-	20	12	-	16	12	-	75	51	-	126
Reenganchador 15 kV	un	-	-	-	8	6	-	8	6	-	8	6	-	8	6	-	32	24	-	56
Seccionador 15 kV	un	-	-	-	8	6	-	8	6	-	8	6	-	8	6	-	32	24	-	56
Reguladores de voltaje 15 kV	un	-	-	-	6	-	-	9	-	-	9	-	-	12	-	-	36	-	-	36

ALUMBRADO PUBLICO  
PROGRAMA DE INSTALACION

<u>Programa</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>Total</u>
Iluminación de vías principales - km	2	3	4	6	8	23
Iluminación de concentraciones veredales - un	23	45	67	90	105	330
Iluminación de parques - un	3	4	6	7	10	30
Iluminación de monumentos - un	2	3	4	5	6	20
Cambio de luminarias incandescentes por mercurio - un	250	300	350	400	200	1.500
Controles múltiples para alumbrado-un	75	150	150	225	150	750

APARATOS DE MEDIDA  
PROGRAMA DE INSTALACION

<u>Equipo</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>Total</u>
Contadores monofásicos - un	2.880	3.170	3.480	3.830	4.220	17.580
Contadores trifásicos - un	720	790	870	960	1.060	4.400
Total:	3.600	3.960	4.350	4.790	5.280	21.980

DISTRIBUCION RURAL  
RED AEREA DE 34,5 kV  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Canti- dad	Moneda Extranjera					Por- cen- taje	Moneda Local			
		Costo Directo		Costo Indirecto		Total		Costo		Por- cen- taje	Total
		Unit.	Total	Unit.	Total			Unit.	Total		
Conductor 2/0 ACSR - km	3,2	-	-	154	493	493	40	230	736	60	1.229
Postería	20	-	-	-	-	-	-	68	1.360	100	1.360
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	600	600	100	600
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	580	580	100	580
Conexiones	Juego	528	528	-	-	528	100	-	-	-	528
Protecciones	Juego	120	120	-	-	120	100	-	-	-	120
Subtotal FOB			648		493	1.141		3.276			4.417
Transporte y Seguro 12%			78		59	137		-			137
Subtotal CIF Pto. Col.			726		552	1.278		3.276			4.554
Transporte y Seguro Terrestre:											
Equipo Importado 12%			-		-	-		153			153
Equipo Nacional 12%			-		-	-		393			393
Subtotal CIF Bogotá			726		552	1.278		3.822			5.100
Mano de Obra			-		-	-		3.000			3.000
TOTAL			726		552	1.278		6.822			8.100

DISTRIBUCION RURAL  
SUBESTACIONES 34,5/13,8 kV  
COSTO POR MVA  
(Miles de dólares equivalentes)

<u>Equipo</u>	<u>Moneda Extranjera</u>	<u>Moneda Local</u>	<u>Total</u>
Transformador	3,0	12,0	15,0
Otros equipos	9,0	-	9,0
Subtotal FOB	12,0	12,0	24,0
Transporte y seguros 12%	1,4	-	1,4
Subtotal CIF Pto. Col.	13,4	12,0	25,4
Transporte y seguro terrestre 12%	1,6	1,4	3,0
Subtotal CIF Bogotá	15,0	13,4	28,4
Terreno, montaje, transporte a CIF Subestación	-	13,0	13,0
TOTAL	15,0	26,4	41,4

RED DE 11, 4/13, 2 kV  
COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera						Moneda Local			Total
		Costo Directo		Costo Indirecto		Total	Porcen- taje	Unitario	Total	Porcen- taje	
		Unitario	Total	Unitario	Total						
Conductor 2/0 ACSR - km	3,2	-	-	154	493	493	40	230	736	60	1.229
Postería	28	-	-	-	-	-	-	68	1.904	100	1.904
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	305	305	100	305
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	1.120	1.120	100	1.120
Conexiones	Juego	892	892	-	-	892	100	-	-	-	892
Protecciones	Juego	708	708	-	-	708	100	-	-	-	708
Subtotal FOB			1.600		493	2.093			4.065		6.158
Transporte y seguro 12%			192		59	251			-		251
Subtotal CIF Pto. Col.			1.792		552	2.344			4.065		6.409
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%			-		-	-			281		281
Equipo nacional 12%			-		-	-			488		488
Subtotal CIF Bogotá			1.792		552	2.344			4.834		7.178
Mano de obra			-		-	-			2.640		2.640
<b>TOTAL:</b>			1.792		552	2.344			7.474		9.818

**COSTO POR KILOMETRO**

(Dólares equivalentes)

	Cantidad	Moneda Extranjera						Moneda Local			Total
		Costo Directo		Costo Indirecto		Total	Porcen- taje	Unitario	Total	Porcen- taje	
		Unitario	Total	Unitario	Total						
Conductor 2 ACSR - km	2,04	-	-	103	210	210	40	154	314	60	524
Conductor 1 ACSR - km	1,02	-	-	54	55	55	40	80	82	60	137
Postería	28	-	-	-	-	-	-	65	1.820	100	1.820
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	25	25	100	25
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	320	320	100	320
Conexiones	Juego	486	486	-	-	486	100	-	-	-	486
Sub-total FOB			486		265	751			2.561		3.312
Transporte y seguro 12%			58		32	90			-		90
Sub-total CIF-Puerto Colombiano			544		297	841			2.561		3.402
Transportes y seguros terrestres:											
Equipo Importado 12%			-		-	-			101		101
Equipo Nacional 12%			-		-	-			307		307
Sub-total CIF-Bogotá			544		297	841			2.969		3.810
Mano de obra			-		-	-			2.200		2.200
<b>TOTAL</b>			<b>544</b>		<b>297</b>	<b>841</b>			<b>5.169</b>		<b>6.010</b>

DISTRIBUCION RURAL

RED DE 120/208 V.

COSTO POR KILOMETRO  
(Dólares equivalentes)

Descripción	Cantidad	Moneda Extranjera						Moneda Local			Total
		Costo Directo		Costo Indirecto		Total	Porcen- taje	Unitario	Total	Porcen- taje	
		Unitario	Total	Unitario	Total						
Conductor 2/0 ACSR - km	3,1	-	-	154	477	477	40	230	713	60	1.190
Conductor 2 ACSR - km	1,02	-	-	103	105	105	40	154	157	60	262
Conductor 4 ACSR - km	1,02	-	-	54	55	55	40	80	82	60	137
Postería	32	-	-	-	-	-	-	64	2.048	100	2.048
Aisladores	Juego	-	-	-	-	-	-	56	56	100	56
Crucetas y herrajes	Juego	-	-	-	-	-	-	377	377	100	377
Conexiones	Juego	1.128	1.128	-	-	1.128	100	-	-	-	1.128
Sub-total FOB			1.128		637	1.765			3.433		5.198
Transporte y seguro 12%			135		77	212			-		212
Sub-total CIF-Puerto Colombiano			1.263		714	1.977			3.433		5.410
Transporte y seguro terrestre:											
Equipo importado 12%			-		-	-			237		237
Equipo nacional 12%			-		-	-			412		412
Sub-total CIF-Bogotá			1.263		714	1.977			4.082		6.059
Mano de obra			-		-	-			2.400		2.400
<b>TOTAL</b>			1.263		714	1.977			6.482		8.459

TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIONCOSTOS UNITARIOS

(Dólares equivalentes)

Equipo	Costo Unitario		Total
	Moneda Extranjera	Moneda Local	
5 kVA - monofásicos	97	193	290
15 kVA - monofásicos	165	330	495
25 kVA - monofásicos	186	372	558
15 kVA - trifásicos	223	446	669
30 kVA - trifásicos	305	610	915
45 kVA - trifásicos	387	774	1.161
75 kVA - trifásicos	546	1.092	1.638
<b>Elementos Accesorios:</b>			
Cortacircuitos 15 kV	-	30	30
Pararrayos 15 kV	-	18	18

DISTRIBUCION RURAL  
CIRCUITOS PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y  
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION  
COSTOS UNITARIOS - RESUMEN  
(Dólares equivalentes)

	<u>Costo Unitario</u>		
	<u>ME</u>	<u>MI</u>	<u>Total</u>
Circuitos 11,4/13,2 kV	2.344	7.474	9.818
Circuitos 120/240 V	841	5.169	6.010
Circuitos 120/208 V	1.977	6.482	8.459
<b>Transformadores de distribución:</b>			
5 kVA monofásicos	97	193	290
15 kVA monofásicos	165	330	495
25 kVA monofásicos	186	372	558
15 kVA trifásicos	223	446	669
30 kVA trifásicos	305	610	915
45 kVA trifásicos	387	774	1.161
75 kVA trifásicos	546	1.092	1.638
Cortacircuitos 15 kV	-	30	30
Pararrayos 15 kV	-	18	18

MODERNIZACION DE REDESCOSTOS UNITARIOS  
(Dólares equivalentes)

<u>Descripción</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Cambio de un poste en mal estado	-	55	55

EQUIPO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCION Y REGULACIONCOSTOS UNITARIOS

(Dólares equivalentes)

Equipo	Costo Unitario		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Cortacircuitos de 34,5 kV	102	-	102
Pararrayos de 34,5 kV	63	-	63
Reenganchador trifásico 15 kV, 70 Amp.	2.200	400	2.600
Seccionalizador trifásico 15 kV, 70 Amp.	1.500	200	1.700
Regulador monofásico de voltaje, 15 kV, 150 kVA	4.500	600	5.100

ALUMBRADO PUBLICO

COSTOS UNITARIOS

(Dólares equivalentes)

Programa	Unidad	Costo Unitario		
		Moneda Extranjera	Moneda Local	Total
Iluminación de vías principales	km	7.326	7.044	14.370
Iluminación de concentraciones veredales	un	697	1.031	1.728
Iluminación de parques	un	726	4.051	4.777
Iluminación de monumentos	un	2.959	1.494	4.453
Cambio de luminarias incandescentes por mercurio	un	3,3	56,7	60
Controles múltiples para alumbrado	un	55	25	80

APARATOS DE MEDIDACOSTOS UNITARIOS

(Dólares equivalentes)

<u>Equipo</u>	<u>Costo Unitario Instalado</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Contador monofásico	14,3	4,8	19,1
Contador trifásico	33,3	11,2	44,5

DISTRIBUCION RURAL  
CIRCUITOS DE 34,5 kV  
PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>TOTALES</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Circuitos 34,5 kV	15	82	15	82	19	102	26	136	33	177	108	579	687
Ingeniería, Administración(8%)	-	8	-	8	-	10	-	13	-	17	-	56	56
Imprevistos (10%)	2	8	2	8	2	10	2	14	3	18	11	58	69
Total sin escalación	17	98	17	98	21	122	28	163	36	212	119	693	812

DISTRIBUCION RURAL  
SUBESTACIONES 34, 5/13, 8 kV  
PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>TOTALES</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Subestaciones 34, 5/13, 2 kV	45	79	45	79	90	158	90	159	105	185	375	660	1.035
Ingeniería y Administración (8%)	-	10	-	10	-	20	-	20	-	23	-	83	83
Imprevistos (10%)	4	8	4	8	9	16	9	16	11	19	37	67	104
<b>Total sin escalación</b>	<b>49</b>	<b>97</b>	<b>49</b>	<b>97</b>	<b>99</b>	<b>194</b>	<b>99</b>	<b>195</b>	<b>116</b>	<b>227</b>	<b>412</b>	<b>810</b>	<b>1.222</b>

DISTRIBUCION RURAL

CIRCUITOS PRIMARIOS, SECUNDARIOS Y TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

PROGRAMA DE INVERSIONES

(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>Totales</u>		<u>Total</u>
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	
Circuitos 11, 4/13, 2 kV	178	568	195	620	223	710	246	785	272	867	1.114	3.550	4.664
Circuitos 120/240 V	50	305	56	346	61	372	66	409	65	398	298	1.830	2.128
Circuitos 120/208 V	34	110	36	117	55	182	69	227	67	220	261	856	1.117
<b>Transformadores de Distribución:</b>													
5 kVA monofásicos	16	43	16	44	16	46	22	58	21	66	91	257	348
15 kVA monofásicos	25	66	28	83	29	89	34	99	34	102	150	439	589
25 kVA monofásicos	11	30	15	37	14	41	14	45	14	48	68	201	269
15 kVA trifásicos	2	5	2	6	5	15	6	16	6	16	21	58	79
30 kVA trifásicos	1	6	2	6	8	22	6	15	7	21	24	70	94
45 kVA trifásicos	3	11	3	11	8	23	6	15	8	22	28	82	110
75 kVA trifásicos	3	8	3	9	4	11	3	9	4	11	17	48	65
Cortacircuitos 15 kV	-	4	-	4	-	5	-	6	-	6	-	25	25
Pararrayos 15 kV	-	4	-	5	-	5	-	6	-	7	-	27	27
Total Costos Directos	323	1.160	356	1.288	423	1.521	472	1.690	498	1.784	2.072	7.443	9.515
Ingeniería y Admón. (8%)	-	119	-	132	-	155	-	173	-	182	-	761	761
Imprevistos (10%)	32	116	36	129	42	152	47	169	50	178	207	744	951
Total sin escalación	355	1.395	392	1.549	465	1.828	519	2.032	548	2.144	2.279	8.948	11.227

DISTRIBUCION RURAL  
MODERNIZACION DE REDES  
PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>TOTALES</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Reemplazo de postes	-	28	-	30	-	33	-	36	-	38	-	165	165
Ingeniería y Administración (5%)	-	1	-	1	-	2	-	2	-	2	-	8	8
Imprevistos (10%)	-	3	-	3	-	3	-	4	-	4	-	17	17
Total sin escalación	-	32	-	34	-	38	-	42	-	44	-	190	190

DISTRIBUCION RURAL  
EQUIPO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCION Y REGULACION  
PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>Totales</u>		<u>Total</u>
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	
Cortacircuitos de 34,5 kV	1	-	1	-	2	-	2	-	2	-	8	-	8
Pararrayos de 34,5 kV	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-	5	-	5
Reenganchador de 15 kV	-	-	18	3	17	3	18	3	17	4	70	13	83
Seccionalizador de 15 kV	-	-	12	2	12	1	12	2	12	1	48	6	54
Regulador de 15 kV	-	-	27	5	41	5	40	5	54	7	162	22	184
Subtotal Costos Directos	2	-	59	10	73	9	73	10	86	12	293	41	334
Ingeniería, Admón. (8%)	-	-	-	6	-	7	-	7	-	7	-	27	27
Imprevistos (10%)	-	-	6	1	7	1	7	1	9	1	29	4	33
Total sin escalación	2	-	65	17	80	17	80	18	95	20	322	72	394

DISTRIBUCION RURAL

ALUMBRADO PUBLICO

PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>TOTALES</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Iluminación vías principales	15	14	22	21	29	28	44	42	59	57	169	162	331
Iluminación concentraciones veredales	16	24	31	46	47	69	63	93	73	108	230	340	570
Iluminación de parques	2	12	3	16	5	24	5	28	7	41	22	121	143
Iluminación de monumentos	6	3	9	4	12	6	15	7	18	9	60	29	89
Cambio de luminarias incandescentes por mercurio	1	14	1	17	1	20	1	23	1	11	5	85	90
Controles para alumbrado	4	2	8	4	8	4	13	5	8	4	41	19	60
Subtotal obras nuevas	44	69	74	108	102	151	141	198	166	230	527	756	1.283
Mantenimiento existente	7	71	7	71	7	71	7	71	7	71	35	355	390
Mantenimiento obras nuevas	8	12	13	19	18	27	25	35	29	41	93	134	227
Subtotal mantenimiento	15	83	20	90	25	98	32	106	36	112	128	489	617
Subtotal costos directos	59	152	94	198	127	249	173	304	202	342	655	1.245	1.900
Ingeniería y Administración (8%)	-	17	-	23	-	30	-	38	-	44	-	152	152
Imprevistos (10%)	6	15	9	20	13	25	17	30	20	35	65	125	190
Total sin escalación	65	184	103	241	140	304	190	372	222	421	720	1.522	2.242

DISTRIBUCION RURAL  
APARATOS DE MEDIDA  
PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	<u>1978</u>		<u>1979</u>		<u>1980</u>		<u>1981</u>		<u>1982</u>		<u>TOTALES</u>		
	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>ME</u>	<u>ML</u>	<u>Total</u>
Contadores monofásicos	41	14	45	15	50	17	55	18	61	20	252	84	336
Contadores trifásicos	24	8	26	9	29	10	32	11	36	11	147	49	196
Subtotal costos directos	65	22	71	24	79	27	87	29	97	31	399	133	532
Ingeniería, Administración (8%)	-	7	-	8	-	8	-	9	-	10	-	42	42
Imprevistos (10%)	6	2	7	2	8	3	9	3	10	3	40	13	53
Total sin escalación	71	31	78	34	87	38	96	41	107	44	439	188	627

DISTRIBUCION RURAL  
VEHICULOS DE MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION

PRESUPUESTO

(Dólares equivalentes)

<u>Descripción</u>	<u>Unidades Requeridas</u>			<u>Costo</u>	<u>Costo</u>
	<u>1978</u>	<u>1980</u>	<u>Total</u>	<u>Unitario</u> <u>FOB</u>	
Camperos	10	9	19	5.900	112.100
Camperos de doble transmisión y winche	8	-	8	6.900	55.200
Volqueta de 6 toneladas	-	1	1	20.400	20.400
Vehículos con escalera	2	2	4	15.260	61.040
Vehículos con canasta	1	-	1	28.000	28.000
Camión para "todo terreno"	-	1	1	22.080	22.080
Camionetas "pick-up", de doble transmisión y winche	-	6	6	6.400	38.400
Camión-grúa con barreno	1	-	1	28.000	<u>28.000</u>
Subtotal FOB					365.220
Transporte y Seguro Marítimo (12%)					<u>43.830</u>
Subtotal CIF Puerto Colombiano					409.050
Transporte y Seguro Terrestre (12%)					<u>49.090</u>
Subtotal CIF Bogotá					458.140
Ingeniería y Administración (5%)					22.910
Imprevistos (10%)					<u>45.810</u>
Total sin escalación					<u>526.860</u>

DISTRIBUCION RURAL  
EQUIPO DE COMUNICACIONES  
PRESUPUESTO  
(Dólares equivalentes)

<u>Equipo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Unitario</u>	<u>Total</u>
Equipos de radio-móviles	16	1.000	16.000
Estaciones repetidoras	2	1.200	2.400
Estaciones fijas	21	1.000	21.000
			-----
Subtotal FOB Aeropuerto de Embarque			39.400
Transporte Aéreo y Seguros 12%			4.730
			-----
Subtotal CIF Bogotá			44.130
Ingeniería y Administración (5%)			2.210
Imprevistos (10%)			4.410
			-----
<b>Total sin escalación</b>			<b>50.750</b>

ESTUDIOS PARA ACTUALIZACION DE INFORMACIONPRESUPUESTO

(Miles de dólares equivalentes)

<u>Descripción</u>	<u>Moneda local</u>
Personal Ingeniería	95
Personal auxiliar	50
Alquiler vehículos	14
Costos directos	21
	<hr/>
Subtotal:	180
Ingeniería y Administración (5%)	9
Imprevistos (10%)	18
	<hr/>
TOTAL	207

DISTRIBUCION RURAL

FONDOS EN MONEDA LOCAL QUE LA EMPRESA PERCIBIRA POR DERECHOS DE UTILIZACION DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y POR REFUERZO Y EXTENSION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION  
(Miles de dólares equivalentes)

	Ver <u>Nota 1</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>	<u>1982</u>	<u>Total</u>
Circuitos 11, 4/13, 2 kV	20%	149	163	187	206	228	933
Circuitos 120/240 V.	20%	71	80	87	95	93	426
Circuitos 120/208 V.	20%	29	31	47	59	57	223
Transformadores de distribución:							
5 kVA - monofásicos	50%	29	30	31	40	44	174
15 kVA - monofásicos	50%	46	55	59	66	68	294
25 kVA - monofásicos	50%	20	26	28	29	31	134
15 kVA - trifásicos	50%	4	4	10	11	11	40
30 kVA - trifásicos	50%	3	4	15	11	14	47
45 kVA - trifásicos	50%	7	7	15	11	15	55
75 kVA - trifásicos	50%	6	6	8	6	7	33
Cortacircuitos 15 kV	50%	2	2	2	3	3	12
Pararrayos 15 kV	50%	2	3	3	3	3	14
<b>TOTAL</b>		368	411	492	540	574	2.385

NOTA 1- Porcentaje de los costos totales (Moneda Extranjera más Moneda Local), que se cobrará a los usuarios

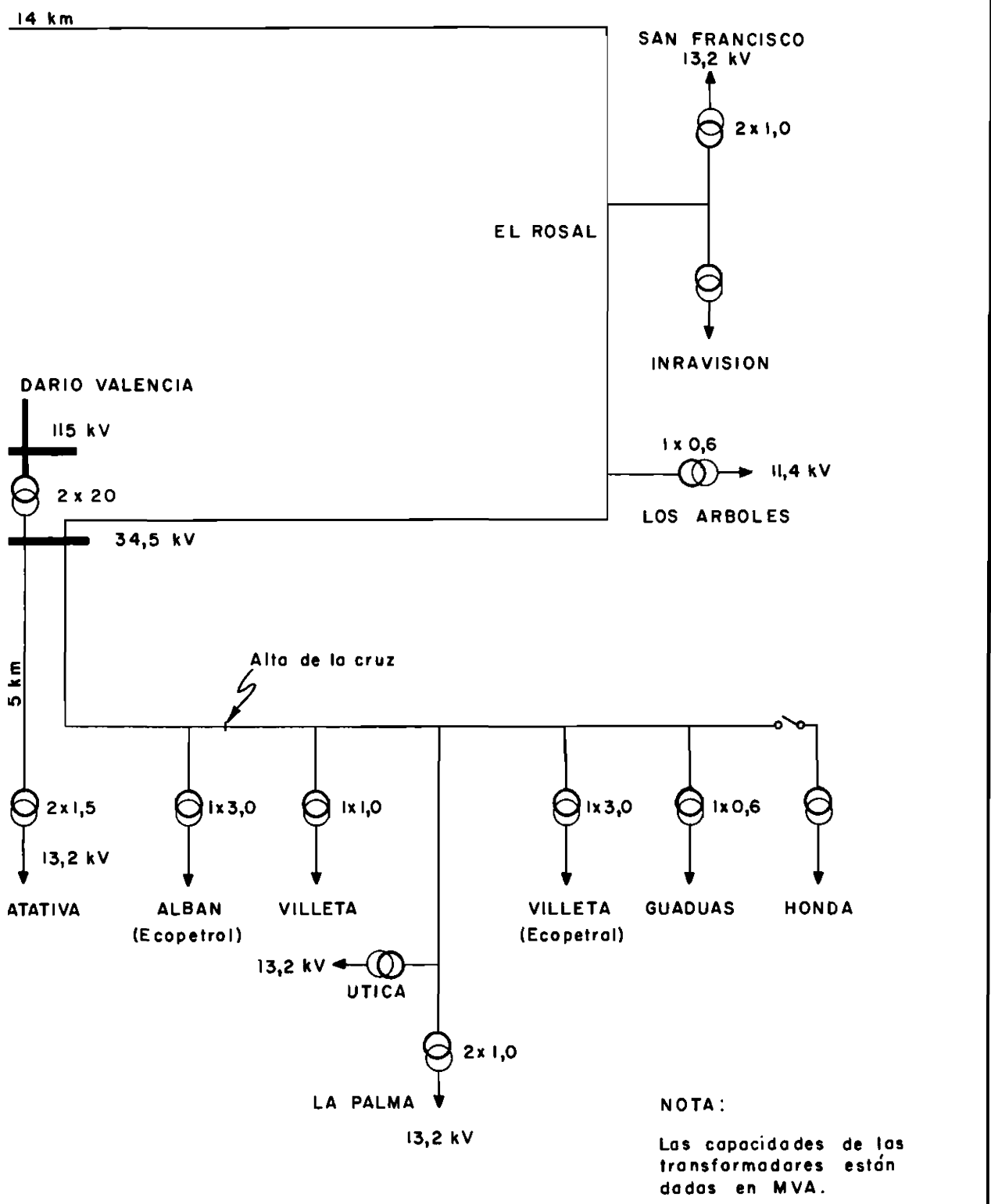
SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION RURAL

PROGRAMA DE INVERSIONES  
(Miles de dólares equivalentes)

	Total	Totales		1978		1979		1980		1981		1982	
		ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML
Circuitos de 34,5 kV	687	108	579	15	82	15	82	19	102	26	136	33	177
Subestaciones 34,5/13,2 kV	1.035	375	660	45	79	45	79	90	158	90	159	105	185
Circuitos primarios, secundarios y transformadores de distribución	9.515	2.072	7.443	323	1.160	356	1.288	423	1.521	472	1.690	498	1.784
Modernización de redes	165	-	165	-	28	-	30	-	33	-	36	-	38
Equipos de seccionamiento, protección y regulación	334	293	41	2	-	59	10	73	9	73	10	86	12
Alumbrado público	1.900	655	1.245	59	152	94	198	127	249	173	304	202	342
Aparatos de medida	532	399	133	65	22	71	24	79	27	87	29	97	31
Vehículos de mantenimiento y construcción	458	409	49	225	27	-	-	184	22	-	-	-	-
Equipo de comunicaciones	44	39	5	20	3	-	-	19	2	-	-	-	-
Estudios para la actualización de información	180	-	180	-	20	-	80	-	80	-	-	-	-
Total costos directos	14.850	4.350	10.500	754	1.573	640	1.791	1.014	2.203	921	2.364	1.021	2.569
Ingeniería y Administración	1.163	-	1.163	-	176	-	192	-	248	-	262	-	285
Imprevistos	1.486	435	1.051	75	157	64	179	102	220	91	237	103	258
Subtotal sin escalación	17.499	4.785	12.714	829	1.906	704	2.162	1.116	2.671	1.012	2.863	1.124	3.112
Menos fondos que la Empresa percibirá por utilización de transformadores y extensión de redes.	2.385	-	2.385	-	368	-	411	-	492	-	540	-	574
<b>TOTAL</b>	<b>15.114</b>	<b>4.785</b>	<b>10.329</b>	<b>829</b>	<b>1.538</b>	<b>704</b>	<b>1.751</b>	<b>1.116</b>	<b>2.179</b>	<b>1.012</b>	<b>2.323</b>	<b>1.124</b>	<b>2.538</b>

**F I G U R A S**



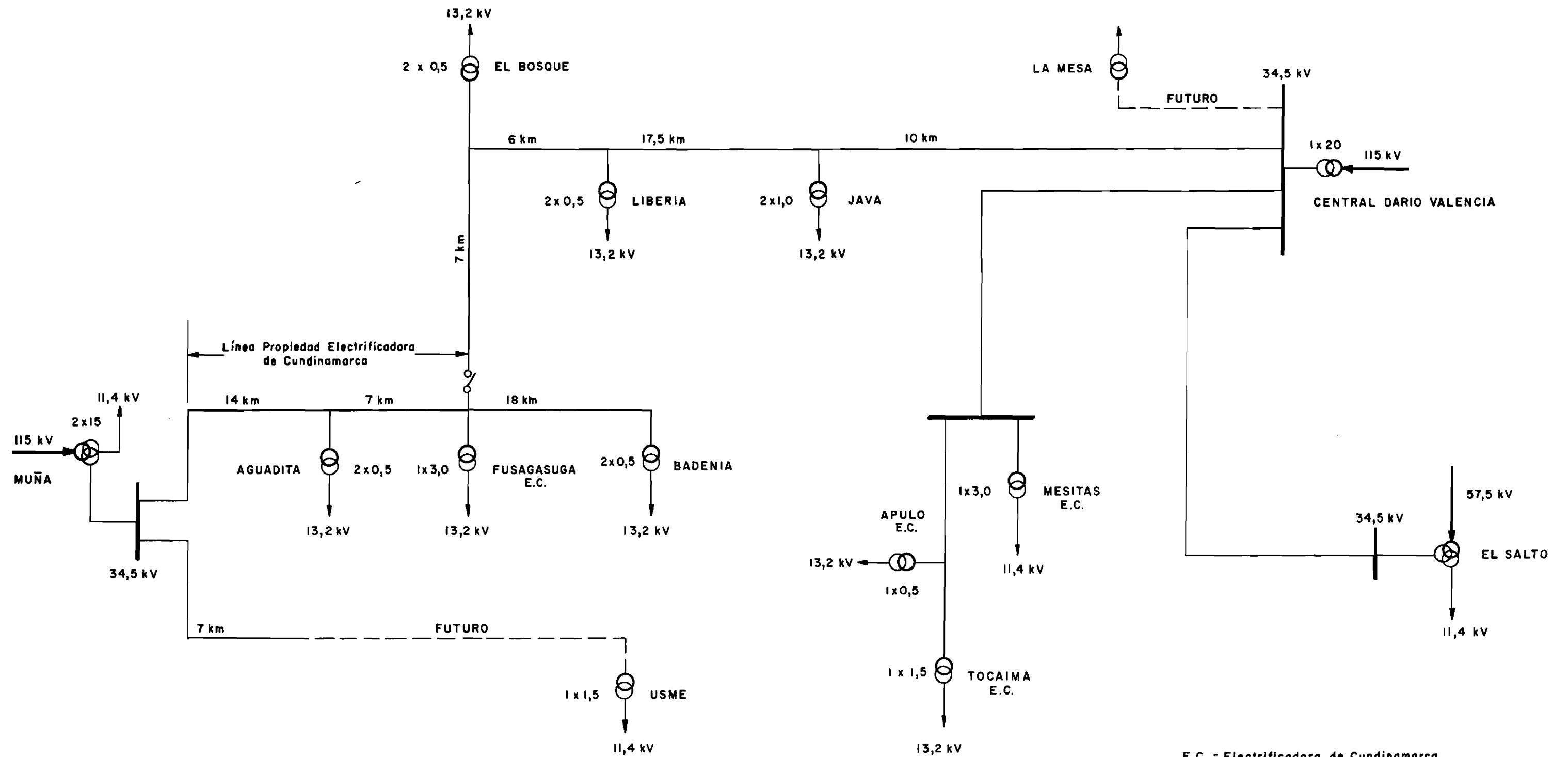


SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ELECTRIFICACION RURAL

DIAGRAMA UNIFILAR  
ZONA NORTE 1978

Fecha: Agosto, 1977

FIGURA FB - 1

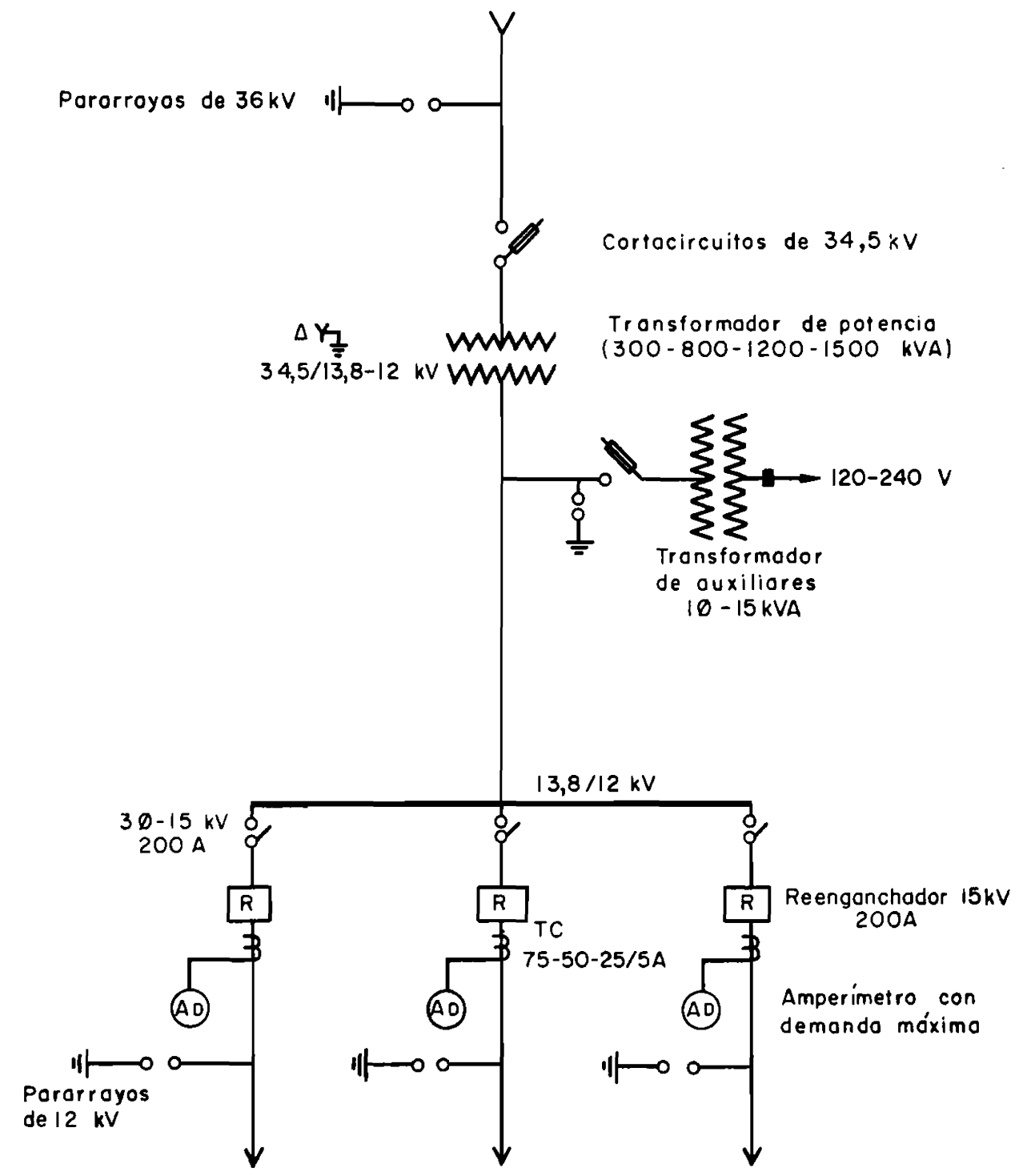


SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ELECTRIFICACION RURAL.

DIAGRAMA UNIFILAR  
ZONAS TEQUENDAMA Y SUMAPAZ

Fecha: Julio, 1977

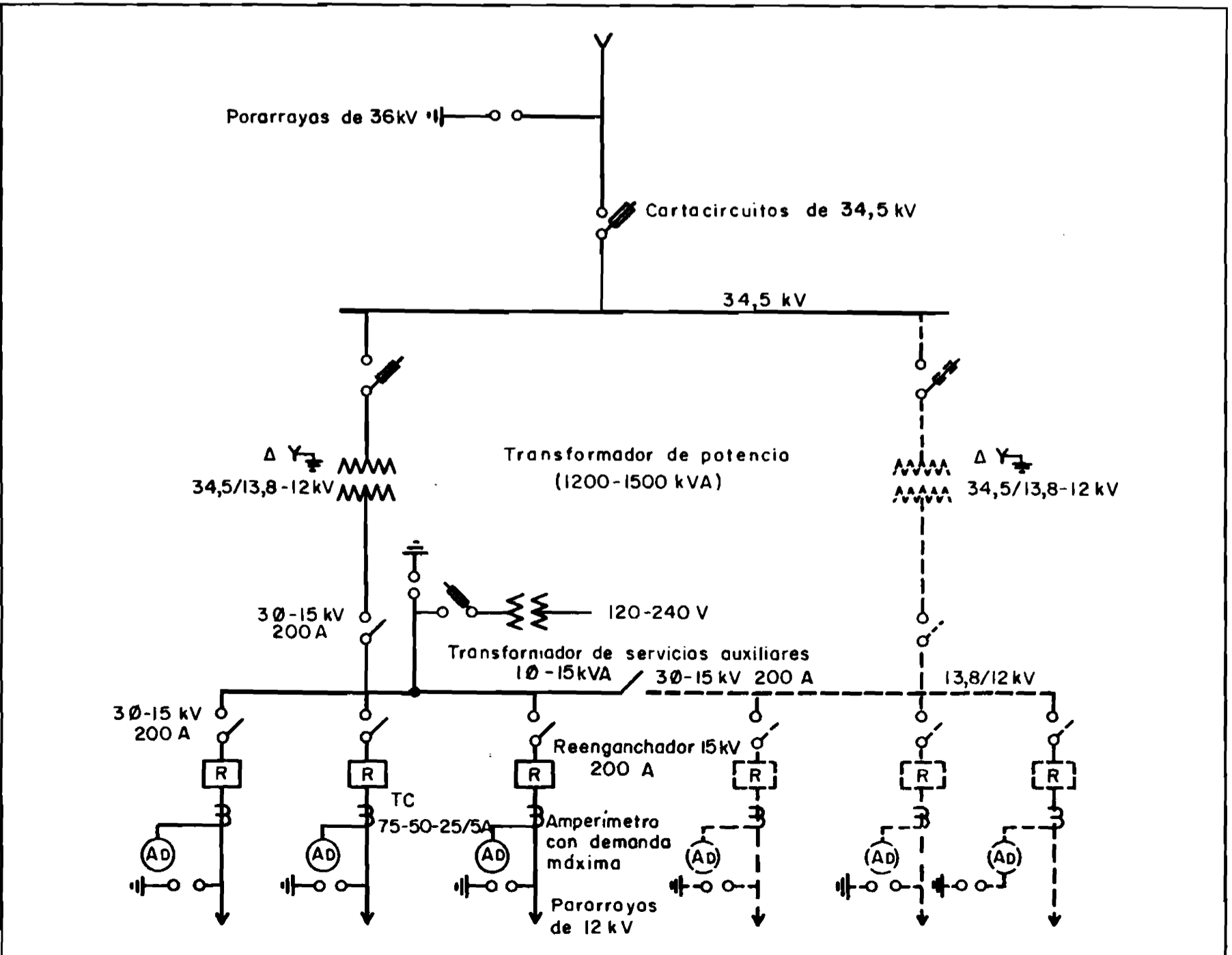
FIGURA FB-2



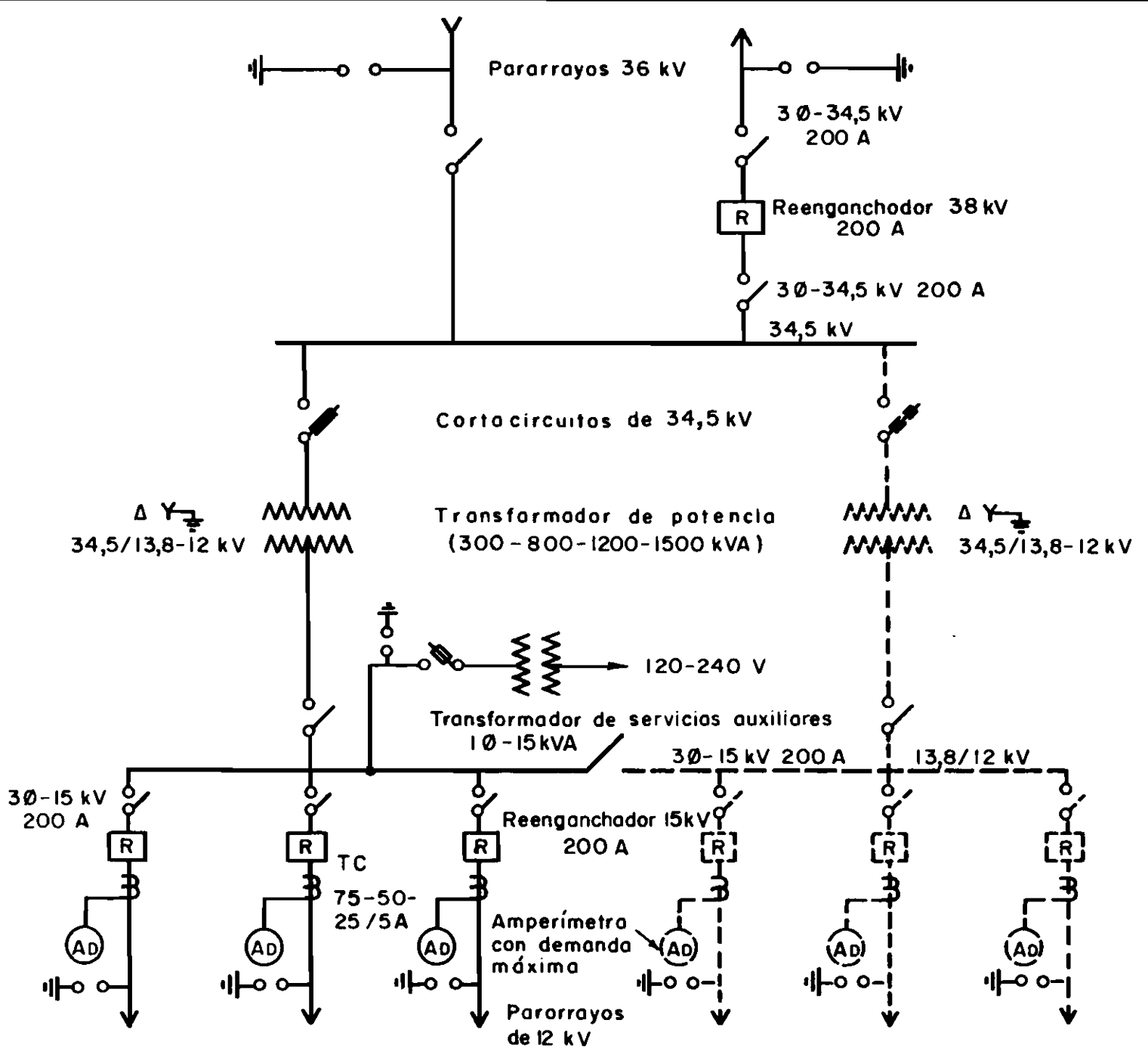
SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ELECTRIFICACION RURAL

DIAGRAMA UNIFILAR  
SUBESTACION RADIAL TIPICA DE 300 -1500 kVA

Fecha: Agosto, 1977  
FIGURA FB-3



SUBTRANSMISION Y DISTRIBUCION  
ELECTRIFICACION RURAL



Sexto programa de ensanches /subtransmisión  
y distribución /Empresa de energía eléctrica de  
Bogotá

333 79 E558s Ej. 1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA  
PÉDIDO

PRESTADO A

FECHA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01002904

BIBLIOTECA