

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

PARQUES INDUSTRIALES EN EL ECUADOR
PARQUE INDUSTRIAL DE LA CIUDAD DE CUENCA

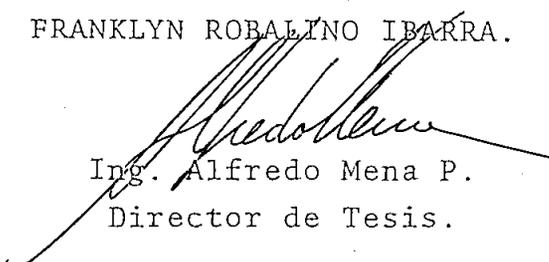
Tesis previa a la obtención del
Título de Ingeniero Eléctrico -
en la Especialidad de Potencia.

FRANKLYN ROBALINO I.

Quito, Junio de 1. 9 7 7

CERTIFICADO:

Certifico que el presente -
trabajo ha sido realizado -
en su totalidad por el señor
FRANKLYN ROBALINO IBARRA.



Ing. Alfredo Mena P.
Director de Tesis.

AGRADECIMIENTO:

A todos los Profesores de esta Facultad, pero mi especial reconocimiento a los Ingenieros Alfredo Mena y Víctor Orejuela.

DEDICATORIA:

A MIS QUERIDOS PADRES.

INDICE:

	<u>Pág.</u>	
1.	INTRODUCCION	
1.1	Ley de Fomento de Parques Industriales	1
		6
2.	ANALISIS Y ESTUDIO DE LA DEMANDA DE - ENERGIA PARA DICHO PARQUE.	11
2.1	Tipo de Industrias Existentes	14
2.2	Incremento Industrial que ha tenido la ciudad de Cuenca.	20
2.3	Datos Históricos	23
2.4	Proyección Futurista	29
2.5	Elaboración de Curvas Incrementales	32
2.6	Número de KVA. por área arquitectóni ca Industrial proyectada.	35
3.	RED DE DISTRIBUCION EN EL AREA INDUS TRIAL.	42
3.1	Red de Alta Tensión	45
3.2	Red de Baja Tensión	60
3.3	Memoria Descriptiva	62
3.4	Características que deberá cumplir - esta red.	64
4.	ESTUDIO COMPARATIVO PARA ILUMINACION PUBLICA.	66
4.1	Iluminación con diferentes tipos de luminarias.	72
4.2	Descripción	82
4.3	Características	88
4.4	Datos Técnicos	96

4.5	Análisis Económico	104
4.6	Red de Alumbrado Público	107
4.7	Memoria Descriptiva	109
5.	ANEXOS	
6.	BIBLIOGRAFIA	

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

El presente estudio sobre Parques Industriales en el Ecuador, tiene como finalidad solucionar uno de los requerimientos más importantes para el funcionamiento del mencionado complejo industrial y, cual es de la provisión de energía eléctrica en condiciones de continuidad de servicio, tensión constante y alta confiabilidad.

De acuerdo al Plan Integral de Transformación y Desarrollo 1973-1977, elaborada por la Junta Nacional de Planificación en el año 1972, en lo que a fomento industrial se refiere, se contempla el establecimiento de los llamados Parques Industriales, sitio en el cual los empresarios encontraron facilidad para la instalación de sus empresas, tales como obras de infraestructura, edificaciones, servicios comunes, asistencia técnica, abastecimiento de insumos, etc. El programa propone a modo de ensayo la instalación de dos de estos Parques, los mismos que darían la experiencia necesaria para futuros proyectos.

El Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador, CENDES, Organismo a cuyo cargo está la ejecución de estos Parques Industriales, tomando en cuenta diversos aspectos y, luego de un detenido análisis y estudios técnicos, considero la prioridad de su ubicación, en base a lo

cual se creyó conveniente que el Primer Parque Industrial debería estar localizado en la ciudad de Cuenca, considerada como el tercer polo de desarrollo del Ecuador.

Por ser los Parques Industriales un tema poco conocido y discutido en nuestro medio, el afán de éste estudio es analizar ciertos aspectos generales y, particularmente para el de Cuenca en lo que respecta a demanda de energía, diseño de la red de distribución y alumbrado público.

En los años 1964-1965, CENDES y el Centro de Reconversión Económica del Azuay, Cañar y Morona Santiago (CREA) con asesoramiento de una misión de las Naciones Unidas, elaboraron un proyecto del Parque Industrial de Cuenca, llamado a agrupar racionalmente a las industrias, contando para el efecto con terrenos adecuados, los mismos que dispondrían de servicios básicos necesarios e indispensables con el fin de proporcionar al industrial el máximo de facilidades para que su rendimiento sea más eficiente.

Siendo los Parques Industriales uno de los mecanismos para el desarrollo industrial, sus OBJETIVOS son:

- a) Incentivar el espíritu industrial
- b) Dar lugar a la creación de nuevas industrias
- c) Ampliar, fortalecer y ubicar industrias pequeñas y medianas ya existentes.
- d) Elevar la capacidad técnica y administrativa de obreros y empresarios.

- e) Prestar asesoramiento obrero-patronal.
- f) Mejorar la producción y eficiencia de industrias que incidirán en un mayor fomento económico-social particularmente de países en vías de desarrollo.
- g) Promover y elevar el desarrollo industrial de zonas o regiones que, disponiendo de materias primas, requieren de etapas o procesos para convertirlos en productos elaborados de mayor utilización para el consumidor.
- h) Crear fuentes de trabajo.
- i) Planificar y colaborar al mejor desarrollo urbano de una ciudad, dando lugar a que las industrias tengan una localización adecuada tal, que no afecten al normal desenvolvimiento de la vida cotidiana.
- j) Evitar monopolios industriales de determinadas ciudades.

Considero además conveniente analizar ciertos criterios relativos a los tópicos que a continuación se detallan, que permitirán hacer de un Parque Industrial un verdadero elemento de progreso regional o nacional.

a) TAMAÑO Y TIPO DE INDUSTRIAS

Las industrias deberían ser preferentemente, la pequeña industria, sin embargo no tiene limitación definida siempre que su función esté encaminada a aumentar la producción, es así como se admiten industrias productoras de bienes de consumo no duradero, bienes de consumo intermedio y, metalmecánicas o productoras

de bienes de capital y consumo duradero.

b) TAMAÑO Y PLANIFICACION DEL PARQUE

Deberá disponerse de un área mínima que justifique el empleo de una administración general a fin de que produzcan economías a las empresas que aquí se instalen. Obviamente no toda el área será edificada, sin embargo, cada lote dispondrá de terreno suficiente para futuras ampliaciones; el Parque además constará de calles, estacionamiento y áreas verdes.

c) LOCALIZACION Y SERVICIOS COMUNES

Para esto hay que tomar en cuenta ciertos FACTORES, pudiendo mencionar los siguientes:

c.1 Ubicación Geográfica

Seleccionada principalmente en función de la localización del mercado para los productos, fuentes de abastecimiento de materias primas y disponibilidad del potencial humano necesarios;

c.2 Dinámica del Sector Privado

Que puede auscultarse en base al crecimiento industrial de la zona, tipo de industrias existentes, proyectos futuros, inversionistas potenciales, dineros ahorrados a través de depósitos bancarios y dinámica

del comercio, que junto con otros pueden constituir - una catalizador de la existencia de sectores empresariales progresistas;

c.3 Medios de Transporte

Deberá tener en lo posible acceso a carreteras de - primer orden, a aeropuertos y/o Puertos Marítimos;

c.4 Servicios de utilidad Pública

Deberá contar con energía eléctrica, teléfonos y, - agua.

c.5 Dentro de los Servicios Comunes, deberá proveerse de la instalación o implementación de bancos, corrieros, telex, bomberos, etc., y, de la administración general del Parque con todas las dependencias que fueren necesarias.

Las VENTAJAS que ofrecería la construcción de un Parque - Industrial son muchas; pues a más de asignarse un lugar - estratégico a las industrias que con una ubicación adecuada favorecerían a la comercialización de productos, con - tribuirían enormemente a una mejor planificación urbanística y control de la contaminación ambiental de las ciudades.

El Parque Industrial de Cuenca está ubicado en la zona -

periférica, al Nor-Este de la ciudad (Anexos A-1-1) con -
tando para el efecto con aproximadamente 67 hectáreas; a
las que se complementan terrenos contiguos ocupados por -
industrias que a continuación se indican:

- Llantas y Cámaras (ERCO)
- Tubería Galvanizada (TUGALT)
- Camal y Fábrica de Embutidos (EDCA)
- Materiales de Construcción (TIGER)
- Unión (RUBBER)
- Procesadora de Leche (VITALAC)

La administración del Parque está a cargo de una Compa -
ñía de Economía Mixta que fué constituida el 3 de Noviem -
bre de 1973, cuyos socios son: el Centro de Desarrollo -
Industrial del Ecuador (CENDES), la Comisión de Valores,;
Corporación Financiera Nacional (CV-CFN), el Centro de -
Reconversión Económica del Azuay, Cañar y Morona Santiago
(CREA), el Municipio de Cuenca, la Asociación de Pequeños
Industriales del Azuay y el Consejo Provincial de Cuenca
(Anexos A-1-2).

1.1 LEY DE FOMENTO DE PARQUES INDUSTRIALES

Como antecedente a la Ley de Fomento de Parques In -
dustriales en el Ecuador tenemos la Ley de Fomento
Industrial expedida en 1957, la cual ha sido objeto
de varias reformas, que poco a poco ha ido tomando -
forma gracias a la colaboración de organismos que -

como la Junta Nacional de Planificación, CENDES, la Corporación Financiera Nacional y el SECAP, entre otros, se han creado paralelamente según las necesidades por las que ha atravesado el país.

La industria ecuatoriana en los últimos años ha experimentado un notable crecimiento, pero sin embargo, todavía se halla en una etapa incipiente de desarrollo, basta recordar el alto porcentaje de importaciones que tiene ya sea en productos intermedios como en casi todos los equipos y maquinaria que dispone, Mucho hay que hacer en la agro-industria y, en otras ramas de la producción que no requieren instalaciones grandes; a pesar de ello se está dando el cauce necesario para entrar en la producción de línea blanca y hierro para la construcción, lo cual ya representa cambios considerables al integrarse en sectores de mayor interés como el metal-mecánico, automotriz y químico, verdaderos puntales de la industria moderna.

Serio es el compromiso adquirido por el Ecuador dentro del Grupo Adnino, lo que conlleva a mantener un criterio estructural sólido en materia de industrialización, para la producción de bienes de consumo intermedio y bienes de capital que requieran de una tecnología avanzada para poder competir con otros países del área. Siendo estos una verdad y, teniendo al Parque Industrial como un mecanismo po-

sitivo para un mejor desarrollo industrial ecuatoriano, necesario fué que las Empresas a cuyo cargo está la organización y construcción de este tipo de complejos, cuenten con un marco legal y apropiado que incentive dichas actividades; y, es así como el 6 de Noviembre de 1975 por Decreto Supremo # 924, se expide la Ley de Fomento de Parques Industriales, llamada a prestar beneficios y garantías al sector económicamente progresista de nuestros días.

La Ley de Fomento de Parques Industriales se crea con el objeto de promocionar la actividad industrial a nivel nacional propendiendo a alcanzar un crecimiento equilibrado y armónico de todas las regiones del país.

Para una mejor aplicación de la Ley, ésta clasifica a las Empresas de Parques Industriales en dos categorías a saber:

CATEGORIA I Fuera de los Cantones de Quito y Guayaquil.

CATEGORIA II En los Cantones de Quito y Guayaquil.

La Ley establece beneficios generales para ambas categorías así como beneficios específicos para cada una de ellas; siendo éstos últimos más favorables -

para los Parques Industriales que se instalen fuera de los Cantones de Quito y Guayaquil.

Dentro de los beneficios generales, la Ley contempla en un 100% la exoneración de impuestos a los actos constitutivos de empresas de Parques Industriales; a las reformas de dichos actos constitutivos; a la transferencia de dominio de predios; a la importación de maquinaria, equipos auxiliares; repuestos nuevos, materiales de construcción y de instalaciones.

En los beneficios específicos se establece una reducción del impuesto a la renta, a las empresas de Parque Industrial en el 75% para la categoría I y, en el 35% para la Categoría II; así como también a las personas naturales o jurídicas que aporten capitales para la elevación del activo fijo de las empresas, siendo el 100% para las de la categoría I, y el 50% para las de la categoría II.

Para la aplicación de la Ley se ha encargado al CONSEJO DE ADMINISTRACION formado por el Subsecretario de Industrias o su delegado, el Subsecretario de Finanzas o su delegado y, el Director Ejecutivo de CENDES o su delegado.

Como disposiciones generales cabe destacar las siguientes:

- Reglamento de Empresas en el Parque, que será sometido por la respectiva empresa de Parque Industrial, a la aprobación del Consejo de Administración.

- La posibilidad de la participación conjunta del capital público con el privado, para formar empresas de Parques Industriales.

C A P I T U L O II

ANALISIS Y ESTUDIO DE LA DEMANDA DE ENERGIA PARA DICHO PARQUE

En la actualidad el mercado eléctrico de la ciudad de Cuenca, con una población de aproximadamente 120.339 habitantes, es atendida por la Empresa Eléctrica Cuenca C.A., la misma que para cumplir sus objetivos dispone de 27.321 KVA. con una potencia activa de 21.805 Kw. instalada en generación.

Antes de continuar adelante se considera importante conocer ciertos detalles del sistema Cuenca, en lo que a provisión de energía se refiere.

La potencia de generación instalada a la fecha por la Empresa Eléctrica Cuenca C.A. se halla distribuída en tres centrales, con grupos de las siguientes características:

- Central Hidroeléctrica San Blas

De la Compañía Anónima Luz y Fuerza

DATOS		GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
MOTOR O TURBINA	Marca	Escher Wiss	Escher Wiss	Escher Wiss
	Tipo	Francis	Francis	Francis
	Velocidad (rpm)	900	720	720
	Potencia (HP)	360	540	480
	Año Montaje	1934	1939	1953
	Altura (m)	16	16	16
	Caudal (m3/seg)	1.78	2.7	2.7

	DATOS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
GENERADOR	Marca	Brown Baveri	Brown Baveri	Brown Baveri
	Año Montaje	1934	1939	1953
	Potencia (KVA)	300	450	400
	Voltaje (V)	2300	2300	2300
	Amperaje (A)	75	113	100
	Factor de Potenc.	0.7	0.75	0.8
	No.de Fases	3	3	3
	Velocidad (rpm)	900	720	720
	Frecuencia	60	60	60
EXCITA- TRIZ.	Potencia (Kw.)	3	6.9	4.6
	Voltaje (V.)	42	53	42
	Amperaje (A)	62	130	108

Esta central está ubicada al S.E. de la ciudad y genera un total de 1.150 KVA., dando 868 Kw. de potencia activa; dada su potencia muy baja y el año en que entró en funcionamiento, prácticamente ya no presta servicio a la ciudad.

Central Hidroeléctrica Saymirin

	DATOS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
MOTOR O TURBINA	Marca	Voith	Voith	
	Tipo	Pelton	Pelton	Francis
	Velocidad (rpm)	720	600	900
	Potencia (HP)	2250	3500	105
	Año Montaje	1957	1964	1915
	Altura (m)	220	220	20
	Caudal	0.82	1.29	1.95

DATOS		GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
GENERADOR	Marca	A. E. G.	A. E. G.	A. E. G.
	Año Montaje	1957	1959	1915
	Potencia (KVA)	1570	2450	93.7
	Voltaje (V)	2400	2400	2300
	Amperaje (A)	378	589	23.5
	Factor de P.	0.8	0.8	0.8
	No. de Fases	3	3	3
	Velocidad (Rpm)	720	600	900
	Frecuencia (Hz)	60	60	60
EXCITATRIZ	Potencia (Kw)	20/26.5	27/36	3
	Voltaje (V)	110/115	110/127	125
	Amperaje (A)	200/230	246/284	24

ESTA CENTRAL ESTÁ UBICADA AL NORTE DE LA CIUDAD Y GENERA UNA POTENCIA TOTAL DE 8.321 KVA. ESTO ES 6.657 Kw.

Central Termoelectrónica Monay

DATOS		GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
MOTOR O TURBINA	Marca	W.H. Allen	W.H. Allen	W.H. Allen
	Tipo	Diesel	Diesel	Diesel
	Velocidad (rpm)	720	400	900
	Potencia H.P.	1618	2200	3351
	Año de Montaje	1975	1970	1975

DATOS		GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
GENERADOR	Marca	Brush	Nishishiba	Fairbanks Morse.
	Año Montaje	1975	1970	1975
	Potencia (KVA)	1425	1875	3125
	Voltaje (V)	13800	6300	6300
	Amperaje (A)	59.7	171.8	272
	Factor de P.	0.8	0.8	0.8
	No. de Fases	3	3	3
	Frecuencia (Hz)	60	60	60
EXCITATRIZ	Potencia (Kw)	16.7/14.2/3.7	35	17
	Voltaje (V)	100/94/41	110	Con rectificadores.
	Amperaje (A)	167/156/90	318	

Esta central está ubicada al S.E. de la ciudad, genera una potencia total de 17.850 KVA. esto es 14.280 KW.

Con el objeto de que el estudio de éste capítulo, base fundamental para el diseño eléctrico de las redes de alta y baja tensión, parta de datos concretos, se analizarán los resultados de la Encuesta Industrial que se levantó en Cuenca; así como también datos estadísticos y de planificación que INECEL dispone.

2.1 TIPO DE INDUSTRIAS EXISTENTES

La ciudad de Cuenca considerada como tercer polo de crecimiento y desarrollo industrial en el Ecuador, cuenta con industrias de toda magnitud como las que a manera de información se lista a continuación:

	<u>RAZON SOCIAL</u>	<u>AÑO</u>
1.	<u>Productos Alimenticios Bebidas y Tabaco</u>	
	- Elaborados de Carne S.A. (EDCA)	1965 (*)
	- Productos Lácteos Cuenca S.A.E.M.	1972 (*)
	- Alimentos Ecuatorianos	1964 (*)
	- Luis Manzano e Hijos Cía. Ltda.	1973 (*)
	- Primeros Molinos de Sémola S.A (PRIMOSA)	1960 (*)
	- Fábrica de Fideos La Delicia Cía. Ltda.	1973 (*)
	- La Rosa, Fábrica moderna de pastas alimenticias S.A.	1963 (*)
	- Desarrollo Agropécuario C.A.	1965 (*)
	- Embotelladora Azuaya S.A.	1961 (*)
	- Destilería Austral S.A. (DASA)	1963 (*)
	- Destilería Uzhupuh	1960 (*)
	- La Europa	1974 (*)
	- La Europea	1974 (*)
	- Sociedad Avícola L.A.	
	- Embotelladora Azuay	
	- Fábrica "ENE"	
	- Fábrica de Alimentos Balanceados La Granja	
2.	<u>Textiles , Prendas de Vestir e Industria del Cuero</u>	

<u>RAZON SOCIAL</u>	<u>AÑO</u>
- Pasamanería S.A.	1965 (*)
- Kurt Dorfzaun, Fábrica de Sombreros de Paja Toquilla.	1972 (*)
- Serrano Hat Export Cía. Ltda.	1971 (*)
- Curtiembre San Luis	1974 (*)
- Curtiembre Renaciente S.A.	
3. <u>Industrias de la Madera y Productos de la Madera</u>	
- Industria Arte Práctico S.A.	1964 (*)
- Aserríos Don Bosco	
- Aserradero Tres Estrellas	
4. <u>Fabricación de Papel, Productos de Papel, Imprenta y Editoriales.</u>	
- Editorial Amazonas	1967 (*)
- Hércules, Astudillo y Flores Cía.Ltda.	1967 (*)
- Imprenta y Papelería Monterrey	1968 (*)
- Poligraf Andina Cía. Ltda.	1974 (*)
5. <u>Fabricación de Substancias Químicas y Derivados del Petróleo, Carbón, Caucho y Plástico</u>	
- Industria de Cosméticos Internacionales Soc. R. Ltda. (INCOIN)	1968 (*)
- Fábrica Nacional de Cartuchos (FANAC)	1966 (*)

RAZON SOCIAL	AÑO
- Productos General C.A.	1973 (*)
- Compañía Ecuatoriana de Caucho	1963 (*)
- Industria del Caucho Cía. Ltda.	1965 (*)
- Plásticos Crinflex S.A.	1964 (*)
- Fábrica Nacional de Ashesivos Cía. Ltda.	

6. Fabricación de Productos Minerales No Metálicos

- Cerámica Andina C.A.	1968 (*)
- Industria Cerámica Nacional S.A. (INCESA)	1964 (*)
- Materiales de Construcción Cía. Ltda.	1967 (*)
- Módulos de Arcilla Cía. Ltda.	1970 (*)
- Procesadora de Materias Primas (PROMAPRI)	1970 (*)
- Abrasivos Ecuatoriano Cía. Ltda.	1970 (*)
- Prefabricados de Concreto TIGER	1968 (*)
- Baldosas Austraz	
- Baldosas Austral	
- Fábrica Farfán	
- Cooperativa de Baldosas Rocafuerte	

7. Industrias Metálicas Básicas

- Industria Metalmecánica Mejía	
- ALUTEC Cía.	
- INDURAMA	

8. Fabricación de Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo

RAZÓN SOCIAL	AÑO
- Metálica Ecuatoriana S.A. (MESA)	1967 (*)
- Consorcio Industrial Electrónico Cía.LTda. (CIEL).	1970 (*)
- Fábrica de Resortes Vandervilt Cía.Ltda.	1964 (*)
- Tubería galvanizada Ecuatoriana Cía.Ltda.	
- Talleres MORA	
- CREA	

9. Otras Industrias

- Fábrica de Cadenas de Oro S.A.	1963 (*)
- Aserías Fajardo	
- Standar Motors	

(*) Todas estas Empresas se han acogido a la Ley de Fomento Industrial.

Oficialmente algunas industrias han manifestado su interés por ubicarse en el Parque Industrial de Cuenca, para lo cual han solicitado la información debida a la Compañía de Economía Mixta y así acogerse a los beneficios que éste complejo industrial prestará en el futuro. Entre las industrias interesadas en ubicarse en el Parque , podemos citar:

- Compañía Relojera Andino - Suiza S.A.
- Productos Lácteos Cuenca - PROLACEM

- Unión Cauchera Nacional - UCANA
- Pastificio Rico
- Fábrica de Aparatos de Medición Andina FAMA
- Manufacturas ROCITEX
- Randon del Brasil

Al listado se agregarán proyectos que se encuentran - promocionándose con la intención de que se ubiquen en el Parque Industrial de Cuenca:

- AGRALE S.A. del Brasil
- RANSON de Chile
- Proyecto Metal-Mecánico ASENCIO Y HERNANDEZ
- Proyecto Metal-Mecánico ELIAS HOYOS ARANGO
- Embasadora de Coca Cola

El panorama alentador que se presenta y las ventajas que el Parque Industrial de Cuenca ofrecería al empresario, han dado lugar a varios proyectos, cuyos estudios deben realizarse para ser promovidos y ubicados en el Parque, a continuación anotaremos algunos:

- Industrias de Alimentos
 - Extracción y jugo de naranjilla
 - Industrialización de la palma
 - Enbasamiento de hongos
 - Industrialización del Almidón.

- Industrias Metal Mecánicas

- Moldes y Matrices
- Fundición Especializada
- Bombas Centrífugas
- Maquinaria Agrícola Auto-Propulsada
- Partes y piezas para la industria automotriz
- Taller Metal-Mecánico para el mantenimiento de las Empresas del Parque Industrial de Cuenca.
- Estructuras Metálicas

- Otros Proyectos

- Aisladores Eléctricos
- Envases de Vidrio
- Productos Cerámicos Especiales

2.2 INCREMENTO INDUSTRIAL QUE HA TENIDO LA CIUDAD DE CUENCA

El déficit de energía eléctrica por la que atravieza el país, la falta de recursos económicos y financieros para emprender en proyectos de gran magnitud que solucionarían este problema, han hecho que en materia de industrialización el Ecuador no logre sus fines propuestos, tomando en consideración que toda industria para el funcionamiento requiere del fluído eléctrico.

Particularmente en la ciudad de Cuenca, éste proble-

ma aún más grave, razón por la cual muchas fábricas que en esa ciudad funcionan y que tienen un alto consumo, se han visto obligadas a instalar sus propios grupos generadores, para así proveerse de la energía suficiente y necesaria que los diferentes procesos fabriles requieran.

Cabe anotar que pese a estas dificultades el incremento industrial en el último decenio ha alcanzado excelentes logros, es así como se aprecia el gran impulso que se ha dado especialmente a la pequeña industria, textil, alimentos, calzado, vestuario, cerámica y, de preferencia a la artesanía, etc., por su peculiar y tradicional habilidad artesana que ha sido un motivo para incentivar este espíritu empresarial y fabril.

Teniendo el Kwh. como el mejor catalizador del crecimiento industrial, a continuación se presenta la tabla 2.2.1 que indica el consumo industrial obtenido en la ciudad de Cuenca.

T A B L A 2.2.1

A Ñ O	CONSUMO INDUSTRIAL (kwh.)	INCREMENTO ANUAL (%)
1964	6.334.566	- 14.09
1965	5'442.331	54.11
1966	8'387.062	51.74
1967	12'726.220	18.78
1968	15'115.901	- 15.47
1969	12'777.809	22.48
1970	15'650.225	- 4.58
1971	14'932.913	6.06
1972	15'838.439	18.35
1973	18'745.535	11.90
1974	21'016.097	8.30
1975	22'759.790	

En general la industria liviana toma gran importancia especialmente desde 1.963, con la creación y puesta en marcha de la Fábrica de Llantas ERCO, pero que en vista de la gran demanda que tuvo y, ante la falta de provisión de energía eléctrica por parte del servicio público que en ese entonces suministraba la Empresa Eléctrica Cuenca C.A. y la Cía. de Luz y Fuerza, en 1.968 se ve obligado a incrementar su capacidad de generación, haciéndolo en un 300% de su capacidad inicial.

El problema de suministro de energía eléctrica que

en el decenio anterior soportó la ciudad de Cuenca y que lógicamente incidía en el desarrollo industrial se ve parcialmente solucionado cuando en 1.971 entra en funcionamiento la central termo-eléctrica de Moynay de la Empresa Eléctrica Cuenca con tres unidades de 1500 Kw. cada una de potencia de generación.

Analizando la tabla 2.2.1, la variación irregular - que se aprecia en el incremento anual, obedece a la salida de servicio de unidades de las industrias autoproductoras que por efectos de mantenimiento dejan de generar y obviamente las industrias de consumo y producción; entre estas industrias ERCU es la que más variaciones origina en el sistema, dada su alta demanda.

2.3 DATOS HISTORICOS

Los datos estadísticos que a continuación se exponen (Tabla 2.3.1) nos dan una clara idea del desenvolvimiento eléctrico en lo que se refiere a potencia instalada, demanda máxima, factor de carga, consumo industrial y energía generada en la ciudad de Cuenca (Referencia Bibliográfica 9).

T A B L A 2.3.1

DATOS ESTADISTICOS DE LA EMPRESA
ELECTRICA CUENCA C.A.

Año	POTENCIA INSTALADA (Kw.)	DEMANDA MAXIMA (Kw.)	FACTOR DE CARGA (%)	CONSUMO INDUSTRIAL (Mwh)	ENERGIA GENERADA (Mwh).
1966	9.197	7.465	37.81	8.387	24.724
1967	9.683	8.900	40.45	12.726	31.534
1968	11.377	9.140	44.02	15.116	35.242
1969	11.377	9.280	42.18	12.778	34.287
1970	11.377	9.380	50.18	15.650	41.235
1971	15.592	11.305	42.41	14.933	41.995
1972	15.642	12.725	39.00	15.838	43.572
1973	14.864	13.215	43.95	18.746	50.878
1974	14.279	14.105	47.38	21.016	58.540
1975	24.059	15.680	47.77	22.760	65.609
(x)	(y)	(y)		(y)	(y)

Utilizando el método de los mínimos cuadrados, los datos del período 1966-1975 de la Tabla 2.3.1, se ajustan a las siguientes ecuaciones lineales:

Potencia instalada:

$$Y = 1.214.39 x + 8.279.93$$

Consumo Industrial

$$Y = 1.296.97 X + 9.958.64 \quad (\text{Gráfico 2.3.1})$$

Demanda Maxima

$$Y = 866.70 x + 7.219,36 \quad (\text{Gráfico 2.3.2})$$

Energía Generada

$$Y = 4.023.04 x + 24.657.91$$

Las ecuaciones anteriores responden a la forma:

$$Y = a_1 x + a_0 \quad (\text{Referencia Bibliográfica 44})$$

donde

$$a_1 = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \cdot y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} \quad ; \quad a_0 = \frac{y}{n} - a_1 \frac{\sum x}{n}$$

Para el caso industrial que es la finalidad del presente estudio y, con el objeto de tener suficientes elementos de juicio para la elaboración de las curvas de proyección, también se han ajustado los datos históricos, a una función de segundo grado mediante el método de mínimos cuadrados. Así se tiene que la función representativa es:

$$Y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \quad (\text{Referencia Bibliográfica 45})$$

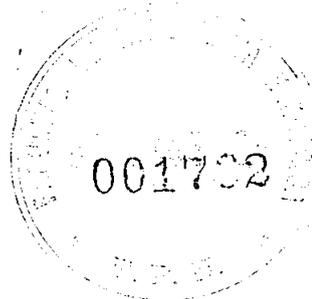
donde las constantes a_0 , a_1 , a_2 se determinan resolviendo el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X + a_2 \sum x^2$$

$$\sum XY = a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3$$

$$\sum x^2 Y = a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4$$

De la Tabla 2.3.1 de consumos, se tiene que el crecimiento de la demanda industrial puede ser representada por la función:



$$Y = 10.513.76 + 919.77 X + 42.08 x^2 \quad (\text{Gráfico 2.3.1})$$

en tanto que la demanda máxima por:

$$Y = 7.818.71 + 415.83 x + 50.16 x^2 \quad (\text{Gráfico 2.3.2})$$

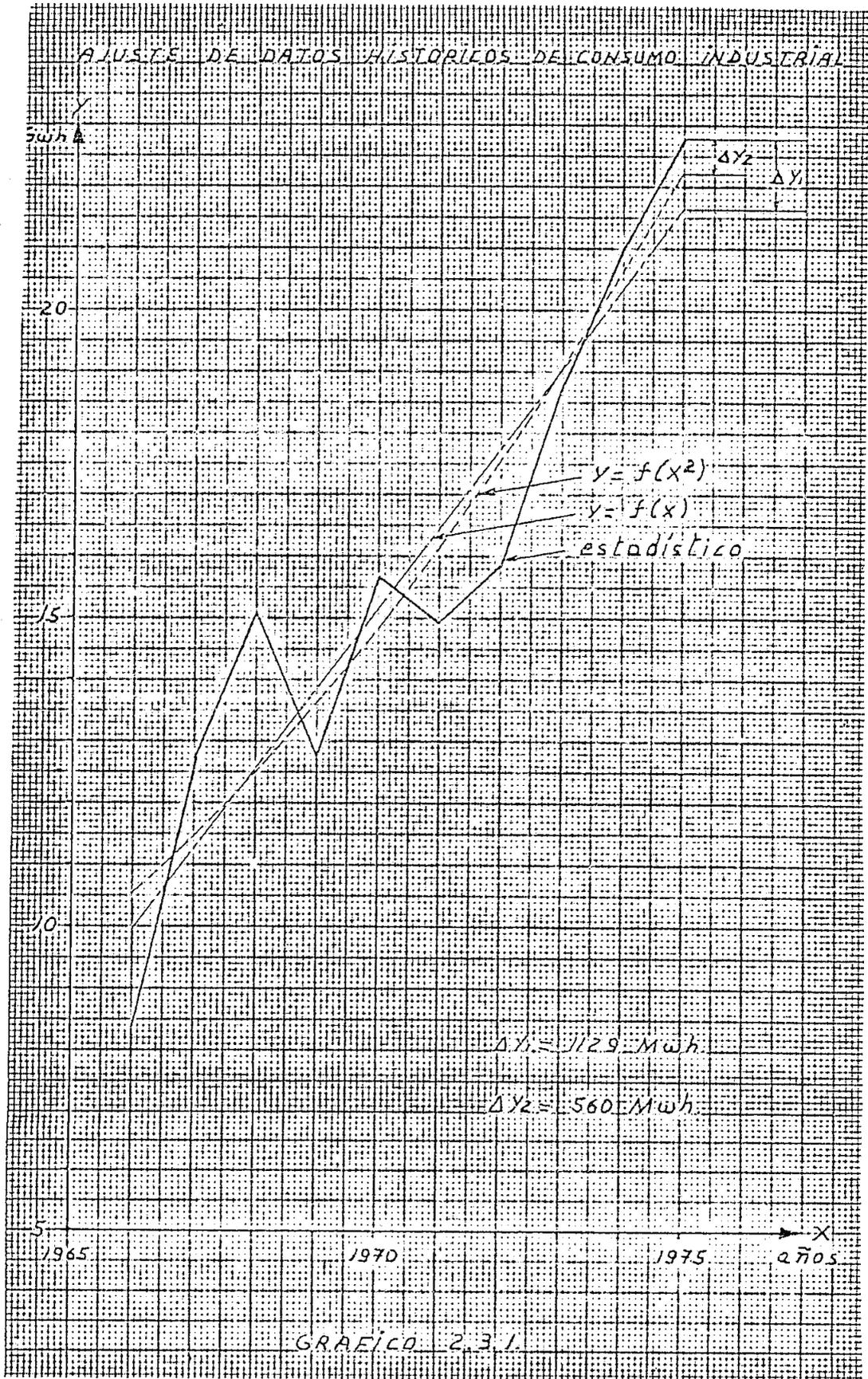


GRAFICO 2.3.1

AJUSTE DE DATOS HISTORICOS DE DEMANDA MAXIMA

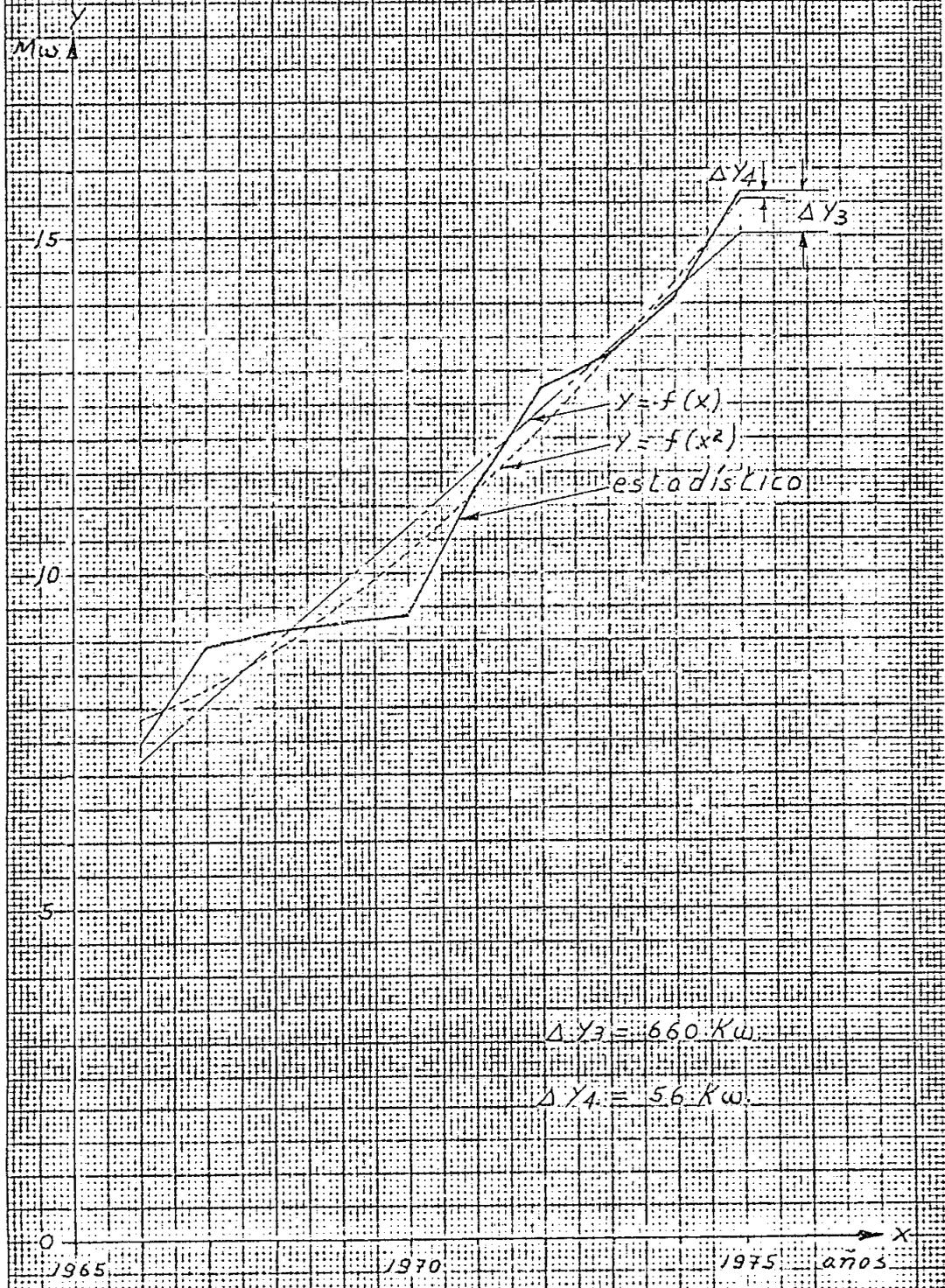


GRAFICO 2.3.2

2.4 PROYECCION FUTURISTA

Habiendo determinado en el numeral anterior las ecuaciones que se ajustan a los datos estadísticos (históricos), de que se dispuso; la proyección del consumo industrial y demanda máxima se realizará empleando dichas funciones.

Con el objeto de proponer varias alternativas de proyección es permitir seleccionar de entre ellas la más adecuada que servirá de referencia para la proyección futura de la primera etapa del Parque Industrial.

Una vez realizada la proyección de demanda para la primera etapa del Parque Industrial, desde luego partiendo de los resultados obtenidos en la encuesta industrial, el análisis se reduce al estudio paralelo con el área física disponible para establecer el número de KVA. por metro cuadrado; que en detalle se tratará en el numeral subsiguiente.

Las funciones a las que se hace referencia en la primera parte de éste numeral y que serán la base para la elaboración de las curvas incrementales del numeral 2.5 son las siguientes:

1. Para la proyección del consumo industrial

1.1 Utilizando la ecuación de primer orden:

$$Y = 1.296.97 x + 9.958.64 \quad (\text{numeral 2.3}) + \Delta Y,$$

1.2 Utilizando la ecuación de segundo orden:

$$Y = 10.513.76 + 919.77 x + 42.08 x^2 \quad (\text{numeral 2.3}) + \Delta Y_2$$

2. Para la proyección de demanda máxima

2.1 Valiéndonos de la ecuación de primer orden:

$$Y = 866.70 x + 7.219.36 \quad (\text{numeral 2.3}) + \Delta Y_3$$

2.2 Valiéndonos de la ecuación de segundo orden:

$$Y = 7.818.71 + 415.83 X + 50.16 x^2 \quad (\text{numeral 2.3}) + \Delta Y_4$$

Los valores de consumo industrial y demanda máxima se presentan en la Tabla # 2:4.2

T A B L A No. 2.4.2.

PROYECCION DE CONSUMO INDUSTRIAL Y DEMANDA MAXIMA

A Ñ O	LINEAL (Mwh)	PARABOLICO (Mwh)	LINEAL (Kw)	PARABOLICO (Kw)
1975	22.760	22.760	15.680	15.680
1976	24.057	24.479	16.546	17.049
1977	25.354	26.283	17.413	18.518
1978	26.651	28.171	18.280	20.088
1979	27.948	30.142	19.146	21.758
1980	29.245	32.198	20.013	23.528
1981	30.542	34.338	20.880	25.398
1982	31.839	36.563	21.747	27.369
1983	33.136	38.871	22.613	29.440
1984	34.433	41.264	23.480	31.611
1985	35.730	43.740	24.347	33.883
1986	37.027	46.301	25.213	36.255
1987	38.324	48.946	26.080	38.728
1988	39.621	51.675	26.947	41.300
1989	40.918	54.489	27.813	43.973
1990	42.215	57.386	28.680	46.747
(x)	(y)	(y)	(y)	(y)
	1.1	1.2	2.1	2.2

Estas proyecciones constan en los gráficos 2.5.1 y 2.5.2

2.5 ELABORACION DE CURVAS INCREMENTALES

PROYECCION DE CONSUMO INDUSTRIAL

Y
Gwh.a

50

$$Y = 10.513.76 + 919.77X + 42.08X^2 + \Delta Y_2$$

40

30

$$Y = 9.958.64 + 1.296.97X + \Delta Y_1$$

20

1975

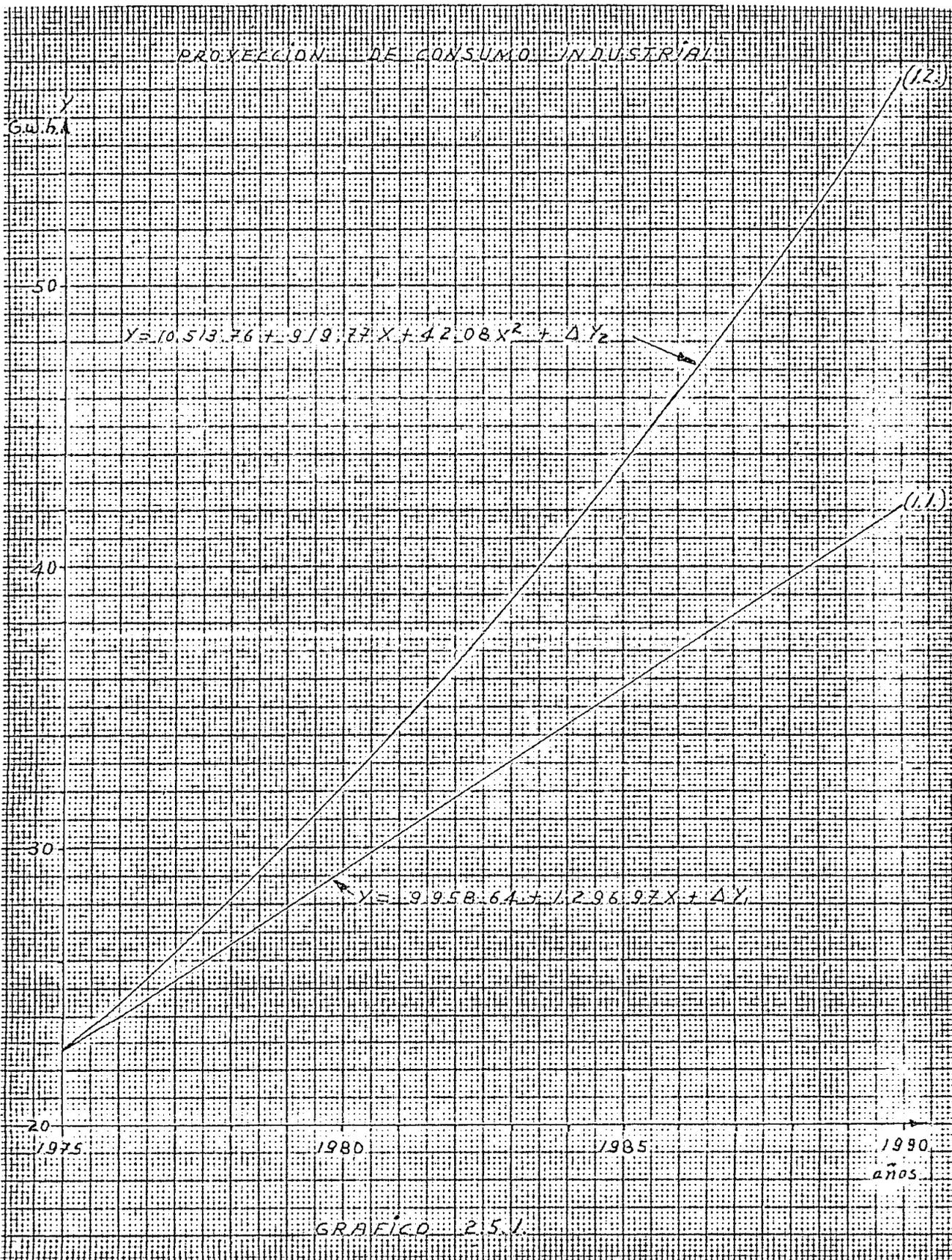
1980

1985

1990

años

GRAFICO 2.5.1



PROYECCION DE DEMANDA MAXIMA

Y
MwA

40

30

20

0

1975

1980

1985

1990

años

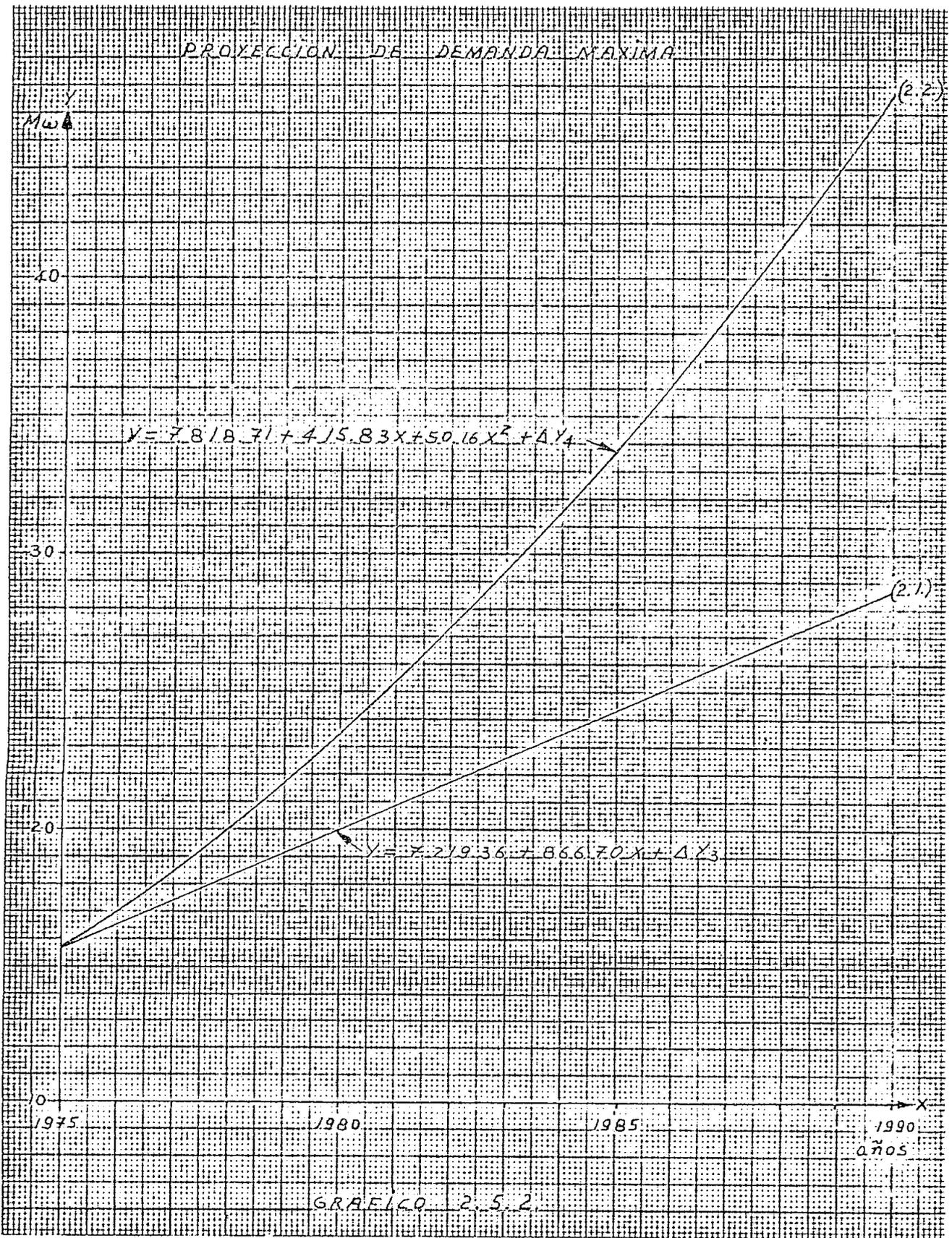
$Y = 7.818.71 + 415.83X + 50.16X^2 + \Delta Y_4$

$Y = 7.219.36 + 866.70X + \Delta Y_3$

(2.2)

(2.1)

GRAFICO 2.5.2



2.6 NUMERO DE KVA. POR AREA ARQUITECTONICA INDUSTRIAL
PROYECTADA

El asignar un cierto número de KVA. por área arquitectónica destinada al Parque, en base al estudio de demanda de energía industrial total, obtenida y proyectada; implicaría comprometer a todas las industrias a trasladarse al Parque Industrial, lo que no se pretende y tampoco se lograría, ya sea porque el terreno disponible resultaría reducido y, lo que es más, porque no todas las industrias existentes han manifestado su decisión de ubicarse en el mencionado Parque.

Es necesario recalcar que la proyección de demanda es a nivel industrial de la ciudad, bajo la alternativa de que todos los industriales se trasladen al Parque, pero en razón de que existe una primera etapa prioritaria, el análisis y determinación de la carga actual y proyectada, como se habló en el numeral anterior, será hecha en base a la encuesta industrial, paralelamente con el área especificada para cada tipo de nave industrial.

El detalle del área física del Parque Industrial se indica a continuación.

El Parque Industrial que en su primera etapa consta de 17 hectáreas, en las que se incluyen lotes asig-

nados a las industrias, calles, áreas verdes y el posible Centro Administrativo, ha sido dividido en 46 lotes; 8 de tamaño "A"; 22 tamaño "B" y prácticamente 16 del tamaño "C" (Anexos A-2-1).

El número de lotes, tamaño, dimensiones y área son como sigue:

T A B L A 2.6.1

NUMERO	TIPO	DIMENSIONES TOTALES	SUPERFICIE
8	A	25 x 60	1.500 m2.
22	B	30 x 80	2.400 m2.
4	C -	35 x 95	3.325 m2.
8	C +	35 x 105	3.625 m2.
4	C *	35 x 115	4.025 m2.

En razón de que en cada lote se construirán las diferentes naves industriales, las cuales lógicamente ocuparán un área menor a la de cada lote asignado, ya sea por ampliación constructiva o porque las necesidades futuras así lo requieran; se ha establecido en cada lote un área de construcción (Tabla 2.6.2 Referencia Bibliográfica 46).

T A B L A 2.6.2.

TIPO	# DE NAVES	DIMENSIONES	AREA CONSTRUCCION.
A	8	15 x 30	450 m2.
B	22	20 x 40	800 m2.
C	16	25 x 50	1.250 m2.

Para concretar este numeral, se analizarán los datos obtenidos de la encuesta industrial, con lo que se tendrá el estado actual promedio de carga por industrial (Tabla 2.6.3 - 2.6.4.) y, luego se elaborará un cuadro de proyección. (Tabla 2.6.5.).

T A B L A 2.6.3.

CLASIFICACION INDUSTRIALES.	NUMERO DE INDUSTRIALES	TOTAL (Kw)	Kilowatios / Indus.
I ₁ < 20 Kw.	58	849	14.63
21 Kw < I ₂ < 50 K.	38	1193	31.39
I ₃ > 51 Kw.	17	1892	111.29

Los 113 abonados industriales que contribuyeron con ésta encuesta, totalizaron 3.934 Kw. de demanda máxima, cifra que equivale a establecer un promedio de 35 Kw. por industrial.

Este valor promedial nos hace ver claramente que en la ciudad de Cuenca lo que más predomina es, la pequeña y mediana industrias, lo que hace pensar que existe poco o ningún

apoyo por parte de los Gobiernos de turno, por fortalecer la industria pesada, la cual debería ser el principal puntal dentro de la economía nacional, en vista de que aquí, es donde más se generan capitales.

Relacionando la carga y la superficie tenemos a continuación la tabla 2.6.4.

T A B L A 2.6.4

TIPO	AREA DE CONSTRUCCION	DEMANDA ACTUAL	DENSIDAD ACTUAL.
A	450 m2.	14.63 Kw.	1 Kw/30.76 m2.
B	800 m2.	31.39 Kw.	1 Kw/25.49 m2.
C	1.250 m2.	111.29 Kw.	1 Kw/11.23 m2.

Partiendo de la Tabla 2.6.4. y utilizando como referencia - la ecuación de segundo orden (2.2 del numeral 2.4) para la proyección de la demanda máxima de la primera etapa del - Parque Industrial; en la Tabla 2.6.5. se sintetiza el resultado de dicha planificación y se ilustra en el gráfico 2.6.1.

T A B L A 2.6.5

TIPO	NUMERO	DEMANDA FUTURA (año 1990)	DENSIDAD FU TURA (1990)	Kw.Totales
A	8	43.62 Kw.	1 kw/10.32 m2.	349
B	22	93.58 Kw.	1 Kw/8.55 m2.	2.059
C	16	331.79 Kw.	1 Kw/3.77 m2.	5.305

Del cuadro anterior se desprende que la demanda máxima en 1.990 será 7.717 Kw., a la que se sumará la de las industrias adyacentes y el Centro Administrativo a construirse.

Analizada la Tabla 2.6.4, como dato promedial actual para nuestro medio tenemos 1 Kw/23 m2. en tanto que el standar internacional establece 1 Kw/15 m2. (referencia : Bibliografía 4).

De la proyección de demanda industrial realizada, se estima que el standar internacional se alcanzará en 1980 como se indica en el gráfico 2.6.2 , el cual determina también que en 1990 la densidad futura promedio será de 1 Kw/7.55 m2.

PROYECCION DE DEMANDA MAXIMA PARA LA PRIMERA ETAPA
DEL PARQUE INDUSTRIAL DE CUENCA

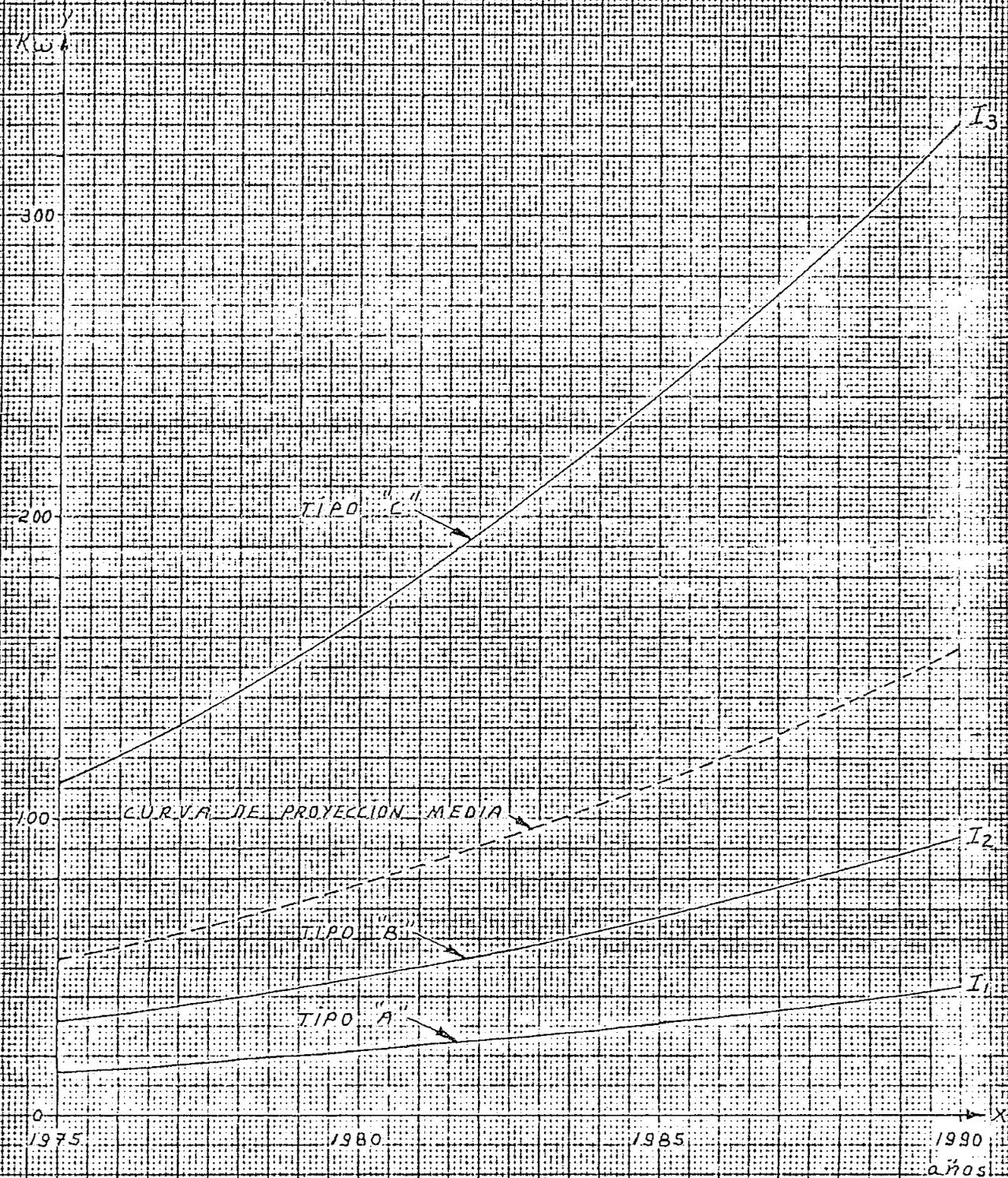
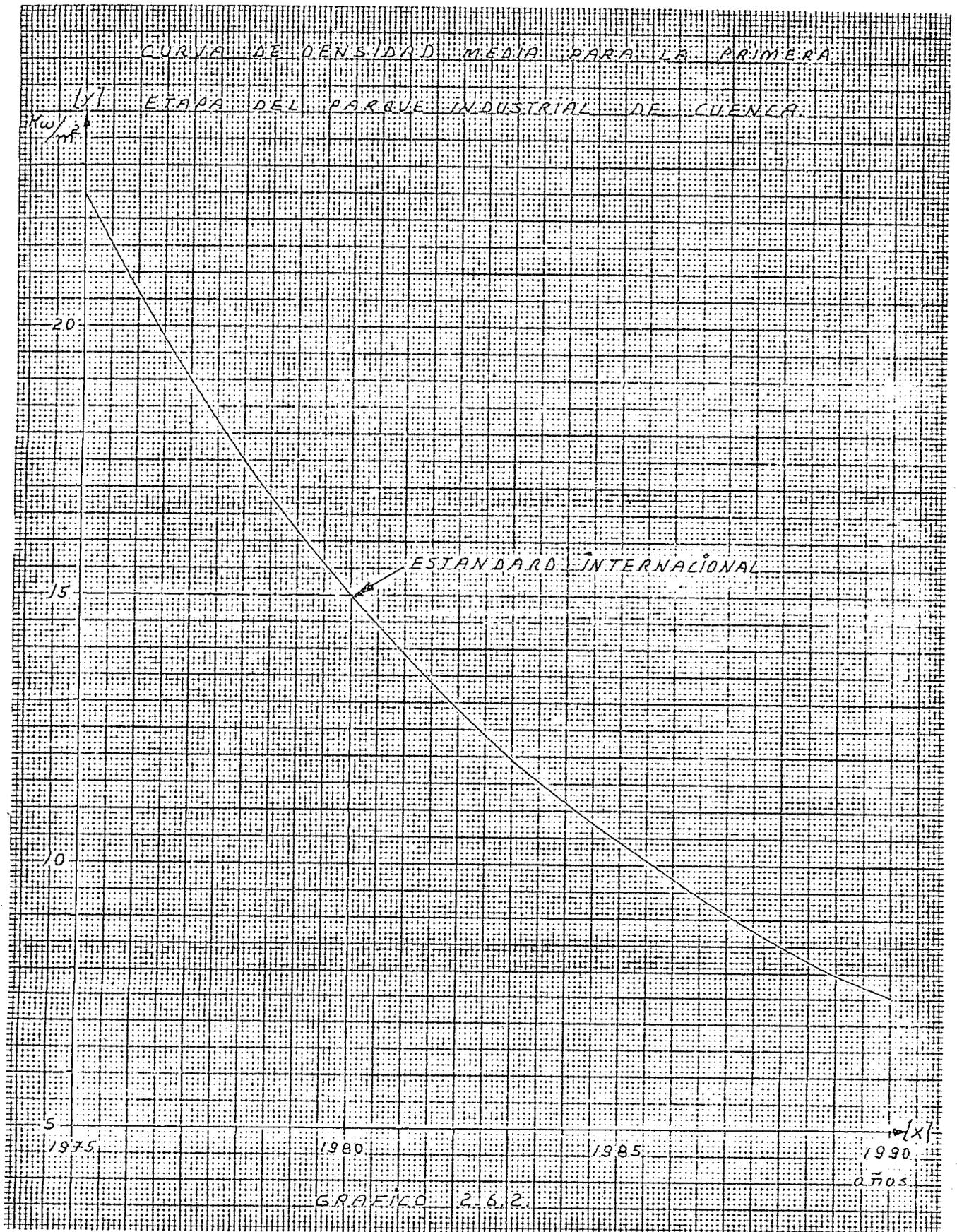


GRAFICO 2.6.1

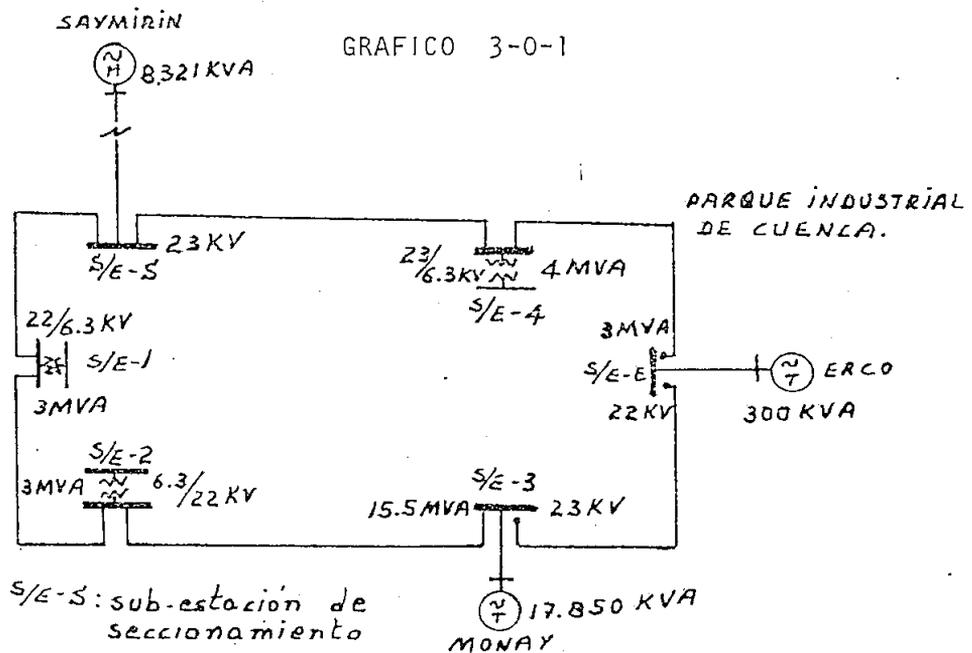


CAPITULO III

RED DE DISTRIBUCION EN EL AREA INDUSTRIAL

En general el propósito del diseño del sistema eléctrico de distribución para la primera etapa del Parque Industrial de Cuenca es, a más de cumplir con éste trabajo de tesis, completar parte del proyecto que tiene en marcha la Empresa - Eléctrica Cuenca C.A.

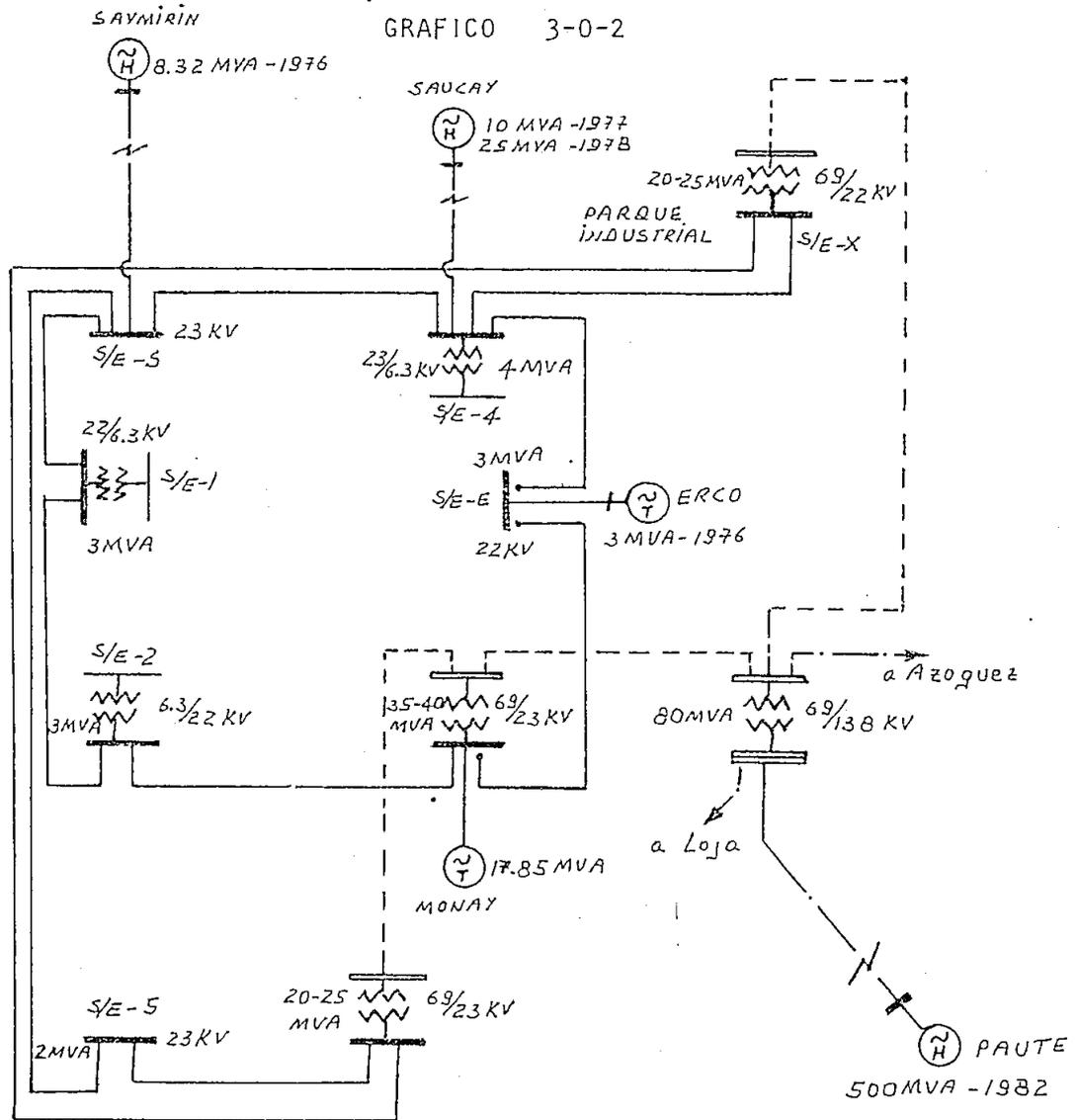
En anexos (A-3-1) se presenta el diagrama unifilar del estado actual y proyecto del sistema de sub-transmisión y distribución de la Empresa Eléctrica; sin embargo en los gráficos 3-0-1 y 3-0-2 se sintetizan respectivamente los esquemas



La Empresa Eléctrica Cuenca C.A. dentro de sus planes para el futuro, ha creído conveniente normalizar los niveles de tensión tanto para subtransmisión como para distribución y, es así que ha escogido 69 y 22 Kv. respectivamente.

Con el objeto de solucionar la gran demanda de energía que la Empresa Eléctrica Cuenca está soportando en la actualidad, cuenta con el proyecto hidro-eléctrico S'AUCA, que en su primera etapa para Julio de 1.977 generará 8 Mw. y en su segunda etapa para Diciembre de 1.978 entrará en funcionamiento con 12 Mw. además en el proyecto que INECEL tiene con relación al sistema nacional interconectado, se consideró a la S/E PAUTE 138/69 KV. con una capacidad energética de distribución de 80 MVA. y servido mediante una línea de transmisión de doble circuito que a 138 KV. estará energizada en 1982 y que proviene de una de las centrales hidro-eléctricas más grandes que INECEL se halla empeñado en construir con una potencia de generación de 500 Mw. en su primera etapa funcional.

GRAFICO 3-0-2



S/E - X SUB ESTACION PARA EL
PARQUE INDUSTRIAL

Una red de distribución, normalmente comprende:

- a) Alta Tensión
- b) Baja Tensión
- c) Transformación
- d) Acometidas
- e) Alumbrado Público

La red de alta tensión que a 22 KV. servirá al complejo industrial, será tratado con detalle en el numeral 3-1; en tanto que los literales b,c,d y e, se desarrollarán en los numerales 3.2 y Capítulo IV respectivamente.

3.1 RED DE ALTA TENSION

El diseño eléctrico del sistema primario de distribución es el resultado del análisis de los siguientes factores:

- a) Tipo de sistema
- b) Características de la carga
- c) Capacidad de Conducción
- d) Caída y Regulación de Tensión

A continuación se detallarán los literales anteriores.

a) Tipos de Sistema

- a) Varios son los tipos de sistemas primarios de distribución utilizados en nuestro medio a saber:
- a.1 Radial.- Es el tipo más simple y generalmente resulta también el de menor costo, consiste en una línea que va desde la S/E de distribución hasta los diferentes transformadores.
 - a.2 Anillo.- O también denominado lazo como su nombre lo indica el alimentador se sierra permitiendo en su recorrido las conexiones de los transformadores.
 - a.3 Malla.- Este tipo se da de preferencia cuando existen dos puntos de alimentación; las estaciones de transformación están interconectadas entre sí.
 - a.4 Derivación.- Aquí las estaciones de transformación también se encuentran interconectadas entre sí a excepción de una de ellas que por disponibilidades físicas o por no ser de mucha importancia, su servicio depende de un ramal del alimentador.

Para el caso en estudio se ha seleccionado el tipo de distribución primaria radial simple como se ilustra en el Gráfico 3-1-1 y anexos A-3-2 por las siguientes razones:

1. Características del alimentador principal

La Empresa Eléctrica Cuenca C.A. en el proyecto de expansión de redes , contempla un alimentador para éste complejo (Anexos A-3-1) , cuyas condiciones descartan la posibilidad de diseño de otro tipo de distribución primaria ya sea anillo, mallado o derivación .

2. Disposición física de las Cargas

La ubicación de las cargas ha sido también otra de las razones por la que no se ha escogido otro tipo de distribución que no sea el radial simple.

3. Facilidad constructiva y de protección

Analizados los tipos de distribución se observó que el que más ventajas ofrecía en estos aspectos era el radial simple.

4. Flexibilidad para futuras ampliaciones

El tipo radial simple seleccionado es el que mejores posibilidades de expansiones de servicio ofrece, con relación al anillo, malla y derivación.

5. Economía en el Costo

Dada la configuración que ofrece éste tipo de sistema de distribución, lógicamente su costo es bajo -

con relación a los otros

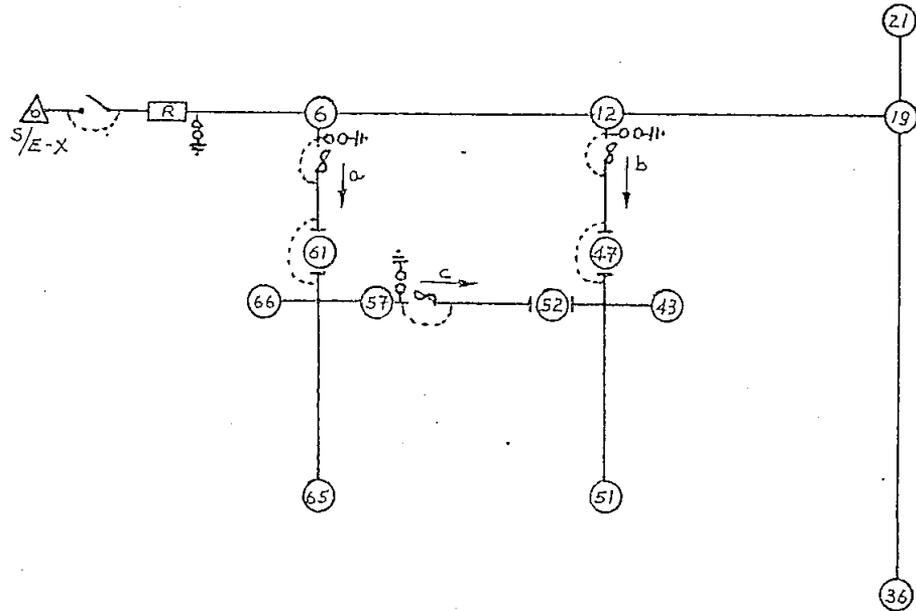


GRAFICO 3-1-1

b) Características de la Carga

La red se diseñará para condiciones de máxima carga y, por ser usuarios industriales que generalmente utilizarán motores donde normalmente el factor de potencia es 0.8 inductivo; para el caso en estudio, se asumirá en cálculos posteriores éste factor.

c) Capacidad de Conducción

Para la selección del conductor a utilizarse, se ha

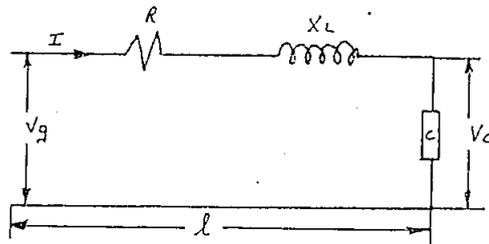
tomado como referencia la Tabla 3 de appendix del Libro "Distribution Systems" de la Westinghouse (Bibliografía 15) que establece una corriente nominal aproximadamente del 75% de su capacidad de conducción, con una elevación de temperatura de hasta 50°C.

d) Caída y Regulación de Tensión

Con respecto a la caída y regulación de tensión, los valores obtenidos en los puntos más críticos no deberán superar el 4% según los establece Normas EEI- NEMA, Reporte 3, Página 250 del Libro "Distribution Systems", de la Westinghouse (Bibliografía 15).

Dado a que el cálculo para el diseño eléctrico de esta red implica el conocimiento de ciertas fórmulas y procedimientos, a continuación se detallará parte de ello.

Tomando en cuenta el nivel de la tensión (22 KV) y la longitud de la red primaria (2 KM), se puede considerar como una línea corta, cuyo circuito equivalente y diagrama vectorial son los indicados en el Gráfico 3-1-2.



CIRCUITO EQUIVALENTE DE LINEA

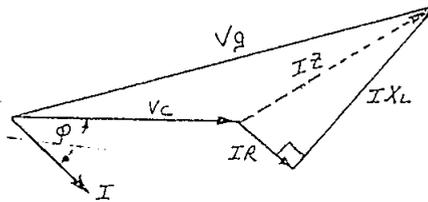


DIAGRAMA VECTORIAL DEL CIRCUITO EQUIVALENTE

GRAFICO 3-1-2

en donde:

V_g = Voltaje de alimentación en voltios

V_c = Voltaje de carga en voltios

R = Resistencia total del circuito en Ohms

X_L = Reactancia inductiva total del circuito en Ohms

I = Corriente en amperios

ϕ = Angulos correspondiente al factor de potencia -
en la carga.

Z = Impedancia total del circuito en Ohms

Haciendo uso de números complejos:

$$Z = R + jX$$

$$I = I \cos \varphi - j I \sin \varphi$$

Luego

$$ZI = (R + jX) (I \cos \varphi - j I \sin \varphi) \quad (3-1-1)$$

del diagrama vectorial tenemos:

$$\vec{V}_g = \vec{V}_c + Z\vec{I} \quad (3-1-2)$$

Reemplazando (3.1.1) en (3.1.2) y tomando en cuenta que -

$$\vec{V}_g - \vec{V}_c \text{ representa la caída de tensión en la línea.}$$
$$AV = (R + jX) I (\cos \varphi - j \sin \varphi) \quad (3.1.3)$$

en porcentaje, la regulación de la línea se calcula a partir de:

$$\text{Regulación} = \frac{AV}{V_c} \times 100\% \quad (3.1.4)$$

en tanto que para calcular las pérdidas se hará uso de la ecuación:

$$P = I^2 R. \quad (3.1.5)$$

El método de cálculo a utilizarse para la determinación de regulación y pérdidas será el de "caída unitaria de voltaje", el cual se presenta bastante flexible y el error en los resultados es prácticamente despreciable.

El Procedimiento para el cálculo de caída de voltaje y -

pérdidas, será como sigue:

1. Determinación de las cargas de las naves industriales. (Este numeral ha sido tratado ampliamente en el Capítulo anterior, cuyos resultados se sintetizan en la Tabla 2.6.5).

El diseño de la red que se ha estimado para 15 años ha sido en base a las capacidades futuras que en unidades de transformación tendrán las industrias como se indica en la tabla 3-1-1.

TABLA 3-1-1

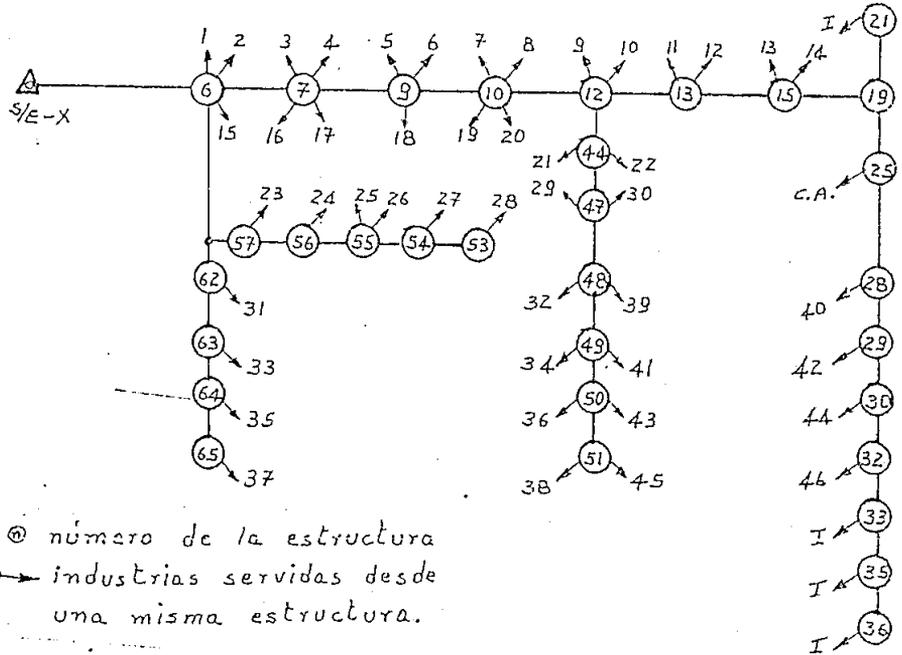
TIPO	DEMANDA CALCULADA	CAPACIDAD STANDART
A	55 KVA.	50 KVA.
B	117 KVA.	100 KVA.
C	415 KVA.	400 KVA.

Hay que aclarar que la columna de la demanda calculada en KVA. de la Tabla 3-1-1 equivale a la columna de demanda futura en Kw. de la Tabla 2-6-5) por el factor de potencia 0.8 asumido.

2. Agrupación de Cargas en las Estructuras

Tomando en cuenta la ubicación de las estructuras y

y la disposición física de las naves, éstas han sido agrupadas como se ilustra en el Gráfico 3-1-3.



⊙ número de la estructura
 → industrias servidas desde una misma estructura.

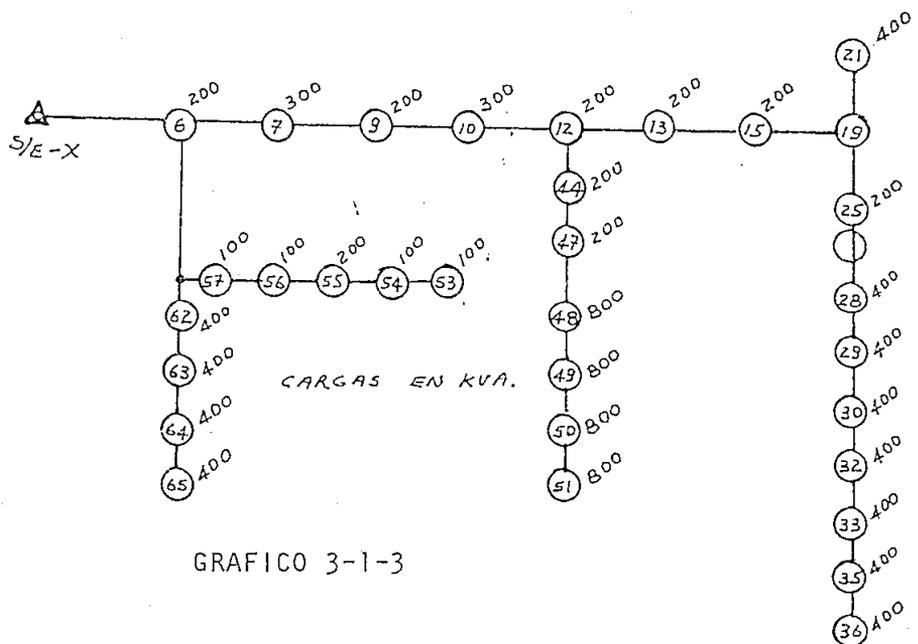


GRAFICO 3-1-3

3. Asignación tentativa de calibres a las líneas

Hecho lo anterior, estimativamente se asignaron calibres a las líneas, tratando de encontrar el conductor que cumpla con las condiciones (Factores) de diseño como se ilustra en la Tabla 3-1-2

	Circular Mils ó AWG.	CAPACIDAD DE CONDUCCION			CAIDA DE TENSION
		Requerido	Max del Conductor	Comentario	
LINEA PRINCIP.	4	284 A	140 A	No adecuado	4%
	2	284 A	180 A	No adecuado	3%
	1/0	284 A	230 A	No adecuado	2%
	3/0	284 A	300 A	Válido	Válido
RAMALES	6	95 A	100 A	No adecuado	1%
	4	95 A	140 A	Válido	Válido

TABLA 3.1.2

En el diseño se utilizaron dos calibres de conductores, el uno para la línea principal (0-19) que conducirá la mayor parte de corriente y, el otro para los ramales laterales como se indica en el gráfico 3.1.4.

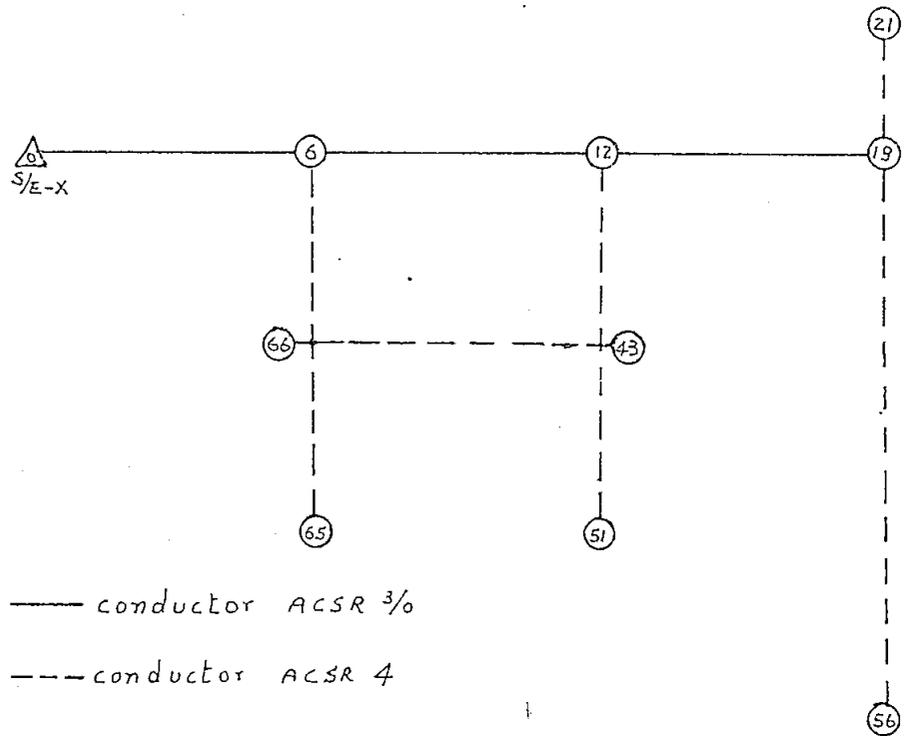


GRAFICO 3.1.4

4. Diseño detallado de la línea

Seleccionados los calibres de las líneas se procederá

al cálculo en detalle de los parámetros que constan en la Tabla 3.1.3

Los valores de las columnas I y columnas M que corresponden a caída unitaria de voltaje y constante de pérdidas fueron tomados de la Tabla 1 Pág. 85 (Bibliografía 42) para conductores ACSR con un factor de potencia de 0.8 ; sin embargo, la caída de tensión y pérdidas de potencia se obtiene aplicando las fórmulas 3.1.3 y 3. 1.5 en su orden.

TABLA 3.1.3

S/E Nº	CALIBRE DEL CONDUCTOR	DISTANCIA EN CIENTOS DE METROS		KVA EN PUNTO DE CARGA	SUB TOTAL ULTIMO PUNTO DE CARGA		C x G. AMPS 100 METROS
		ENTRE PUN- TOS DE CARGA	DESDE S/E		KVA	AMPS	
		A	B	C	D	E	F
0-6	ACSR 3/0	10	10	2400	10800	284	2838
6-7	"	0.53	10.53	300	8400	221	117
7-9	"	0.53	11.06	200	8100	212	113
9-10	"	0.53	11.59	300	7900	208	110
10-12	"	0.53	12.12	3800	7600	200	106
12-13	"	0.54	12.66	200	3800	100	54
13-15	"	0.54	13.20	200	3600	95	51
15-19	"	1.34	14.54	3400	3400	89	120
6-61	ACSR 4	1.62	11.62	2200	2200	58	94
61-62	"	0.38	12.00	400	1600	42	16
62-63	"	0.40	12.40	400	1200	32	13
63-64	"	0.40	12.60	400	800	21	8
64-65	"	0.40	13.20	400	400	11	4
61-57	ACSR 4	0.20	11.82	100	600	16	3
57-56	"	0.40	12.22	100	500	13	5
56-55	"	0.40	12.62	200	400	11	4
55-54	"	0.40	13.02	100	200	5	2
54-53	"	0.40	13.42	100	100	3	1
12-44	ACSR 4	0.41	12.53	200	3600	95	39
44-47	"	1.23	13.76	200	3400	89	110
47-48	"	0.41	14.17	800	3200	84	34
48-49	"	0.41	14.58	800	2400	63	26
49-50	"	0.41	14.99	800	1600	42	17
50-51	"	0.41	15.40	800	800	21	9
19-21	ACSR 4	1.03	15.57	400	400	11	11
19-25	"	1.03	15.57	200	3000	79	81
25-28	"	1.03	16.60	400	2800	74	76
28-29	"	0.50	17.10	400	2400	63	32
29-30	"	0.53	17.60	400	2000	53	28
30-32	"	0.53	18.13	400	1600	42	22
32-33	"	0.53	18.66	400	1200	32	17
33-35	"	0.53	19.19	400	800	21	11
35-36	"	0.53	19.72	400	400	11	6

S/E Nº	CAIDA UNITARIA DE VOLTAJE	H x I CAIDA DE TEN- SIÓN EN [V]	VOLTAJE EN PUNTO DE CARGA	%/ DE REGULACION		CONSTANTE DE PERDIDAS	$(\frac{G \times J \times M}{1000})$ PERDIDAS EN [KW]	
				L			N	
				P	T		P	T
0 - 6	0.0948	269	21731	1.24		1.09	83.27	
6 - 7	0.0948	11	21720	0.05		1.09	2.65	
7 - 9	"	11	21709	0.05		1.09	2.54	
9 -10	"	10	21699	0.05		1.09	2.27	
10-12	"	10	21689	0.05	1.44	1.09	2.18	92.91
12-13	"	5	21684	0.02		1.09	0.55	
13-15	"	5	21679	0.02		1.09	0.52	
15-19	"	11	21668	0.05	1.53	1.09	1.07	95.05
6-61	0.2445	23	21708	0.11	1.35	1.73	2.31	85.58
61-62	"	4	21704	0.02		1.73	0.29	
62-63	"	3	21701	0.01		1.73	0.17	
63-64	"	2	21699	0.01		1.73	0.07	
64-65	"	1	21689	-.-	1.39	1.73	0.02	88.44
61.51	0.2445	1	21707	0.01		1.73	0.03	
57-56	"	1	21706	-.-		1.73	0.02	
56-55	"	1	21705	-.-		1.73	0.02	
55-54	"	1	21704	-.-		1.73	0.01	
54-53	"	-	21704	-.-	1.36	1.73	0.01	85.67
12-44	0.2445	9	21680	0.04		1.73	1.48	
44-47	"	27	21653	0.12		1.73	4.16	
47-48	"	8	21645	0.04		1.73	1.16	
48-49	"	6	21639	0.03		1.73	0.65	
49-50	"	4	21635	0.02		1.73	0.12	
50-51	"	2	21633	0.01	1.70	1.73	0.03	100.51
19-21	0.2445	3	21655	0.01	1.54	1.73	0.06	95.11
19-25	"	20	21648	0.09		1.73	2.73	
25-28	"	19	21269	0.09		1.73	2.43	
28-29	"	8	21621	0.04		1.73	0.87;	
29-30	"	7	21614	0.03		1.73	0.64	
30-32	"	5	21609	0.02		1.73	0.36	
32-33	"	4	21605	0.02		1.73	0.22	
33-35	"	3	21602	0.01		1.73	0.11	
35-36	"	1	21601	0.01	1.84	1.73	0.02	102.43

P= Valores Parciales
T= Valores Totales.

El porcentaje de pérdidas de la red primaria es alrededor del 1.5% lo cual representa un valor bastante bajo.

Las protecciones del sistema primario de distribución serán diseñadas como se ilustra en el gráfico 3.1.1 En caso de falla en uno de los ramales; dentro del diseño de la red, se contemplan terminales los cuales pueden ser puenteados que evitarán cortes prolongados de energía.

Analizando el tipo de fallas que podrían presentarse tenemos dos clases.

1. Transitorias: Aquellas que pueden auto-despejarse, - estudios realizados establecen o % en redes subterráneas y de 70 a 80% en líneas aéreas.
- 2¹ Permanentes: Si persiste el corto circuito, en redes subterráneas, se dan un 100%.

En virtud del alto porcentaje de fallas de orden transitorio, la técnica aconseja el uso de reconectores. Para el presente caso, la línea principal será controlada mediante un reconector del tipo S WV. en tanto que en los ramales a, b, y c. se usarán seccionadores fusibles monopolares del tipo LMO abierto, los cuales conjuntamente con pararrayos se ubicarán

en las estructuras de derivación (Referencia Bibliográfica 43).

Más observaciones de la red primaria serán tomadas en cuenta en la memoria descriptiva, numeral 3.3. de este Capítulo.

3.2 RED DE BAJA TENSION

Dada la carga considerable que en el futuro representa cada industria (referencia: Tabla 3-1-1) y en virtud de ciertas normas vigentes en las Empresas Eléctricas (Empresa Eléctrica Cuenca C.A.) que establece que todo abonado que supera los 30 KVA. en capacidad de transformación deberá disponer de transformador propio, el diseño de una red secundaria general de distribución no se justificó; por lo que cada industria estará servida directamente y al mismo nivel de tensión de 22 KV. desde las estructuras del sistema primario.

Este tipo de servicio condiciona a su vez a que en cada industria se prevea el diseño de la acometida y cámara de transformación.

Acometidas : Respecto a ésto, las acometidas deben realizarse de dos formas, según el caso y, la facilidad constructiva que se presentare.

- a) Terminales Tripolares individuales en la estructura

cuando máximo sean dos las acometidas que partan de la misma estructura.

- b) Uno o dos alimentadores tripolares comunes provistos del terminal respectivo, que partiendo de la red primaria llegarán a la base de la estructura y, luego de un paso de distribución irán a cada industria; cuando sean más de dos acometidas desde una misma estructura.

Transformación: El diseño de la Cámara de Transformación es cuestión de cada abonado; aquí se tratará del equipamiento de aparatos de transformación para las industrias, planteándose para ello tres alternativas:

1. Una inversión inicial que contempla la capacidad total futura asumida para los 15 años.
2. Equipamiento parcial en dos períodos
3. Equipamiento parcial en tres períodos.

An alizados los costos de inversión actual y futuro evaluados en valor presente, la tercera alternativa ofrece más ventajas que la segunda y, ésta a su vez que la primera.

Por lo anteriormente comentado, el equipamiento en

unidades de transformación para las industrias se lo hará cada quinquenio, cuya capacidad estandar será la más cercana a 1/3 de la capacidad futura establecida (Tabla 3-1-1).

3.3 MEMORIA DESCRIPTIVA

La energía eléctrica para el Parque Industrial se tomará desde la S/E - x Anexos (A-3-1), la cual con una potencia de distribución de 25 MVA contempla un alimentador a 22 KV de tensión para servicio exclusivo de éste complejo industrial.

El ingreso de la línea de alimentación trifásico será por la calle No. 1 Anexos (A-3-2), de sur-este nor-oeste.

Las estructuras que se utilizarán en el sistema primario de distribución serán del tipo P; RR y P-RC., como se ilustra en anexos A-3-3, 4, 5 respectivamente, según lo establece las normas para distribución de INECEL (Referencia Bibliográfica 17).

En las estructuras 2 y 3 del tipo P que es donde la línea hace ángulo se usarán perno espiga (PIN) de 130 Kg. La herrajería de las estructuras 21, 36, 43, 51, 65, y 66 del tipo RR no son completas en razón de ser terminales de línea.

Como vano medio, se ha tomado para las calles anchas

53 m. y para las otras 41 m.; los elementos de apoyo de las líneas serán postes de hormigón centrifugado de 12 m. con resistencia a la rotura de 600 kg.; el espaciamiento asumido entre las estructuras a la vez que está dentro de las normas que establece INECEL, contribuyen a facilitar las acometidas e inclusive algunas servirán como parte de la red de alumbrado público.

Los tensores a tierra se utilizarán en los terminales extremos de las líneas, donde estas hagan ángulo y en las derivaciones, para el efecto se usará cable de acero galvanizado de 3/8" de diámetro con aisladores tipo retención, bloque de anclaje y mas accesorios que juntamente con el resto de materiales se describe en Anexos (A-3-6).

Las acometidas a las industrias serán subterráneas y se hará con cable tripolar con aislamiento de PVC reticulado, la sección será calculada en base a la carga máxima a instalarse; para acometidas de recorridos grandes, cada 15 m. se exigirá pozos de revisión.

Los transformadores de potencia serán trifásicos con tipo de conexión ΔY , con neutro a tierra; protegidos en alta y baja tensión, autorefrigerados, sumergidos en aceite, diseñados para trabajo continuo, interior a 2.600 m.s.n.m con taps 2 x 2.5% del voltaje nominal

en alta tensión.

Dentro del diseño de la Cámara de Transformación se deberá contemplar un sistema de puesta a tierra de protección y servicio, de acuerdo a normas y especificaciones de las Empresa Eléctrica; la construcción se lo realizará luego de la aprobación respectiva.

La medición de energía se hará en alta tensión, necesitando para ello transformadores de voltaje y corriente.

3.4 CARACTERISTICAS QUE DEBERA CUMPLIR ESTA RED

Dado a que las industrias a instalarse en el Parque Industrial, representan una carga preferencial dentro de las usuarios que la Empresa Eléctrica. Cuenca C.A. tiene como proveedora de potencial energético - esta debe tomar las medidas pertinentes más adecuadas de tal forma que el suministro de energía tenga la continuidad que el caso requiere.

Como CARACTERISTICAS, constructivamente ésta red deberá cumplir con las normas de diseño que se imparten en éste estudio, especialmente en lo que se refiere a:

1. Tipo y calibre de conductores seleccionados.
2. Terminales de línea que pueden ser puenteados.
3. Estructuras a emplearse.

4. Protecciones recomendadas para la línea principal y los ramales.
5. Acometidas que a 22 KV. servirán directamente a las industrias.
6. Equipamiento en unidades de transformación cada quinquenio que es la alternativa que más ventajas ofrece.
7. Protecciones en alta y baja tensión de los transformadores de servicio.
8. Cámaras de Transformación que garanticen el normal funcionamiento de las industrias.

Debe a que no es del alcance de esta tesis a continuación se presentan RECOMENDACIONES, que con los estudios integrales del Parque se deberán realizar.

1. Regulación del voltaje del sistema.
2. Instalación de Condensadores en las redes, para compensar variaciones rápidas de tensión, debido al empleo de aparatos de arco como: hornos, soldadoras, etc.
3. Empleo de capacitores de potencia, en alta tensión baja tensión o junto a las máquinas, previo un análisis de factibilidad técnico-económico.
4. Control del factor potencia
5. Potencia reactiva requerida para el Parque Industrial.

C A P I T U L O I V

ESTUDIO COMPARATIVO PARA ILUMINACION PUBLICA

El presente capítulo tiene por objeto investigar el método -
adecuado para el cálculo de iluminación, para lo que previa-
mente se hará especial mención en algunos temas teóricos, -
como:

- Información general sobre las luminarias
- Descripción y,
- Características, en vista de que este tema, poco o -
ningún interés ha revestido hasta la actualidad.

Entre los objetivos, tenemos:

- Proporcionar la iluminación necesaria en calzadas y
calles para obtener la máxima seguridad del tránsito
tanto vehicular como peatonal, tratando de reducir
al mínimo, problemas de deslumbramiento y agotamien
to visual.
- Resaltar aspectos cívicos, turísticos, comerciales
e industriales de ciudades.

Este último aspecto reviste especial interés, ya que una -
buena iluminación pública contribuye enormemente al desa-
rrollo turístico y comercial aunque lo estético representa
mayores costos.

Abordar el tema de iluminación implica también tener en cuenta ciertos conceptos básicos, de ahí la razón para dar alguna información al respecto.

Las radiaciones que emite un manantial luminoso son trenes de ondas electromagnéticas que se propagan en el espacio - a la velocidad de 300.000 km/seg. pero no todas visibles - al ojo humano. (Gráfico 4.0.1).

$$V = \lambda \times f. \quad (4.1)$$

Donde:

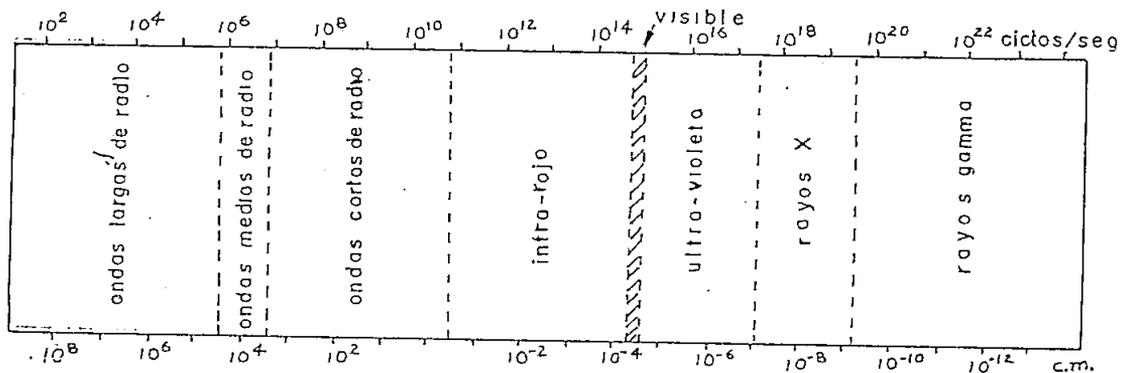
V = Velocidad de la onda electromagnética

λ = Longitud de la onda electromagnética

f = Frecuencia de la onda electromagnética

Para el caso de la corriente eléctrica:

$$\lambda = \frac{V}{F} = \frac{300.000 \text{ km/seg.}}{60 \text{ Hz/seg.}} = 5.000 \text{ (km.)}$$



ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

GRAFICO 4.0.1

Las radiaciones visibles u ondas electromagnéticas capaces de producir sensaciones visuales al ojo humano ocupan un ancho de banda comprendido entre los 3.800 a 7.600 Å (1 Angstrom = millonésima parte del milímetro). *Gráfico 4.0.2*

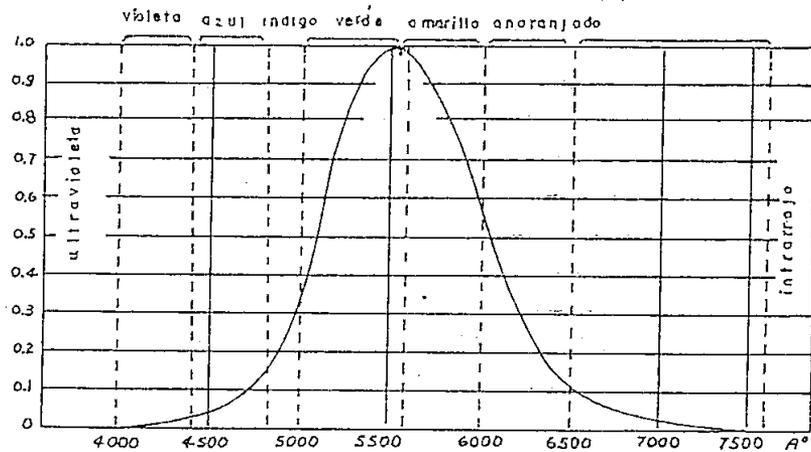


GRAFICO 4.0.2

CURVAS DE SENSIBILIDAD DEL OJO
O DE VISIBILIDAD RELATIVA

Dentro de las técnicas de iluminación pública, muchas son las normas que al respecto se han dictado, de entre tantas se enunciarán algunas, no siempre todas se cumplen, y ya que se supeditan a disponibilidades económicas y financieras; pero si deben ser tomadas en cuenta en su mayoría tratando al máximo obtener una iluminación buena y uniforme.

- La intensidad de la iluminación o iluminamiento debe

cumplir por lo menos con el nivel mínimo aconsejable en el plano de utilización o trabajo, que para el caso de calles se considera entre 1.20 y 1.50 m sobre el suelo y, será de 0.5 a 10 luxes según la importancia de la calle o parqueamiento.

- Tomar en cuenta una justa proporción entre la luz que los objetos reciben directamente de la fuente y como resultado de la reflexión de aceras, calzadas, o paredes provenientes de la misma u otras lámparas contiguas, aunque sea mínima.
- El punto menos iluminado en una calzada no será inferior al 1/3 del más iluminado por lo cual se requiere gran preocupación por una uniformidad de la luz.
- Evitar al máximo el fenómeno de deslumbramiento (disminución de la sensibilidad debido a la presencia en el campo visual de zonas de brillantez mucho mayor que la brillantez normal.)

A veces se considera así mismo, como la disminución de la sensibilidad debido a la imprevista presencia de un campo de débil intensidad luminosa que fatiga a la vista, la cansa excesivamente y con el tiempo da lugar a efectos deletéreos sobre la facultad visual y sobre el sistema nervioso en general.

Para disminuir el brillo excesivo del manantial luminoso,

caudal principal de deslumbramiento; se protege con un buen difusor y, también hasta cierta potencia se usan lámparas de vidrio lechoso o esmerilado con las que se obtiene aproximadamente el mismo efecto.

Así como existen normas que determinan técnicas para el alumbrado público, también se han establecido algunos factores que rigen niveles de iluminación, como son: tráfico de vehículos, de peatones por calles, reflexión de calzadas, etc., -pero en vista de la diversidad de tablas que al respecto han publicado organismos o entidades como la American Standar Association, ASA, Illuminating Engineering Society, IES, American Standar Practice for Street and Higway Lighting, Fábrica Electrónica JOSA S.A., Código Eléctrico Ecuatoriano C.E.E., entre otras y, dadas a que ciertas informaciones como en el caso de velocidad y número de vehículos o peatones por hora que transitan por las calles y sus proyecciones resultan a veces falsas o difíciles de predecir, me limitaré a transcribir una tabla editada por JOSA S.A., la misma que analizada determinará el nivel de iluminación más aconsejable para el alumbrado público del complejo industrial en estudio ; Cabe recalcar que todo tipo de estudios al menos en nuestro medio se basa en las disponibilidades económicas financieras de la Empresa o Institución a cuyo cargo está cualquier proyecto.

NIVEL Y FACTOR DE UNIFORMIDAD DE ILUMINACION

TIPO DE VIA	Valores Mínicos		Valores Normales	
	Ilumina - ción me - dia (lux)	Factor de uniformi- dad.	Ilumina - ción me - dia (lux)	Factor de uniformi- dad.
Carreteras de las redes básicas o afluentes.	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración, continuación de las redes básicas o afluentes.	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración, continuación de carreteras de las redes locales o vecinales.	7	0.20	10	0.25
Vías industriales	4	0.15	7	0.20
Vías Comerciales de lujo con tráfico rodado.	15	0.25	22	0.30
Vías comerciales con tráfico rodado en general.	7	0.20	15	0.25
Vías Comerciales sin tráfico rodado.	4	0.15	10	0.25
Vías residenciales con tráfico rodado.	7	0.15	10	0.25
Vías residenciales con poco tráfico rodado.	4	0.15	7	0.25
Grandes plazas	15	0.25	20	0.30
Plazas en general	7	0.20	10	0.25
Paseos	10	0.25	15	0.25

Factor de uniformidad es la relación entre el valor mínimo y el máximo del nivel de iluminación.

4.1 ILUMINACION CON DIFERENTES TIPOS DE LUMINARIAS

El escoger una luminaria para alumbrado público requiere sinó tener conocimientos estadísticos y técnicos avanzados, al menos cumplir con elementales principios luminotécnicos para hacer de un proyecto una realidad que contribuya inclusive al ornato y embellecimiento de una ciudad.

Las luminarias de acuerdo a la distribución del flujo luminoso e intensidad luminosas se clasifican en:

a. Luminarias de distribución Simétrica

La clasificación se fundamenta en relación con el eje de luminaria y con la distribución espacial de las intensidades luminosas, en este caso el flujo luminoso se reparte simétricamente al eje, y se puede representar por medio de una sola curva fotométrica. (Gráfico 4.1.1.a).

b. Luminarias de distribución asimétrica

Tomando en cuenta lo anterior, el flujo no se distribuye simétricamente al eje, y la distribución espacial de las intensidades luminosas se lo hace con diversos planos característicos. (Gráfico 4.1.1.b)

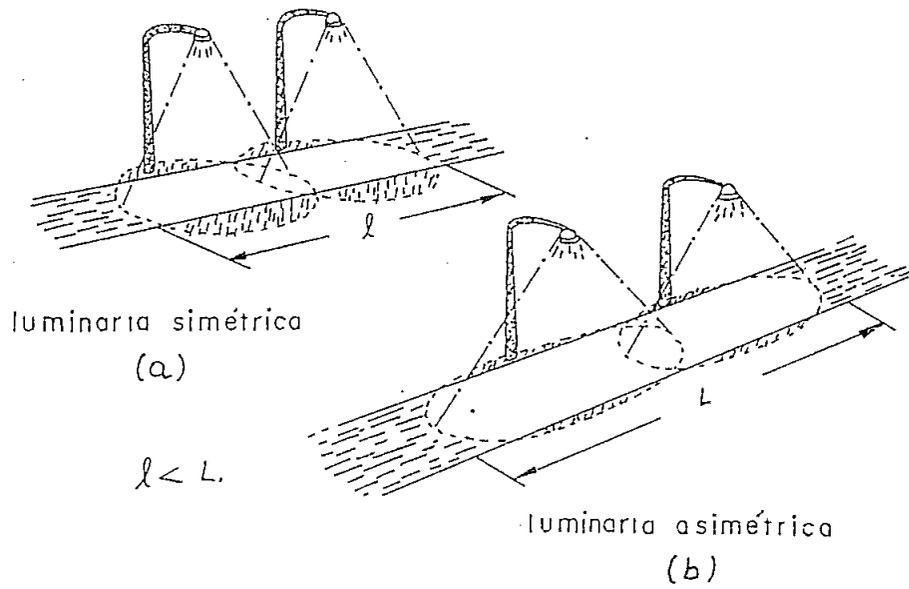


GRAFICO 4.1.1

A su vez los dos tipos anteriores de luminarias según se dirija el flujo luminoso emitido se subdividen en: (Ilustración Tabla 4.1.1).

TABLA 4.1.1

DENOMINACION	PROYECCION (%)	
	Inferior	Superior
1. Luminarias de radiación directa	90-100	0-10
2. Luminarias de radiación semidirecta.	60- 90	10-40
3. Luminarias de radiación directa indirecta y general difusa.	40- 60	40-60
4. Luminarias de radiación semi-indirecta.	10- 40	60-90
5. Luminarias de radiación indirecta.	0-10	90-100

También dentro de las luminarias de radiación indirecta existe otra clasificación en función del ángulo cónico bajo el cual se radia el 50% del flujo luminoso total. (Ilustración Tabla 4.1.2)

TABLA 4.1.2

DENOMINACION	ANGULO CONICO DE ABERTURA (%)
- Intensiva ,	0-60
- Semi-intensiva	60-80
- Dispersora	80-100
- Semiextensiva	100-120
- Extensiva	120-140
- Hiperextensiva	140-180

Para alumbrado público de preferencia se escogen las luminarias de distribución asimétrica del flujo luminoso, como se indica en el Gráfico 4.1.2, en razón de la disposición de la postería y por las condiciones físicas de la calle cuya zona a iluminarse serán por lo general más largas que anchas y, - lo que se trata es de aprovechar al máximo el flujo luminoso proveniente de la luminaria, lo cual incidirá inclusive a tener un coeficiente de utilización más alto que el caso simétrico.

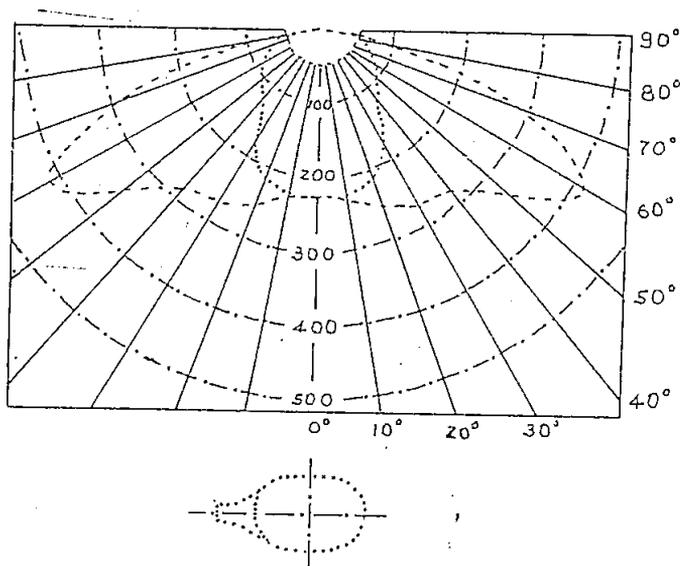


GRAFICO 4.1.2

CURVAS FOTOMETRICAS O DE INTENSIDADES LUMINOSAS
DE UNA LUMINARIA DE DISTRIBUCION ASIMETRICA PA-
RA ALUMBRADO PUBLICO

Según la Comisión Internacional de iluminación C.I.E. las

luminarias asimétricas utilizadas en alumbrado público han sido clasificadas en tres categorías que se conocen por las denominaciones inglesas "CUT-OFF", SEMI CUT-OFF" y NON CUT-OFF".

a) Luminaria "Cut-Off" o de haz recortado

Este tipo de luminarias distribuyen los rayos luminosos tan sólo con un ángulo de 75° que forman entre el centro de la luminaria y la perpendicular a la calzada.

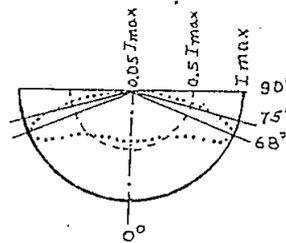


GRAFICO 4.1.3
LUMINARIA CUT-OFF

b) Luminaria "Semi Cut-Off" ó de haz semi-recortada

Estas luminarias suprimen prácticamente los rayos luminosos que forman con el eje de la luminaria (perpendicular al plano de la calzada), un ángulo superior a 80° u 85° .

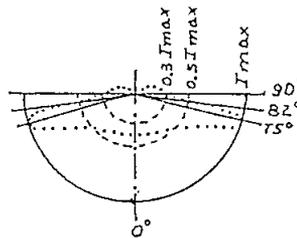


GRAFICO 4.1.4
LUMINARIA SEMI CUT- OFF

c. Luminaria "Non Cut-Off" o de haz no recortado

Son luminarias que prácticamente no suprimen los rayos luminosos emitidos por debajo del plano horizontal que pasa por su centro geométrico. En la dirección que forman un ángulo de 85° con su eje vertical, la intensidad luminosa alcanza todavía un valor del $1/3$ a $1/2$ de la intensidad máxima.

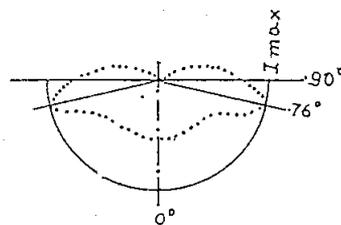


GRAFICO 4.1.5
LUMINARIA NON- CUT - OFF

Existen gran variedad de lámparas utilizadas en alumbrado público.

1. Incandescentes:
 - a. Standar
 - b. Con reflector
 - c. Halogenadas

2. Fluorescentes:
 - a. Fluorescentes

3. Descarga en gas:
 - a. Vapor de mercurio
 - b. Vapor de sodio

Además existe una combinación entre las dos primeras que son las lámparas de luz mezcla y, las de vapor - de mercurio color corregido, el resultado de la segunda y de la tercera.

Las lámparas más frecuentemente utilizadas en la actualidad son las de vapor de mercurio color corregido, vapor de sodio y luz mezcla. La instalación de lámparas incandescentes y fluorescentes en nuestros tiempos han ido disminuyendo en razón de la baja eficiencia lumínica, vida media corta (Gráfico 4.1.6) - por efectos de su estructura física en donde el filamento del cual están constituidos que se deteriora rápidamente, como producto del paso de la corriente eléctrica a pesar de usar wolframio donde su punto de fusión es de aproximadamente 3.350°C , además elevado

consumo de wattios a igual eficiencia de las primeras, a su vez las fluorescentes también su vida media es baja, su potencia limitada y, son muy sensibles a las bajas temperaturas y corrientes de aire insidentes. (Gráfico 4.1.7).

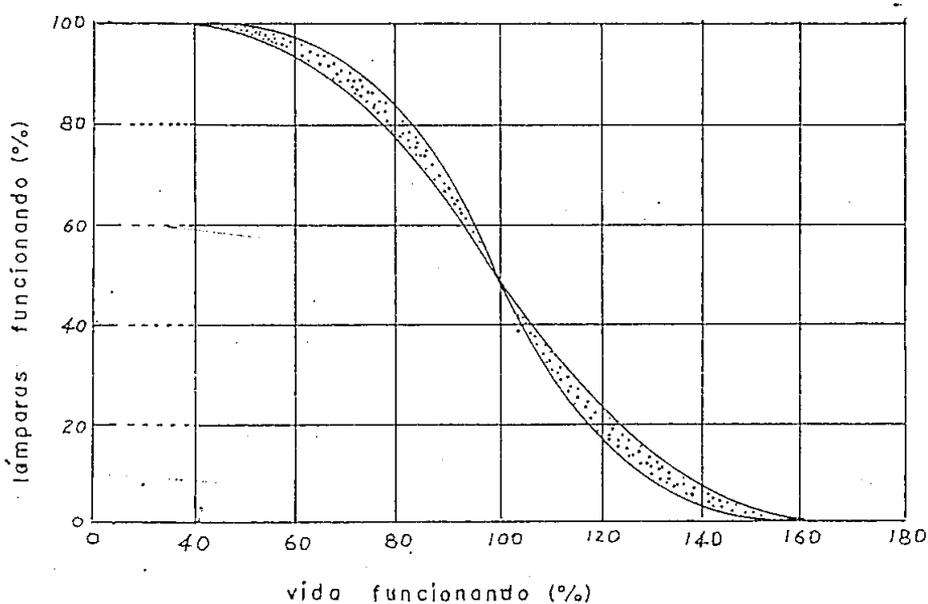
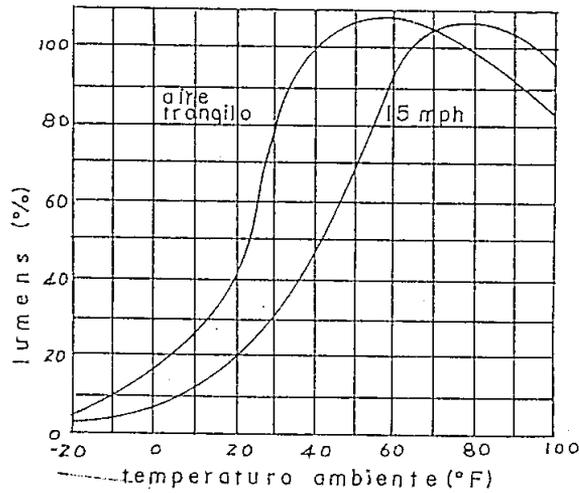


GRAFICO 4.1.6

CURVAS TÍPICAS DE MORTALIDAD DE LAS
LAMPARAS INCANDESCENTES.

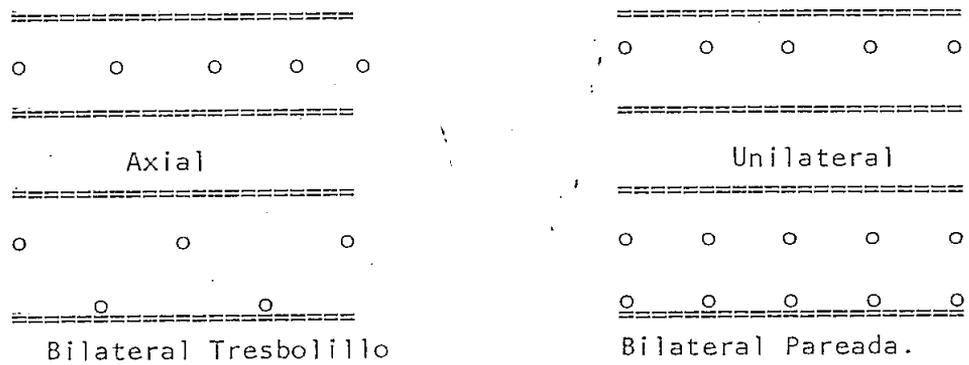


LUZ DE SALIDA VS. TEMPERATURA

LAMPARA FLUORESCENTE

GRAFICO 4.1.7

Dentro del diseño eléctrico para el alumbrado público se debe considerar la disposición de las luminarias a lo largo de una calle; se establecen cuatro formas, que son:



DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS EN ALUMBRADO PUBLICO.

GRAFICO 4.1.8

Una vez establecida la disposición de los puntos de luz; un nivel de iluminación correcto y uniforme está determinado por el espaciamiento y altura de las luminarias, a manera de información se transcribirán dos tablas de JOSA S.A.

$$\text{RELACION} = \frac{\text{Altura del punto de luz}}{\text{Anchura de la calzada.}}$$

TABLA 4.1.3

TIPO DE DISPOSICION	MINIMO	RECOMENDADO
- Unilateral	0.85	1
- Bilateral al tresbolillo	1/2	2/3
- Bilateral pareado	1/3	1/2

$$\text{RELACION} = \frac{\text{Separación de puntos de luz}}{\text{Altura del punto de luz}}$$

TABLA 4.1.4

ILUMINACION MEDIA (lux)	
2 ≤ E media ≤ 7	4/5
7 ≤ E media ≤ 15	3.5/4
15 ≤ E media ≤ 30	2/3.5

4.2 DESCRIPCION

En virtud de que las lámparas más comunes utilizadas en la actualidad para alumbrado publico son las de vapor de mercurio color corregido, vapor de sodio y luz mezcla, se procederá a resumir su funcionamiento a excepción de la última, dados sus rendimientos lumínicos bajos, debido al filamento incandescente base de su operación y, el mercado reducido de que dispone, pese a ofrecer algunas ventajas como conexión directa a la red; sin necesidad de elementos limitadores de corriente o voltaje, ni arrancadores.

Lámparas de Vapor de Mercurio Color Corregido

Este tipo de lámparas pertenece a la clasificación general conocida como lámparas de descarga eléctrica, su principio se basa en las de vapor de mercurio conocidas vulgarmente, con ciertos aditamentos especiales que le dan esta particularidad especial del color corregido.

La luz producida es el resultado del paso de una corriente eléctrica a través de un vapor o poco de gas. La aplicación de un potencial eléctrico ioniza el gas y permite el flujo de corriente entre dos electrodos, localizados en los extremos opuestos de la lámpara, los electrones que forman la corriente o arco de descarga son acelerados a grandes velocidades que,

cuando chocan con los átomos de gas o vapor alterna la estructura atómica de dicho gas o vapor y, la energía desprendida mientras los átomos alterados vuelven a su estado normal es lo que origina la luz.

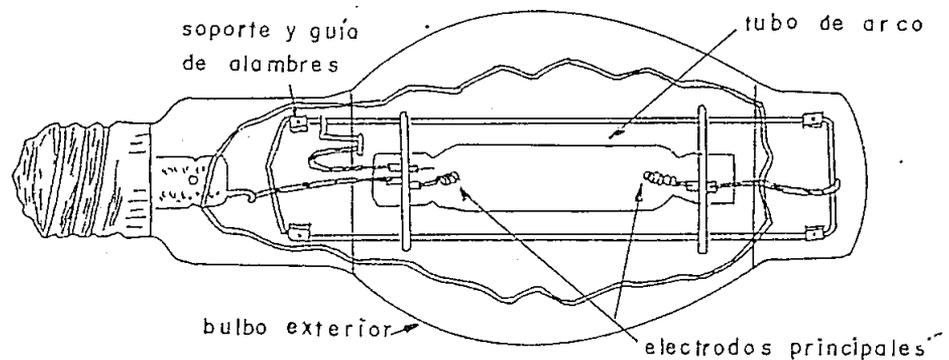
Este tipo de lámparas de alta presión constan de un tubo de cuarzo donde se produce la descarga y contiene argón y unas gotas de mercurio; el argón es necesario para la iniciación de la descarga y como producto del calor desprendido el mercurio se vaporiza en cantidades crecientes.

Exteriormente está provisto de una ampolla de vidrio cuya finalidad es detener las radiaciones ultravioletas que el tubo de cuarzo deja pasar y contrarrestar la alta presión (1 at.) y temperatura que el proceso genera; permitiendo así mantener el equilibrio que se alcanza al cabo de dos o cuatro minutos en que el argón deja influir en la emisión de la luz, dando lugar a un correcto funcionamiento de la lámpara, además un extremo del bulbo está provisto de un casquillo roscado de conexión.

La emisión de la luz por parte de este tipo de lámparas dan lugar a un espectro de coloración azul-verdoso, cuyas radiaciones visibles no forman una faja continua, todo lo contrario, las radiaciones visibles más intensas son de diferentes longitudes de onda, a saber:

4047 A° en el violeta
4358 A° en el azul
5461 A° en el verde
5570 Y 5790 A° en el amarillo
3340 y 3650 A° en el ultravioleta (no visible)

la discontinuidad de radiaciones visibles en el ancho de banda del espectro de mercurio que normalmente debería ser rojo hace que la reproducción de colores de los objetos iluminados sea defectuoso.



LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

COLOR CORREGIDO

GRAFICO 4.2.1

Una nueva técnica de la luminotécnica ha hecho que aprovechando el fenómeno de fluorescencia se usen substancias - tales como el fluogermanato de magnesio y el vanadato de - itrio, compuestos que copan las radiaciones ultravioletas - que eran absorbidas por el bulbo exterior y que dan lugar a emisiones de radiaciones rojo-anaranjadas debido a que - estos polvos se depositan en la parte interior de la ampolla exterior, presentando a la lámpara de aspecto aparentemente esmerilado (opalino).

En estas lámparas una vez estabilizada la temperatura de operación la presión de vapor de mercurio aumenta debido al calor, así como la tensión de cebado (tensión mínima entre los electrodos de la lámpara capaz de provocar a los electrones la velocidad necesaria para ionizar el gas y permitir la emisión de electrones a través del cátodo hacia el ánodo), razón por la cual no se puede encender inmediatamente luego de interrumpida la corriente.

Lámparas de vapor de sodio

La luz producida por este tipo de lámparas obedece al paso de la electricidad a través del vapor de sodio. Esta lámpara es construída con dos cubiertas, la interior de aluminio policristalino que tiene propiedades resistivas al ataque del sodio y a las altas temperaturas, como también al alto punto de disolución constituyendo buena transmisora de la luz (más de un 90%) a través de esta superficie traslúcida.

En el interior del tubo en cuyos extremos están los electrodos entre los cuales se produce el arco al aplicar una tensión; en vista de contener aquí gas neón y sodio; la descarga inicialmente se produce en el neón, dando lugar a una luz rojiza, para que luego de minutos por efectos del calor el sodio se vaporiza se establece el arco en este metal y la luz emitente adquiere una tonalidad rojo-anaranjado.

La cápsula exterior que es de borosilicato y sirve para evacuar o prevenir ataques químicos del tubo de arco, y, como aislante entre la temperatura interior y la exterior por efectos de viento.

El rojo anaranjado de las lámparas de sodio se torna amarillo, siendo su luz monocromática, cuya longitud de onda en el espectro visible corresponde a 5890 \AA que determina un 80% de sensibilidad del ojo humano, especial interés por éstas lámparas es donde tiene importancia la reproducción de colores, esta luz penetra el humo, niebla, polvo, que como partículas finas no reflejan rayos amarillos, toda la energía radiada por la fuente se aprovecha, de ahí que el rendimiento luminoso es el máximo alcanzado. Con la inclusión de ciertos aditivos como el óxido de indio en los tubos de descarga aún se han logrado mejores rendimientos lumínicos.

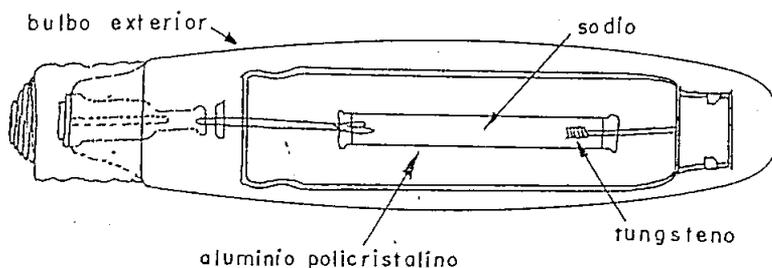


GRAFICO 4.2.2

LAMPARA DE SODIO

Principio General de la Descarga

En las lámparas de mercurio y sodio, cuya producción de la luz se debe a la descarga eléctrica a través de un gas en el interior de un tubo, está supeditado a continuos choques entre los electrones que debido al campo eléctrico creado por la diferencia de potencial aplicado a los electrodos de la lámpara, se desplazan del cátodo o polo negativo hacia el ánodo y, los átomos de gas que por la energía cinética propia de los electrones quedan desprovistos de sus electrones superficiales dan lugar a un proceso indefinido, en razón de que éstos átomos al quedar cargados positivamente originan nuevos choques en su camino hacia el cátodo.

Según lo anterior, mientras más electrones libres existan en el tubo de descarga, mayor será la corriente que por la lámpara circule y siendo así, se destruirá pronto ya que su resistencia también disminuirá, por lo que necesario será contar con un dispositivo adecuado limitador de corriente, esto se consiguió con la incorporación a la lámpara de los balastos, siendo estos bobinas de inductancia o reactancia y autotransformadores de fugas magnéticas que contrastan este efecto denominado de resistencia negativa y, además con el autotransformador se logra suministrar la tensión adecuada para un normal funcionamiento de las lámparas; junto a las bobinas de inductancia

se incorporan capacitores los cuales sirven además - de regular el voltaje el controlar y mejorar el factor de potencia.

En las lámparas de descarga el bulbo que protege a - la lámpara propiamente dicha al que previamente se - lo ha hecho el vacío, desempeña un papel importante para mantener dentro de ciertos límites la tempera - tura y presión de vapor de sodio o mercurio, durante el periodo de régimen.

El efecto estroboscópico que se da en este tipo de - lámparas, se logra disminuir instalándoles alternada - mente en el circuito de alimentación.

4.3 CARACTERISTICAS

Bajo la consideración de ser la luminaria un conjunto formado por la lámpara o fuente luminosa, la base, - la pantalla o reflector y, el difusor o refractor, los cuales dependiendo de su diseño sus objetivos - son:

- Lograr el máximo flujo luminoso
- Modificar la dirección de la luz
- Reducir el brillo y difundir la luz
- Ocultar la fuente luminosa
- Contribuir a la decoración
- Proteger la fuente luminosa

- Facilitar labores de montaje, limpieza y mantenimiento de la luminaria.

En alumbrado público para este caso se deberá tener en cuenta la postería y los brazos de sustentación, así como considerar en la selección de luminarias, aspectos lumínicos, económicos, decorativos y funcionales.

En vista de ser algunas las Casas Comerciales proveedoras de luminarias, para el servicio de alumbrado público, y dada la diversidad de presentaciones que encierran estos dos grupos en estudio, se hablará a continuación de características generales comunes para cada una de las lámparas y/o luminarias, tanto de vapor, de mercurio color corregido, como las de vapor de sodio.

Lámparas de vapor de mercurio color corregido

Teniendo en cuenta que las calles y áreas de parqueamiento, requieren de una correcta iluminación, el escoger este tipo de lámparas obedece a que más de ser lámparas de gran potencia unitaria, volumen reducido y cuyo flujo luminoso, gracias a los aparatos de alumbrado, puede ser controlado y dirigido como sucede en las lámparas de mercurio normal, nos proporciona una excelente calidad de luz, debido a la presencia de estas substancias, como el fluorgermanato de magnesio ($\text{Ge (m}_{2}\text{O}_{3}) + \text{F}_{2}$), que permite una distribución espectral bastante uniforme.

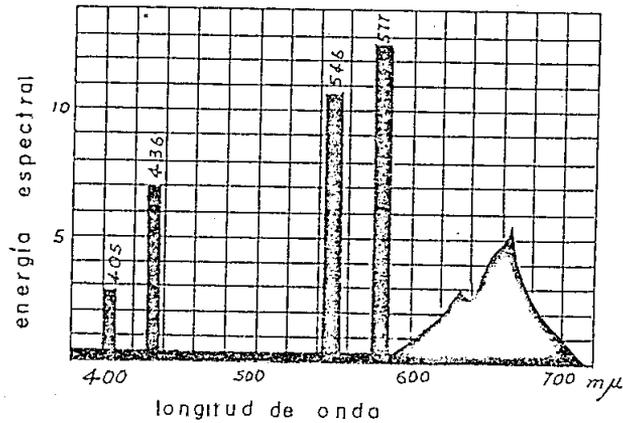


GRAFICO. 4.3.1

DISTRIBUCION ESPECTRAL DE UNA LAMPARA DE VAPOR DE
MERCURIO DE COLOR CORREGIDO

De la distribución energética del espectro de emisión del fluogermanato de magnesio, se aprecia dos zonas de máxima emisión lumínica, cuyas crestas son de una longitud de onda de 6370-6663 Å que refiriéndose a la curva de sensibilidad del ojo, o de visibilidad relativa, pertenecen al color rojo y dan lugar a un buen rendimiento luminoso; he aquí una de las ventajas de usar estas substancias en las lámparas de vapor de mercurio normales.

GRAFICO 4.3.2

DISTRIBUCION ENERGETICA DEL ESPECTRO DE EMISION
DEL FLUOGERMANATO DE MAGNECIO.

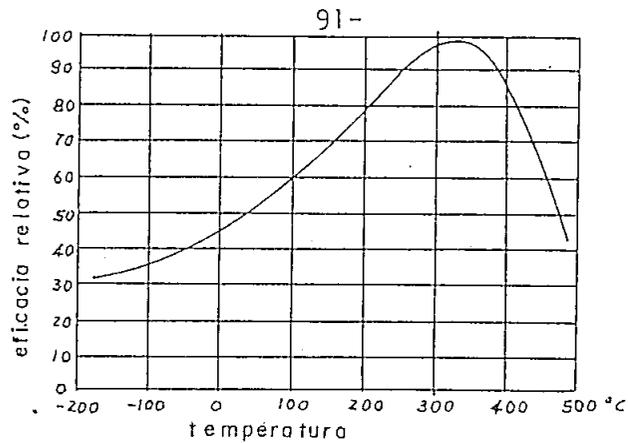


GRAFICO 4.3.3

VARIACIONES RELATIVAS DE LA ENERGÍA EMITIDO EN
 FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA, EN EL FLUORGERMANATO
 DE MAGNECIO.

Relacionando la curva del Gráfico 4.3.2 y la del Gráfico 4.3.3, se cumple que para la máxima energía (90% de la energía espectral) emitida cuyas radiaciones pertenecen a una longitud de onda de 6630 Å, corresponde una temperatura de 300 C°, valor al que llega el momento de la descarga del arco de vapor de mercurio.

El precio de las lámparas en el mercado hace que a veces se desista en su utilización; pero lo que esto representa, se ve notablemente compensado por las múltiples ventajas que como fuente luminosa ofrece, por ejemplo: tiempo de duración considerable, mayor flujo luminoso a menor potencia instalada, y, de hecho, un menor costo de energía eléctrica,

De algunas casas comerciales distribuidoras de estas lámparas se ha logrado conseguir información con relación a sus características funcionales como se indica en la Tabla 4.3.1.

TABLA 4.3.1

	T.IPO DE L A M P A R A	TENSION DE LA RED V	TENSION DE ENCENDID V	POTENCIA DE LA LAMPARA W	POT. DEL BALAST W	POTENCIA TOTAL W	POTENCIA RENDIMIENTO		PERÍODO DE ENCENDID min	DURACION UTIL horas
							LUMINOSA lumens	TO lum/w		
METAL MAZDA	MAF 80	220	180	80	9	89	3000	33.5	4	3500
	MAF 125	220	180	125	15	140	5000	33.5	5	3500
	MAF 250	220	180	250	17	267	11000	41.2	6	3500
	MAF 400	220	190	400	23	423	20000	47	7	4000
	MAF 1000	220	190	1000	40	1040	52000	58	8	4000
PHILIPS	HPL 50	220	180	50	9	59	1700	29	5	4000
	HPL 80	220	180	80	9	89	3100	35	3.5	4000
	HPL 125	220	180	125	11	136	5400	40	1.5	4000
	HPL 250	220	180	250	17	267	11500	43	4	5000
	HPL 400	220	180	400	22	422	20500	48.5	4	5000
	HPL 700	220	180	700	32	732	36000	49	4	5000
	HPL 1000	220	180	1000	43	1043	52000	50	4	5000
	HPL 2000	380	320	2000	68	2068	15000	60	4	5000

Lámparas de Vapor de sodio

Dentro de las características comunes de las lámparas de vapor de sodio, y que es su color amarillo anaranjado, reviste especial importancia la posición en la que necesariamente debe ir, esto es unos 20° hacia arriba o hacia abajo de la horizontal, lo que permite una mejor distribución de los gases (Ne) que en su interior se encuentra.

Con la inclusión de una finísima capa de óxido de indio, la cual ha reemplazado a la película de óxido de estaño, se ha logrado un rendimiento luminoso mayor, gracias a que el poder reflectante de este aditivo es superior.

Con las lámparas de vapor de sodio a alta presión, se ha logrado superar el monocromatismo de la luz emitida, obteniéndose a su vez una coloración blanco-dorado, con un buen porcentaje de rojo, que da una luz agradable a la vista.

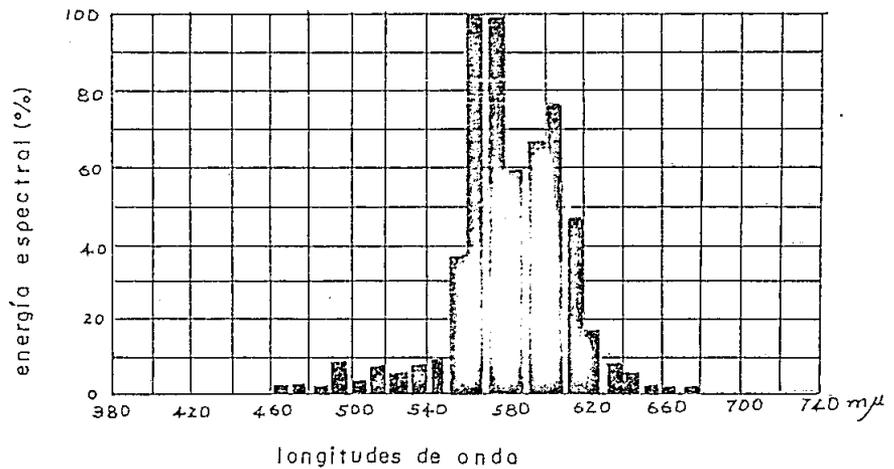


GRAFICO 4.3.4

DISTRIBUCION ESPECTRAL DE UNA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

En este tipo de lámparas se emplea más comúnmente Xe a 20 - atmósferas de presión, el cual sirve de arranque para que - una vez elevado la temperatura del sodio, se produzca la - excitación de estos átomos.

A continuación algunas características funcionales de las - lámparas de vapor de sodio a alta presión, donde también - la posición de la lámpara se ha superado. (Referencia Tabla 4.3.2).

TABLA 4.3.2

FIRMA	TIPO DE LAMPARA	TENSION DE LA RED V	TENSION DE LA LAMPARA V	CORRIENTE A		POT. LAMP W	POT. BAL. W	POT. TOTAL W	POT. LUMINOSA lumens	REND. TOTAL l/W	DURACION UTIL horas
				ARRANQUE	LAMP.						
PHILIPS	SON 250	220+6-8%	110± 15%	4.2	3	250	35	285	19000	67	4000
	SONT 250	220+6-8%	110± 15%	4.2	3	250	35	285	20000	70	4000
	SON 400	220+6-8%	105± 15%	6.3	4.4	400	50	450	38000	84	4000
	SONT 400	220+6-8%	105± 15%	6.3	4.4	400	50	450	40000	89	5000

En la Tabla 4.3.3 se ilustran los diferentes tipos de lumina- rias, al igual que las lámparas empleadas, tanto de vapor de mercurio color corregido como de vapor de sodio a alta - presión.

TABLA 4.3.3.

FIRMA	TIPO DE LUMINARIA	TIPO DE LAMPARA	POTENCIA EN (W)
WESTINGHOUSE	OV - 15	Mercurio	100
			175
			200
	TU-DOR	Sodio	100
			150
			250
	OV - 15	Mercurio	100
			175
			250
	OV - 25	Sodio	250
		Mercurio	400
	TU-DOR	Sodio	250
			400
	OV - 25	Mercurio	400
OV - 50	Sodio	1000	
	Mercurio	700 1000	
VB - 15	Sodio	100	
		150	
		Mercurio	175 250

FIRMA	Tipo de Luminaria	Tipo de Lámpara	Potencia en (W)
WESTINGHOUSE	Over 400	Mercurio	400
	RMA	Sodio	100 150
		Mercurio	175
	VISCOUNT	Sodio	100 150
		Mercurio	175 250
PHILIPS	HRC/554	Mercurio	175 250
	HRC/555	Mercurio	400
	SRC/555	Sodio	400
GENERAL ELECTRIC	M-250A	Mercurio	100 175 250
	M-400A	Sodio	400

4.4 DATOS TECNICOS

Con el propósito de aprovechar al máximo la poste-
ría de alta tensión para la red de alumbrado públi-
co y en vista de la disposición de las naves indus-
triales, la evaluación técnica para el alumbrado -
público tomará como referencia el espaciamiento -
entre luminarias y, lo que es más, el estudio se -

hará en base a la potencia consumida en iluminación pública; esto es de vital importancia en razón de la alta demanda de energía que experimenta la ciudad.

Lo que se trata con ésto es de obtener el máximo rendimiento lumínico, que insidirá en un mejor nivel de iluminación a un menor consumo de energía.

La evaluación técnico-económica, se hará en base a los dos tipos de lámparas enunciadas en este capítulo, o sea, lámparas de vapor de mercurio color corregido y lámparas de vapor de sodio a alta presión, pero tomando como referencia una potencia unitaria de 400 W.

El escoger esta potencia, además de ser muy utilizada en nuestro medio, en sodio es la máxima que se fabrica actualmente y además, nos servirá para compararlo con su similar de mercurio, pese a que de este tipo su potencia es mayor.

En el Parque Industrial de Cuenca, siendo imprescindible para el estudio técnico de iluminación considerar las características del trazado de calles, ya que no se trata de un sólo tipo, en este numeral para el cálculo respectivo, se ha llegado a la conclusión de que dentro de la disposición de las luminarias a lo largo de la calle, se ubicarán en forma bilateral tresbolillo, de preferencia en las que corren de N.O. a S.E. y unilateral en las transversales, las razones:

el ancho de las calles, además por disponer de un área de parqueamiento (Programa Integral), el cálculo se encaminará a lo que en inglés se denomina "Industrial Parking Area Lighting".

Para el procedimiento de cálculo dados los diferentes parametros que entran en juego, los cuales mantienen dependencia marcada, de entre ellos algunos se asumirán ya sea porque existen tablas o, porque la experiencia o normalización los dá.

Partiendo de la Tabla 4.1.3 para las calles cuyo ancho fluctúa entre los 14 m., y asumiendo una altura de montaje general e igual a 9.84 m (30 ft.) la relación propuesta entre estos dos valores es de 0.70 razón por la cual se escogió la disposición bilateral al tresbolillo. (Gráfico 4.1.8)

Para determinar el espaciamiento entre luminarias y tomando como promedio de iluminación el recomendado por la General Electric y que es de 1 footcandles - (1 lumen/pie². = 10.76 lumens/m²) nos valdremos de una de las tantas fórmulas que al respecto existen.

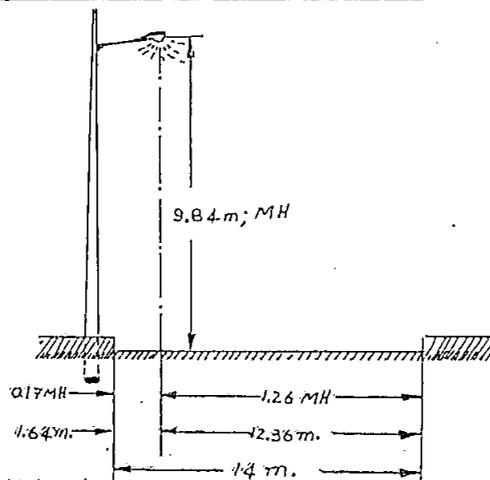
$$L = \frac{(\text{lumens/lamp}) \times (\text{C.U.}) \times (\text{F.M.})}{(\text{lumens/m}^2) \times (A)}$$

Donde:

- L = Espaciamiento entre luminarias, en m.
- C.U. = Coeficiente de utilización
- F.M. = Factor de mantenimiento
- A = Ancho de la calle, en m.

El coeficiente de utilización se establecerá en base a un gráfico demostrativo, del cual se desprenderá un cálculo adicional; en tanto que para el factor de mantenimiento, donde todas las luminarias están sujetas a la misma depreciación, dependiendo sobre todo del programa de mantenimiento y la rigurosidad de las condiciones ambientales, usualmente es del rango de 80 a 90%, tomaremos el menor, pese a que las luminarias son herméticamente cerradas, pero el problema radica a que su vida se desarrolla en una zona bastante contaminada, que determinará el deterioro más rápido, donde su vida y eficiencia también disminuirán. Los lúmenes por lámpara serán los iniciales y, los lumens/,2 serán los mínimos promedios.

Cálculo para la disposición bilateral Tresbolillo (con lámparas Phillips HPL 400 W).



5 ft. = 1.64 m.
30 ft. = 9.84 m.

Para determinar el coeficiente de utilización.

$$\text{Relación } (1) = \frac{\text{Ancho de la calle (lado de la calle)}}{\text{Altura de montaje (MH)}}$$

$$= \frac{14 \text{ m} - 1.64 \text{ m}}{9.84 \text{ m}} = \frac{12.36 \text{ m}}{9.84 \text{ m}} = 1.26 \rightarrow 0.35$$

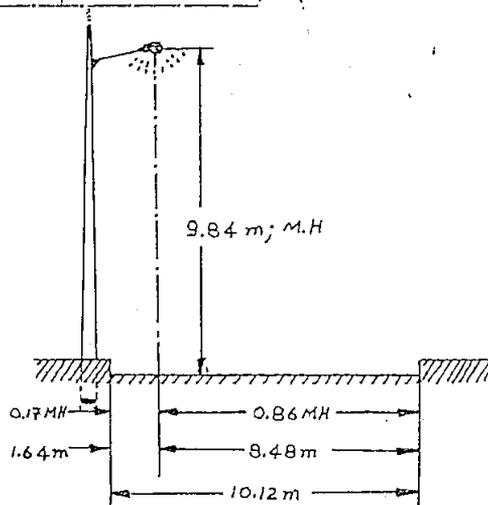
$$\text{Relación } (2) = \frac{\text{Ancho de la calle (lado de las casas)}}{\text{Altura de montaje (MH)}}$$

$$= \frac{14 \text{ m} - 12.36 \text{ m}}{9.84} = \frac{1.64}{9.84} = 0.17 \rightarrow 0.02$$

El coeficiente de utilización será la suma de los valores correspondientes a las relaciones 1 y 2, esto es: $0.35 + 0.02 = 0.37$.

$$L = \frac{20.500 \times 0.37 \times 0.8}{10.76 \times 14} = 40.28 \text{ (M)}$$

Cálculo para la disposición unilateral (con lámparas Philips HPL 400 W).



$$5 \text{ ft.} = 1.64 \text{ m.}$$
$$30 \text{ ft.} = 9.84 \text{ m.}$$

$$\text{Relación}_{(1)} = \frac{\text{Ancho de la calle (lado de la calle)}}{\text{Altura de montaje}}$$

$$= \frac{10.12 \text{ m} - 1.64 \text{ m}}{9.84 \text{ m}} = \frac{8.48 \text{ m}}{9.84 \text{ m}} = 0.86 \rightarrow 0.26$$

$$\text{Relación}_{(2)} = \frac{\text{Ancho de la calle (lado de las casas)}}{\text{Altura de montaje}}$$

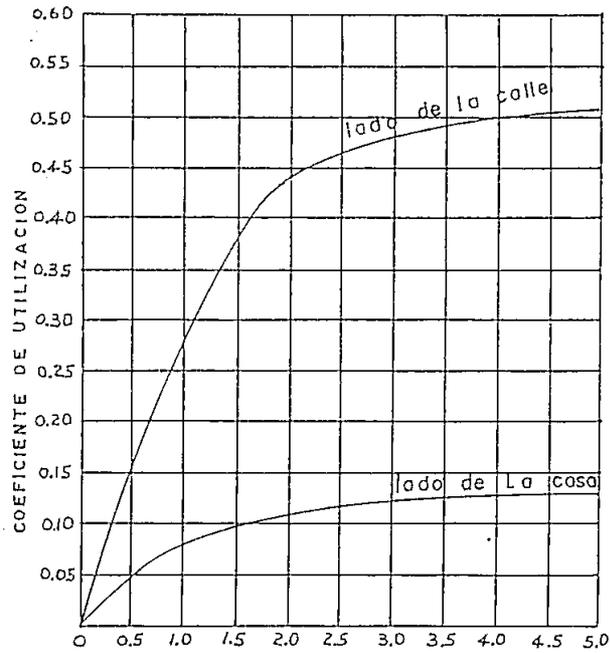
$$= \frac{10.12 \text{ m} - 8.48 \text{ m}}{9.84 \text{ m}} = \frac{0.17 \text{ m}}{0.84 \text{ m}} = 0.17 \rightarrow 0.02$$

$$\text{Coeficiente de utilización} = 0.26 + 0.02 = 0.28$$

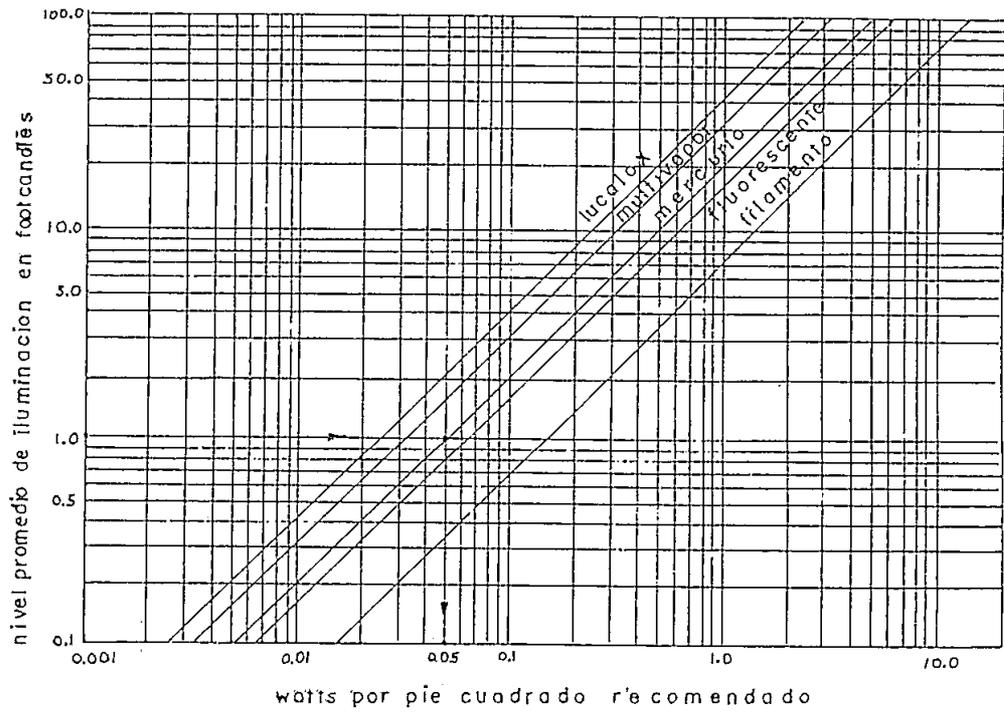
$$L = \frac{20.500 \times 0.28 \times 0.8}{10.76 \times 10.12} = 42.17 \text{ (m)}$$

Este tipo de disposición de luminarias (Gráfico 4.1.8) a lo largo de la calle, fué escogido al igual que para el caso anterior, basándose en la Tabla 4.1.3, en donde la relación entre la altura del punto de luz y la anchura de la calle es de 0.97; esta disposición es también recomendada por otros manuales como la Philips, donde el ancho de las calles están entre los 10 m.

Determinación del coeficiente de utilización en función de las relaciones (1) y (2).



Cálculo para áreas de parqueamiento (con lámparas - HPL 400 W)



Asumiendo el nivel de iluminación ya establecido de 1 Footcandles y en base al gráfico determinaremos los watts recomendados por ft^2 ; que para el caso de usar lámparas de mercurio será $0.05 \text{ watts}/ft^2$; luego este valor se multiplicará por el área a iluminarse, cuyo resultado dimensional será en watts totales y, que al dividir por la potencia de la lámpara obtendremos el número de luminarias necesarias.

A continuación un cuadro comparativo entre las lámparas de mercurio color corregido y las de sodio de alta presión, para el alumbrado de calles. /Tabla 4.4.1.

TABLA 4.4.1

	Phillips	HPL 400	20500	0.37	0.8	10.76	9.84	14	40.28	B3B
		HPL 400	20500	0.28	0.8	10.76	9.84	10.12	42.17	U
	Metal Mazda	MAF 400	20000	0.37	0.8	10.76	9.84	14	39.30	B3B
		MAF 400	20000	0.28	0.8	10.76	9.84	10.12	41.14	U
	Phillips	SON 400	38000	0.37	0.8	10.76	9.84	14	74.67	B3B
		SON 400	38000	0.28	0.8	10.76	9.84	10.12	78.17	U
		SON 400	40000	0.37	0.8	10.76	9.84	14	78.60	B3B
		SON 400	40000	0.28	0.8	10.76	9.84	10.12	82.82	U

B3B = Bilateral Tresbolillo

U = Unilateral

4.5 ANALISIS ECONOMICO

Del estudio técnico de este Capítulo en el cual para un mismo nivel de iluminación y potencia unitaria por luminaria instalada, se han determinado las distancias a las cuales deben ubicarse, se nota que la relación entre las lámparas de vapor de sodio a alta presión y las de vapor de mercurio color corregido, con respecto al número que podrían utilizarse, es prácticamente 1 a 2.

De este primer resultado, al calcular el costo anual de operación donde se incluyen factores como:

- Energía Consumida
- Costo de Mantenimiento
- Costo de reemplazo por lámpara

Se aprecia claramente la ventaja de la utilización de las lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Tomando como referencia las características de las lámparas anotadas en el numeral 4.3. para la evaluación económica a hacerse, nada conveniente resultaría realizar un detalle de precios para todas las potencias de las lámparas y de las diferentes casas fabricantes, ya que esto sale de nuestro propósito pero sí es procedente hacer constar por lo que es base de nuestro estudio, precios con relación a la

potencia asumida por lámpara y, que es de 400 W.

El haber escogido esa potencia tiene muchas razones justificables a más de las ya anotadas:

- Es una potencia que para alumbrado público resulta moderada, ya que su nivel de iluminación dada la normalización de separación de estructuras en áreas de este tipo o similares (urbanas) es técnicamente el necesario.
- La diferencia de precios entre las lámparas de 250 W y 400 es mínima y como pueden usar la misma luminaria, los focos no representan más del 20% del valor total de la luminaria.

TABLA 4.5.1
REFERENCIAS DE PRECIOS DE LUMINARIAS

Potencia.	Casa	Tipo de Lámpara	Vapor de Mercurio color corregido.	Vapor de Sodio a alta presión
400 W.	Philips	Bombillo Tubular	4125 --	6180 7420
	Westinghouse	Bombillo Tubular		
	Inelec	Bombillo Tubular	5940	7000

Por lo de la Tabla 4.5.1 se deduce que para una misma potencia por lámpara, los precios de las luminarias entre las

casas representantes o fabricantes, son casi similares - pues, para las mismas características técnicas, la diferencia de precios obedece a otros factores.

- Mano de Obra
- Trámites Administrativos
- Costos de Transporte
- Presentación
- Tipo de Cliente

Para el estudio económico entre las lámparas de Vapor de Mercurio color corregido y las de Vapor de Sodio a alta presión, tomaremos información de la Distribuidora Philips.

TABLA 4. 5. 2.

RELACION DE NUMEROS Y PRECIOS

Disposición	TIPO DE FOCO	Mercurio / Sodio	
		Relación Número	Relación Precios
Unilateral	Bombillo / Bombillo	1.85/1	1/1.50
	Bombillo / Tubular	1.96/1	1/1.80
Bilateral al Tresbolillo	Bombillo / Bombillo	1.85/1	1/1.50
	Bombillo / Tubular	1.95/1	1/1.80

Analizada la Tabla 4.5.2, es 19% más económico utilizar lámparas de vapor de sodio a alta presión (bombillo) ; esta diferencia es menor si se utiliza en las luminarias lámparas tubulares . Se seleccionó tipo bombillo para la comparación, ya que del tipo tubular no se fabrican en vapor de mercurio color corregido.

4.6 RED DE ALUMBRADO PUBLICO

Del estudio técnico-económico, vemos que se establecen ventajas en la utilización de lámparas de vapor de sodio a alta presión sobre las de vapor de mercurio color corregido, en tal virtud, el Parque Industrial de Cuenca contará con este moderno sistema de iluminación pública.

La potencia total en lámparas de alumbrado público es de 16 Kw., potencia que representa el 0.2% de lo requerido para el Parque Industrial, esta fue la razón de porqué esta carga no se consideró para el diseño del sistema primario de distribución pues su incidencia para el cálculo del calibre de los conductores fue despreciable.

Las luminarias 40 en total han sido separadas en cuatro grupos como se indica en la Tabla 4.6.1 lo que facilitará el control.

Gran parte de la postiería de alta tensión servirá también como soporte de las luminarias, en tanto -

que para las otras luminarias, de la red de alumbrado público (Anexos A-4-1) se colocarán postes de acero de 35 ft de longitud (Referencia Bibliográfica 47).

La alimentación para cada grupo de luminarias se hará desde la red primaria de distribución mediante transformadores de 4 KVA. 22 Kv/220V cada uno, debidamente protegidos que serán ubicados en las estructuras 25 - 30 - 46 - y 60.

El conductor escogido para los circuitos de alumbrado público es el No. 6 de aluminio aislado, ya que todo el recorrido será subterráneo en politubo o tubería de PVC tipo conduít de 1" de diámetro.

El control de los circuitos de alumbrado público se hará mediante células fotoeléctricas colocadas junto a los respectivos transformadores.

TABLA 4. 6. 1

GRUPO DE LAMPARAS QUE DEPENDEN DE UN MISMO CONTROL

GRUPO	POSTE DE LA LUMINARIA	#
I	2-3-5-6- 59 - 61 - 63 - 65 - 66 - 68	10
II	8 - 9 - 11 - 12 45 - 47 - 49 - 51-52-54-56	11
III	14 - 15 -17- 18 - 20 - 22 -23 -24 -26 - 27	10
IV	29 - 31 -32- 34 - 35 - 37 -38 -40 -42	9

El espaciamiento entre las luminarias en las calles donde su ancho fluctúa en 14 m. y la disposición aconsejada en bilateral al tresbolillo; es menor al determinado en el cálculo numérico, obedece a ciertas restricciones de orden físico especialmente en lo que a dimensiones de las manzanas respecta y, para evitar que el recorrido de las acometidas a las industrias sea excesivo.

En la disposición unilateral escogida para las calles cuyo ancho están alrededor de 10 m. no ha habido variación mayor; se trata en ambos casos de aprovechar la postería del sistema primario; acortar acometidas; facilitar la ubicación de las estructuras y cumplir lo más aproximado posible con el resultado de los cálculos numéricos de la red de alumbrado público y con normas que establece INECEL.

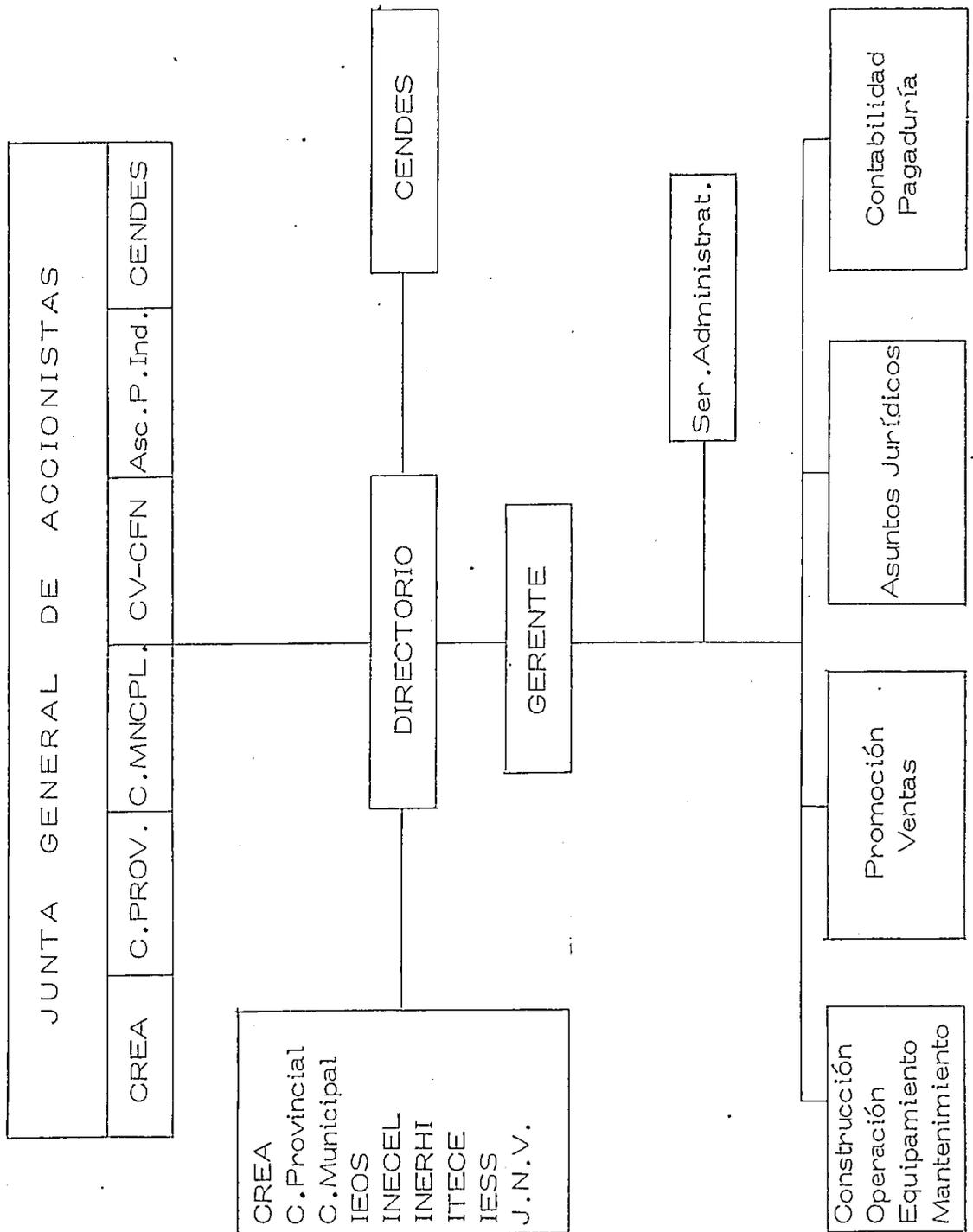
4.7 MEMORIA DESCRIPTIVA

Para el sistema de iluminación pública del Parque Industrial de la ciudad de Cuenca, con lámparas de vapor de sodio a alta presión, que han sido previamente seleccionadas, se presentan alternativas en el escogitamiento del tipo de luminarias a emplearse, según se ilustra en la Tabla 4.3.3 para la potencia de 400 W. y así, tenemos luminarias tipo OV-25 ó TU-DOR; OV- 25 de la Westhinhouse, SRC/555 de la Philips y M-400 A de la General Eléctric.

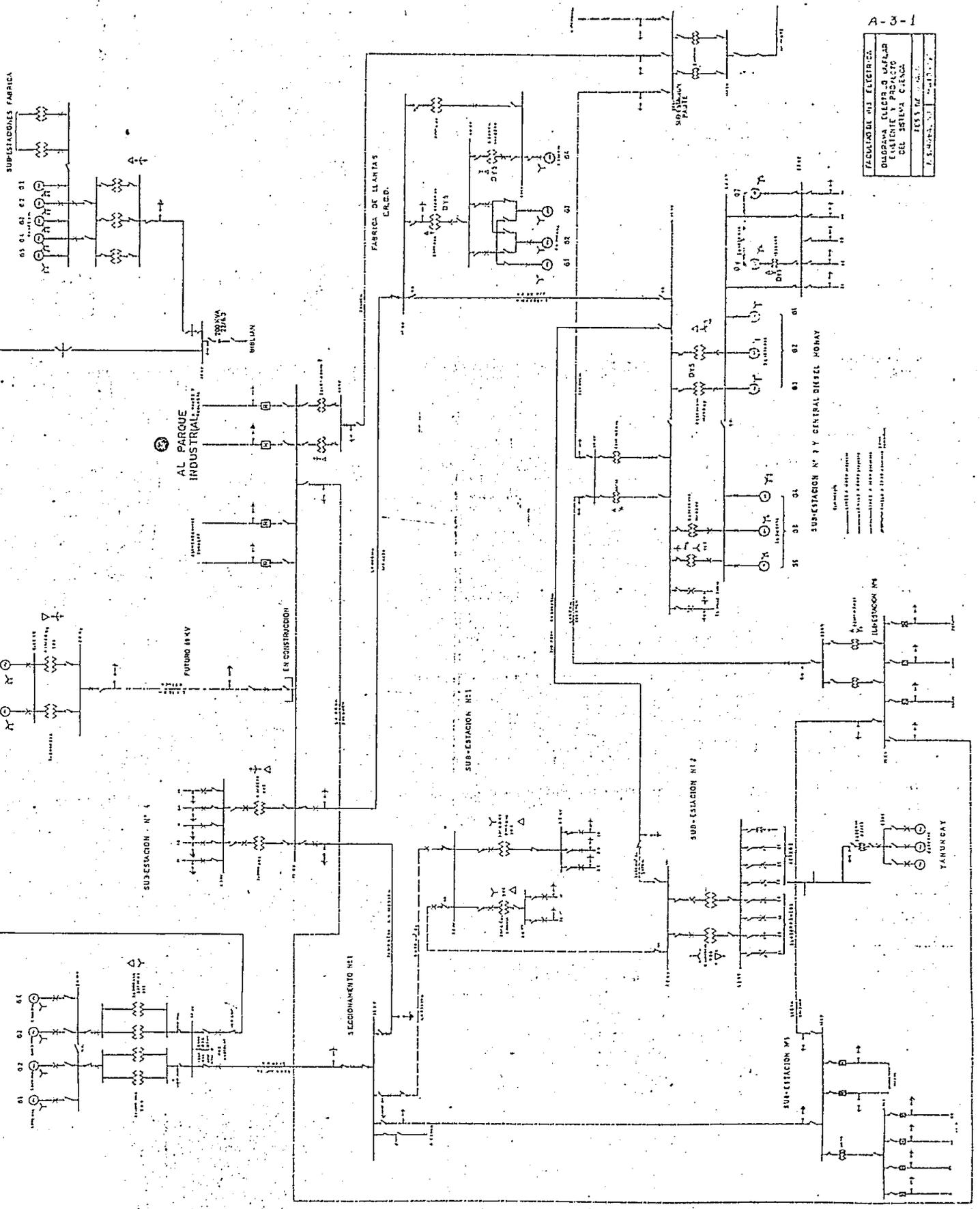
Definitivamente para el alumbrado público de este complejo industrial, se usarán luminarias Philips del tipo SRC/555 con foco SONT incorporado de 400 W.; esta decisión a más de las técnicas enunciadas, obedece a la gran oferta en el mercado y por las facilidades de adquisición, dado el stock que la Firma mantiene en las principales ciudades del País.

Con esto no queremos descartar la posibilidad de que puedan ser adquiridos los otros tipo de luminarias más bien esto queda al criterio de la Compañía u Organismo ejecutor de la obra, pues contando con los antecedentes prolijamente analizados en este capítulo, tendrá suficientes elementos de juicio, para tomar una decisión pero, con este estudio, se trata de dejar sentados criterios técnico-económicos, para hacer de una obra de Ingeniería la realidad de un proyecto bien ejecutado.

ANEXOS



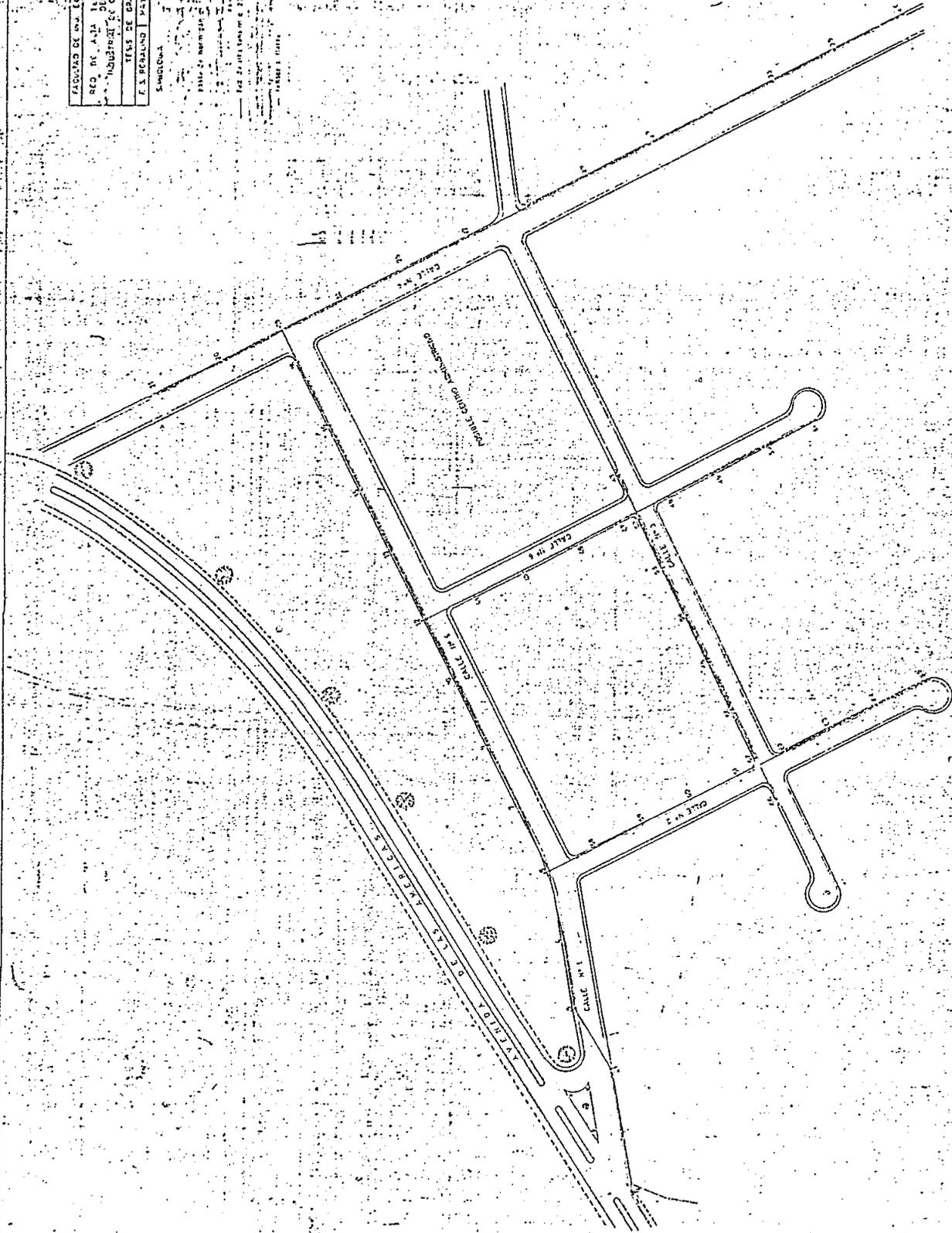
FACULTAD DE INGENIERIA	
ESCUELA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	
LABORATORIO DE SISTEMAS DE ENERGIAS ELÉCTRICAS	
PROYECTO DE SISTEMAS DE ENERGIAS ELÉCTRICAS	
FECHA: / /	
AUTOR: / /	
REVISOR: / /	



Línea de alta tensión
 Línea de distribución
 Línea de baja tensión
 Línea de protección

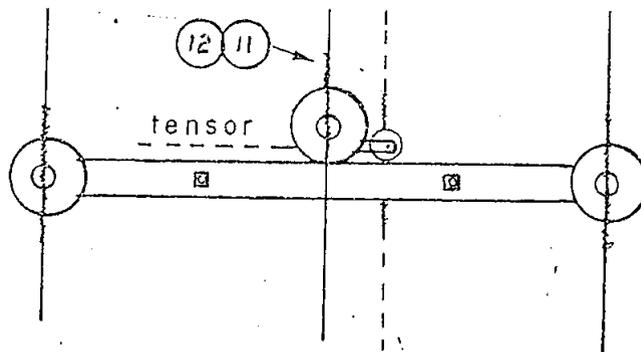
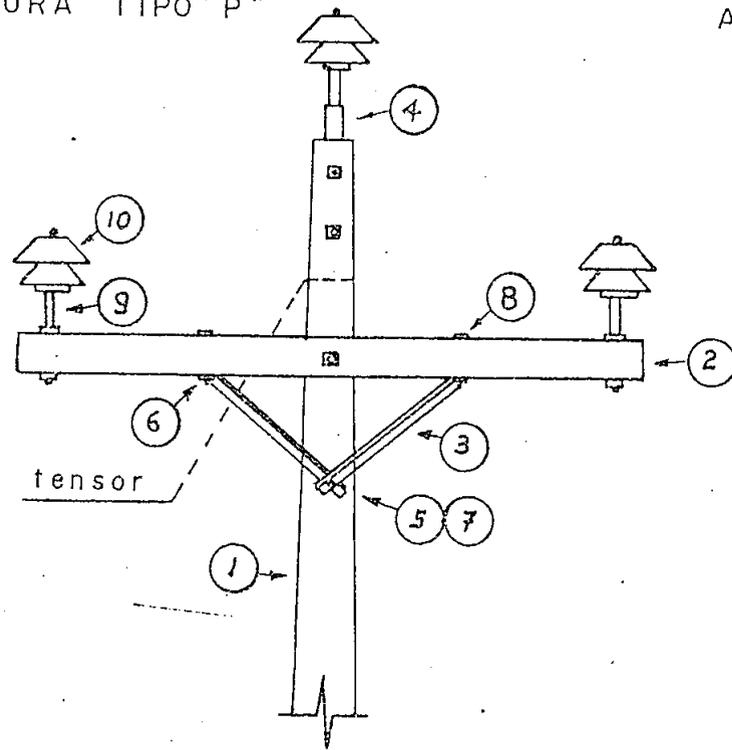
FACUNDIA DE LAS ELECCIONES
 REG. DE LA J. N. S. N.
 INDUSTRIA DEL CARBON
 1965 DE GRADO
 F. S. BOGALNO MAYO 1977
 SANTIAGO

FOLIO 27 DE LA LEY N. 17.202
 1965 DE GRADO
 F. S. BOGALNO MAYO 1977



ESTRUCTURA TIPO "P"

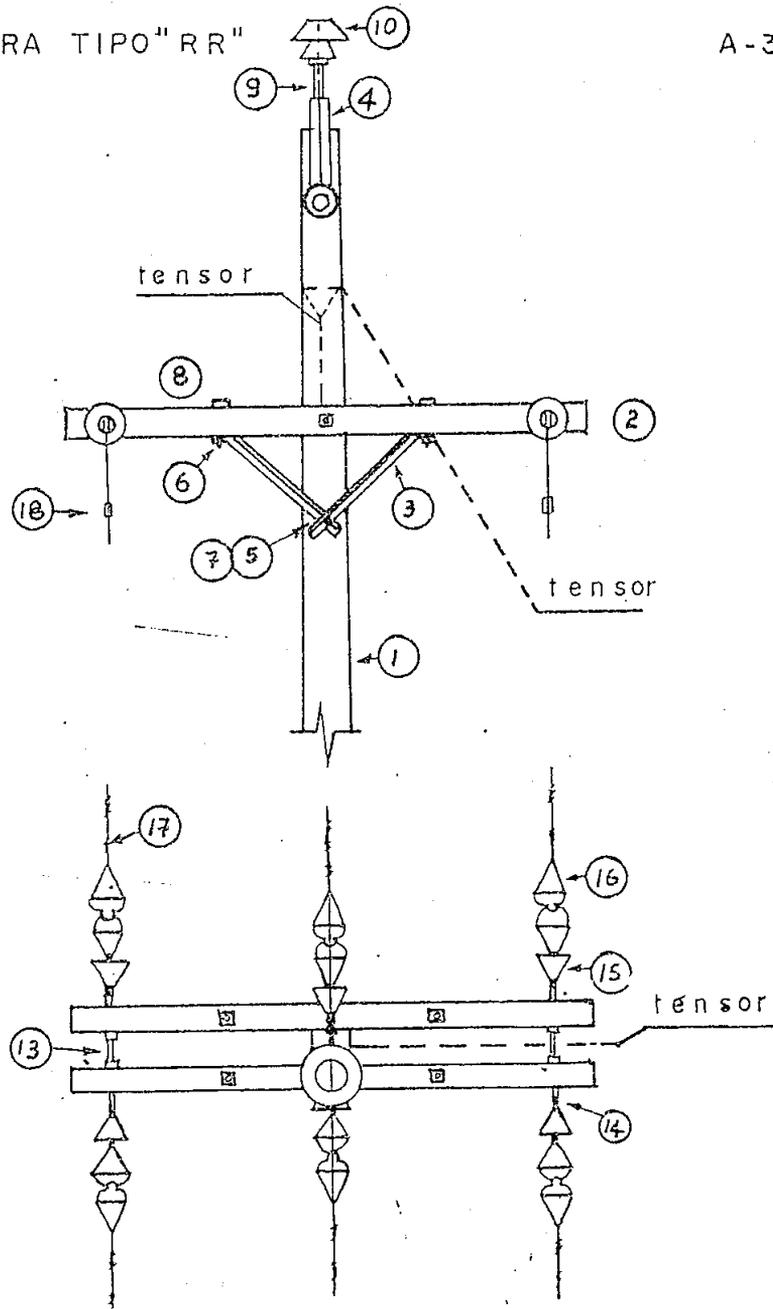
A-3-3



POSTES; N^o 1-2-3-4-7-9-10-13-15-16-18-20-24-25-27
28-29-30-32-33-35-44-45-46-49-50-53
54-55-56-58-59-60-63-64

ESTRUCTURA TIPO "RR"

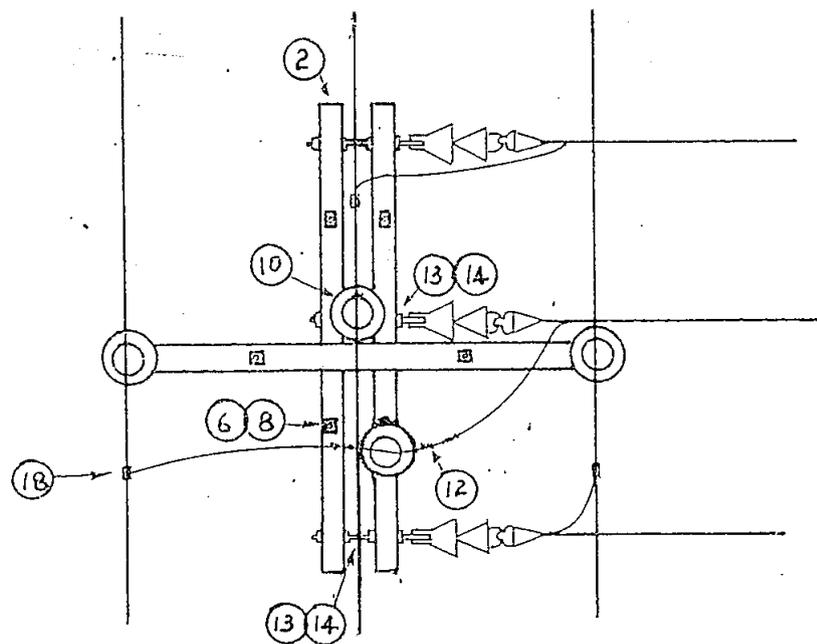
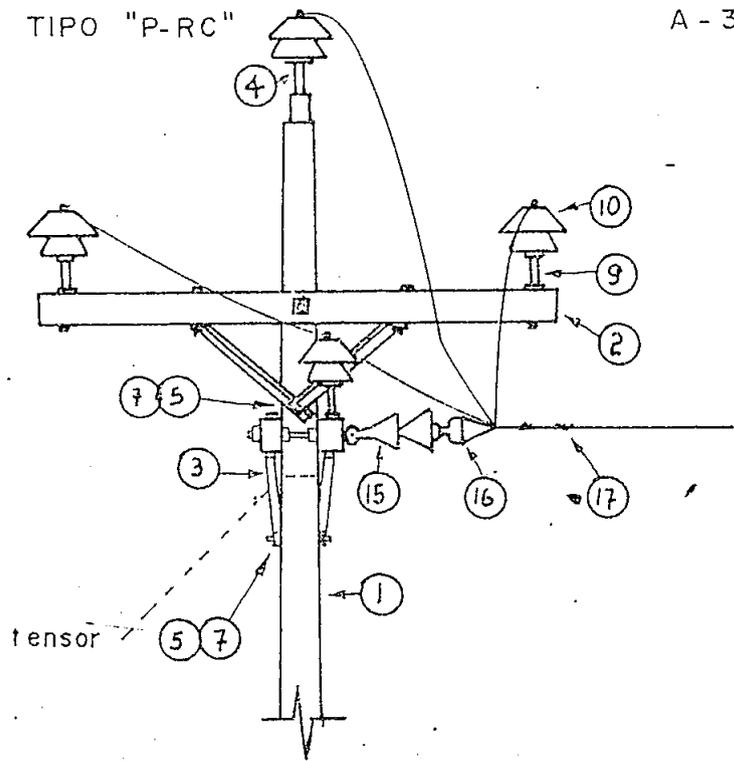
A-3-4



POSTES; N^o 21-36-43-47-48-51-52-57-61-62-65-66

ESTRUCTURA TIPO "P-RC"

A - 3 - 5



POSTES; N° 6-12-19

PLANILLA DE MATERIALES

A-3-6

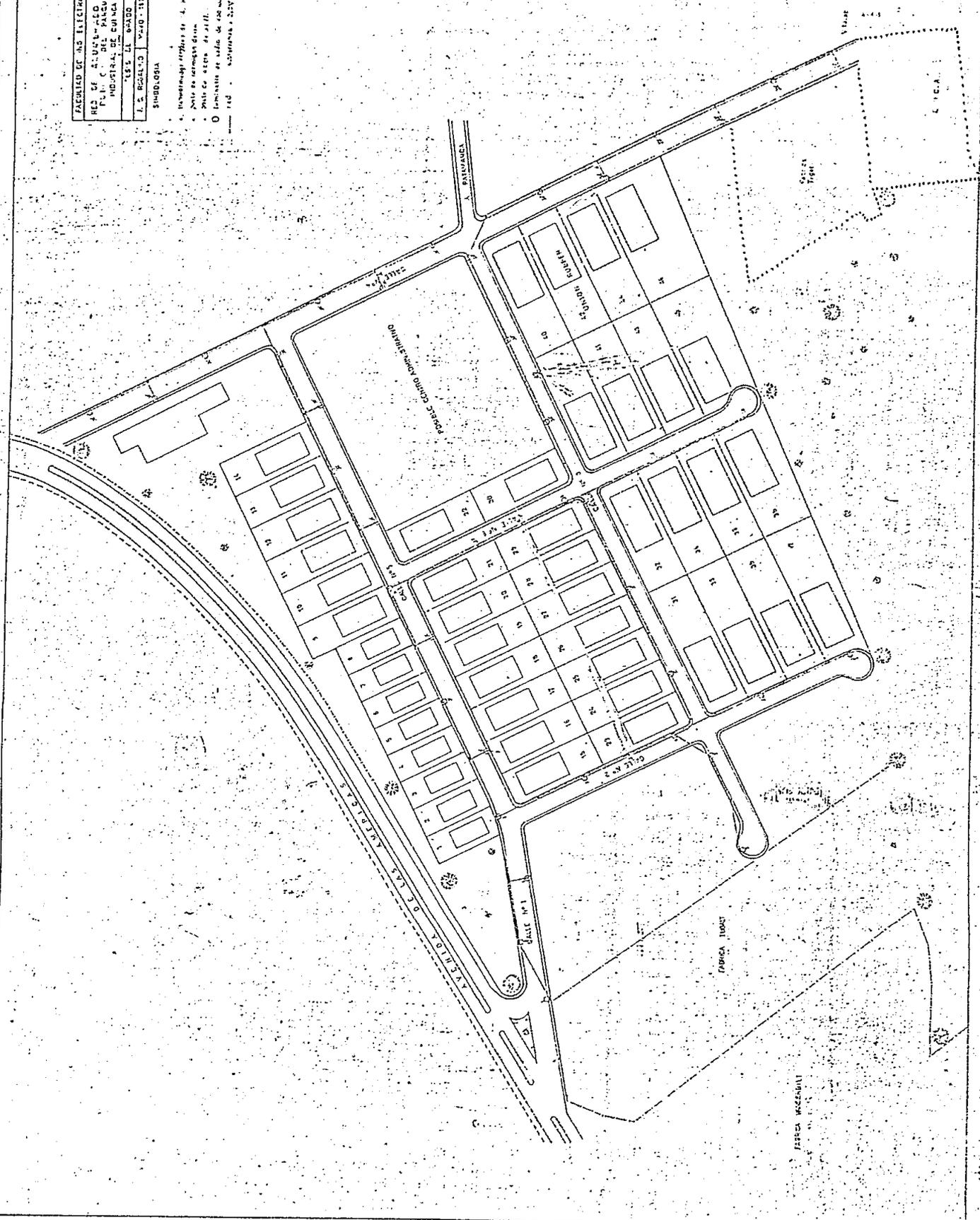
No.	Código	Descripción	Cantidad
0		Poste de Acero de 35 ft.	18
1	245	Poste de hormigón de 12 m.	50
2	25001	Cruceta de madera de 2.40 m.	68
3	22011	Pie amigo de ángulo	136
4	20515	Extensión en punta de poste	50
5	22501	Perno máquina de 16 mm. (5/8")	30
6	22501	Perno máquina de 9 mm. (3/8")	136
7	22545	Arandela cuadrada de 16 mm. (5/8")	226
8	22545	Arandela cuadrada de 9 mm. (3/8")	136
9	20502	Perno largo espiga (pin)	123
10	20110	Aislador tipo espiga (pin) 56	123
11	21503	Varillas cortas de armas para simple Soporte	114
12	22065	Alambre de atar	117
13	22510	Perno de ojo para doble cruceta de 16 mm(5/8")	30
14	22535	Tuerca de ojo para 16 mm. (5/8")	24
15	20103	Aislador de suspensión (52-4)	72
16	21530	Horquilla con guardacabo	45
17	21040	Retención preformada	45
18	24010	Conector de ranuras paralelas	36
	22005	Abrazadera pletina simple, para fijación de extensión punta de poste.	82
	22005	Abrazadera de pletina, simple, para fijación pié-amigo.	38
	22001	Abrazadera de varilla en "U" de 16 mm. (5/8") para fijación cruceta.	38
	22012	Pieza para apoyo de cruceta, caballete	68
	22006	Abrazadera de pletina, doble, con perno fijación de cadena.	12

No.	Código	Descripción	Cantidad
	22006	Abrazadera de pletina, doble, fijación pie-amigo.	21
	24015	Cenector de perno partido.	9
	22051	Pieza de fijación de cadena, cruceta centrada	3
	22035	Eslabón en "V", con pasador, para 16 mm. (5/8")	3
	23001	Varilla de anclaje con tuerca y arandela	11
	23030	Bloque de anclaje	11
		Cable de Acero Galvanizado, alta resistencia	191
		Cable # 10 AWG., Tipo TW, para poste de luminaria.	480.
		Brazos para luminarias	16
		Cable # 6 AWG, Tipo TW, para alumbrado.	6700
		Conductor ACSR 3/0	4600
		Conductor ACSR 4	4500

FACULTAD DE INGENIERIA	
RES DE ALUMNADO	
P.L. C. DEL PARQUE	
INDUSTRIAL DE GUATEMALA	
1955	LI. 00000
1.5. REGALADO	2410 - 1117

Simbología

- Inveniente original de 1. AEA
- Puntos de conexión de línea
- Puntos de salida de agua
- D. Límite de terreno de cada uno



BIBLIOGRAFIA

1. ECUADOR: Subdesarrollo y Dependencia
Universidad Católica del Ecuador, 1972
2. COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
(CEPAL).
Desarrollo Económico del Ecuador
E/CN - 12/295, 1953
3. PLAN INTEGRAL DE TRANSFORMACION Y DESARROLLO.
Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica, 1973/77 , 1972.
4. ESTABLECIMIENTOS DE PARQUES INDUSTRIALES -
EN EL ECUADOR (CENDES).
Organización de las Naciones Unidas para -
el Desarrollo Industrial ONUDI.
5. DIRECTORIO INDUSTRIAL, AÑOS 1957-1975
Ministerio de Industrias, Comercio e Integración.
Dirección General de Desarrollo Industrial
6. BOLETIN INFORMATIVO 1973
Ministerio de Industrias, Comercio e Integración.
Quito-Ecuador.

7. ESTUDIO DE MERCADO DE ENERGIA ELECTRICA DEL ECUADOR, Período 1973-90; Febrero de 1976, INECEL.
8. PROYECCION DE LA DEMANDA SISTEMA CENTRO SUR.
Instituto Ecuatoriano de Electrificación
INECEL.
9. BOLETINES ESTADISTICOS 1965-1975
Instituto Ecuatoriano de Electrificación,
INECEL.
Departamento de Planificación.
10. CENTRALES Y REDES ELECTRICAS
Buchhold-Happoldt
11. INSTALACIONES ELECTRICAS GENERALES-INSTALACIONES DE BAJA TENSION, CALCULO DE LINEAS ELECTRICAS-ESTACIONES DE TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION, PROTECCIONES DE SISTEMAS ELECTRICOS LUMINOTECNIA.
Enciclopedia CEAC de Electricidad.
12. WESTINGHOUSE CONSTRUCTION ELECTRIFICATIONS
Catálogo 55-000 4th Edición 1976
13. CAPACITORES DE POTENCIA
Balmec S.A.

14. ELECTRICAL TRANSMISION AND DISTRIBUTION
Reference Book, Westinghouse
15. DISTRIBUTION
Westinghouse
16. DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS
M.O.P. , Venezuela.
17. NORMAS PARA DISTRIBUCION-ESTRUCTURAS TIPO
Instituto Ecuatoriano de Electrificación
INECEL.
Quito, 1974
18. NORMAS DE DISTRIBUCION - CODIFICACION DE
MATERIALES
Instituto Ecuatoriano de Electrificación
INECEL.
Quito, 1975.
19. NORMAS PARA DISTRIBUCION - LINEAS Y REDES
DE DISTRIBUCION - MATERIALES DE FABRICA -
CION NACIONAL.
Instituto Ecuatoriano de Electrificación
INECEL.
Quito, 1975.
20. LINEAS DE TRANSMISION
Ingeniero Honorato Placencia

21. SISTEMAS DE DISTRIBUCION
Ingeniero Víctor Orejuela
22. APUNTES DE TECNOLOGIA DE MATERIALES
ELECTRICOS.
Ingeniero Alfredo Mena Pachano
23. INSTALACIONES ELECTRICAS
Ingeniero Giuseppe Castel Franchi
24. IMPIANTI ELECTRICIDI ILLUMINAZIONE E FORZA
MOTRICE.
Enzo Coppi.
25. ELECTRO FLUORESCENCIA Y ELECTRO LUMINISCEN-
CIA.
Luigi Morati.
26. LUMINOTECNIA - PRINCIPIOS Y APLICACIONES
Fábrica Eléctrotécnica JOSA, S.A.
27. ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY (.I.E.S.)
28. MANUAL DE ALUMBRADO PHILIPS
M. Latoison
29. MANUAL DE ALUMBRADO
Westinghouse
30. CATALOGOS DE LAMPARAS Y LUMINARIAS
General Electric, Westinghouse y Philips

31. INSTALACIONES MODERNAS DE LUZ, FUERZA y RADIO.
32. UNDERGORUND SISTEM REFERENCE BOOK, CAP VI
Control Circuito de Iluminación
Edicipon 1957.
33. TECNICA DE LA ILUMINACION ELECTRICA
Alfred Richter
La Escuela del Técnico Electricista, Tomo IX.
34. ILUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS
Maurice Leblanc
35. TABLA 2-1 DE LA AMERICAN STANDAR PRACTICE
FOR STREET AND HIGHWAY LIGHTING (1953)2.-3
36. AMERICAN STANDAR ASSOCIATION (ASA)
Tabla 2-1
37. CATALOGO CABLEC
38. COMISION DE ALUMBRADO PÚBLICO
Illuminating Engineering Society (I.E.S.)
Tabla 2-5.
39. NORMAS DIN
40. INSTALACIONES ELECTRICAS
Ingeniero Marcelo López Arjona

41. CATALOGOS DE ALUMBRADO PUBLICO
Philips. Westinghouse, General Electric.
42. CALCULO DE LINEAS Y REDES DE DISTRIBUCION
Instituto Ecuatoriano de Electrificación
INECEL.
Quito, 1975
43. POWER SYSTEMS DIVISION (RECLOSERS & INTE -
Rrupters 280-62 Y FUSING EQUIPMENT 240).
M^C Graw Edison
44. PROGRAMACION APLICADA HP 25, Página 88.
45. ESTADISTICA
Colección SHAUMS
46. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PARQUE INDUS-
TRIAL DE CUENCA. (CENDES).
47. RIGID POLES FOR FLOODLIGHTS, Página 25;
Catálogos General Electric.