

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PARQUE INDUSTRIAL
PARA LA
CIUDAD DE CONCORDIA

ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA

Primer Informe Parcial

Autor : Ing. Franco Luciano Velo

Octubre de 1980.-

PARQUE INDUSTRIAL

PARA LA

CIUDAD DE CONCORDIA

ABASTECIMIENTO Y DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA

INDICE GENERAL

.- Memoria Descriptiva.

- 4.15.1 Determinación de la potencia eléctrica requerida en el Parque Industrial.
- 4.15.2 Análisis de la tensión de suministro.
- 4.15.3 Tensión de suministro a las industrias.
- 4.15.4 Tensión de las líneas y alimentadores dentro del Parque Industrial.

- 4.15.5 Acometida a los predios.
- 4.15.6 Sub-estaciones de rebaje.
- 4.15.7 Cómputo y presupuesto.
- 4.15.8 Planos.
- 4.15.9 Conclusiones y consideraciones generales.

.- MEMORIA DESCRIPTIVA

El presente estudio contempla básicamente la distribución de la energía eléctrica al Parque Industrial para la Ciudad de Concordia, Provincia de Entre Ríos.

Para el desarrollo del mismo se partió de los datos suministrados por el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES, la encuesta industrial realizada por el C.A.D.E.P.I. , sub-comisión económica, sobre las industrias radicadas actualmente en la Provincia y el reconocimiento de la zona de localización del Parque Industrial.

Los cálculos, distribución y planos realizados son a nivel de anteproyecto y no válidos para la ejecución de las obras. En todos los casos el Contratista deberá presentar dichos cálculos conforme a las reglamentaciones y normas vigentes al momento de ejecución de las obras y someterlos a la aprobación del organismo competente correspondiente.

Por la ubicación geográfica del Parque Industrial respecto de las fuentes de alimentación de energía que eventualmente lo podrían abastecer se consideró como más viable, el tomar la misma de las líneas que actualmente atraviesan al mismo y que pertenecen a la Cooperativa Eléctrica de Concordia, Ltda., con una tensión de suministro de 33 KV. Siendo esta tensión igual a la tensión adoptada para la distribución primaria dentro del Parque Industrial, no es necesario recurrir a una sub-estación principal de rebaje.

Con ello se consigue, una menor inversión inicial, menor plazo de ejecución de las obras, mayor seguridad de funcionamiento y menor personal especializado de operación y mantenimiento.

Ello no excluye la posibilidad que en un futuro sea conveniente e incluso más rentable, por un incremento inesperado del consumo y/u otras circunstancias que así lo aconsejen, instalar una sub-estación de rebaje y recibir la energía en 132 KV directamente desde las redes provinciales existentes o futuras.

Se ha adoptado como criterio general que;

- a las industrias cuyos consumos sean mayores que 25KW y/o la superficie sea mayor que 0,25 Ha. y/o casos especiales, la energía se suministre en 33 KV.
- a las industrias cuyos consumos sean menores o iguales que 25 KW y ocupen una superficie menor o igual que 0,25 Ha., la energía se suministre en 0,400/0,231 KV. Además se suministrará esta tensión a las zonas de servicios comunes del Parque Industrial.

Para ello se instalarán sub-estaciones compactas tipo tarfoblok, intemperie, con la capacidad adecuada.

Los alimentadores en baja tensión serán de cobre y tendidos en forma subterránea.

En la realización del presente anteproyecto primó el deseo

de lograr un sistema técnicamente seguro, económicamente factible y fundamentalmente con la suficiente flexibilidad para adaptarse a las etapas de desarrollo prevista y a los cambios que sin duda se registrarán en las necesidades energéticas de las industrias que se radiquen en el Parque Industrial.

INDICE DE TEMAS DESARROLLADOS

- 4.15.1 Determinación de la potencia eléctrica requerida en el Parque Industrial.
- 1.1 Análisis de la encuesta.
- 1.2 Determinación de la demanda de energía anual (Tabla de Consumos).
 - 1.2.1 Máxima.
 - 1.2.2 Mínima.
 - 1.2.3 Promedio.
 - 1.2.4 Factor de proyección de la demanda al año 1982 y 1990.
 - 1.2.5 Demanda proyectada al año 1982 y 1990.
 - 1.2.5.1 Máxima.
 - 1.2.5.2 Promedio.
- 1.3 Horas de utilización.
- 1.4 Determinación de la potencia (Tabla de Potencia).
 - 1.4.1 Máxima.
 - 1.4.2 Mínima.
 - 1.4.3 Promedio.
 - 1.4.4 Potencia proyectada al año 1982 y 1990.
 - 1.4.4.1 Máxima.
 - 1.4.4.2 Mínima.
 - 1.4.5 Factor de utilización o (de simultaneidad).
 - 1.4.6 Potencia promedio estimada por industrias.

- 1.4.7 Potencia promedio estimada por industria y superficie cubierta.
- 1.4.8 Cálculo de la potencia base y máxima a suministrar al Parque Industrial en función de las etapas de desarrollo.

- 4.15.2 Análisis de la tensión de suministro al Parque Industrial.

- 4.15.3 Tensión de suministro a las industrias.
 - 3.1 Suministro en media tensión (33 KV).
 - 3.2 Suministro en baja tensión (0,400/0,231 KV).

- 4.15.4 Tendido de las líneas y alimentadores dentro del Parque Industrial.
 - 4.1 Línea aérea en media tensión (33 KV).
 - 4.1.1 Clasificación de la zona.
 - 4.1.2 Conductor.
 - 4.1.3 Distancia eléctrica mínima al suelo.
 - 4.1.4 Vano.
 - 4.1.5 Flecha.
 - 4.1.5.1 Conductores de aleación de aluminio (AAI).
 - 4.1.5.2 Conductor de aluminio acero (Al-Ac).
 - 4.1.6 Separación mínima entre conductores.
 - 4.1.7 Disposición adoptada.
 - 4.1.8 Cálculo de la altura del poste.
 - 4.1.8.1 Estructuras de soporte.
 - 4.1.8.2 Cadena de aisladores.
 - 4.1.8.3 Graperia.

- 4.1.8.4 Longitud de las mensulas y crucetas.
- 4.1.9 Calentamiento y límite de carga para cables desnudos para Líneas aéreas.
- 4.1.10 Capacidad máxima de la línea.
- 4.1.10.1 Conductor de aleación de aluminio.
- 4.1.10.2 Conductor de aluminio acero.
- 4.1.11 Cable de guardia.
- 4.1.12 Puesta a tierra.
- 4.1.13 Fundaciones.
- 4.1.14 Conexión a las fuentes de energía externas al Parque Industrial.
- 4.1.14.1 Celdas de medición.
- 4.1.14.2 Facturación de la energía medida.
- 4.2 Alimentadores en baja tensión (0,400/0,231 KV).
- 4.2.1 Tipo de cable adoptado para los alimentadores de baja tensión.
- 4.2.2 Tendido.
- 4.2.3 Cálculo del alimentador a los predios.
- 4.2.3.1 Alimentador.
- 4.2.3.2 Determinación y ubicación de los consumos (esquema de carga).
- 4.2.3.3 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente.
- 4.2.3.4 Cálculo de la intensidad máxima.
- 4.2.3.5 Cálculo de la intensidad permanente esperada.
- 4.2.3.6 Cálculo de la sección mínima necesaria.
- 4.2.3.7 Elección de la sección normalizada.
- 4.2.3.8 Verificación de la sección adoptada.



- 4.2.3.8.1 Caída de tensión.
 - para la intensidad máxima.
 - para la intensidad permanente esperada.
- 4.2.3.8.2 Intensidad admisible de cortocircuito.
- 4.2.3.9 Cálculo de la pérdidas de potencia.
 - para la demanda máxima.
 - para la demanda base.
- 4.2.4 Resumen de cálculo de los alimentadores a los predios.
- 4.15.5 Acometida a los predios.
 - 5.1 Acometida en media tensión (33 KV).
 - 5.1.1 Protecciones
 - 5.1.1.1 Eléctricas.
 - 5.1.1.2 Mecánicas.
 - 5.2 Acometidas en baja tensión (0,400 / 0,231 KV).
 - 5.2.1 Protecciones.
 - 5.2.1.1 Eléctricas.
 - 5.2.1.2 Mecánicas.
 - 5.3 Facturación de la energía medida.
- 4.15.6 Subestaciones de rebaje.
 - 6.1 Subestación principal.
 - 6.2 Subestación secundaria (33 / 0,400 / 0,231 KV).
 - 6.2.1 Ubicación.
 - 6.2.2 Características técnicas generales.
 - 6.2.2.1 Subestaciones compactas.

- 6.2.2.2 Transformador.
- 6.2.3 Industrias y áreas para servicios comunes que abastecerá.
- 6.2.4 Cálculo de la potencia necesaria.
 - 6.2.4.1 Acometidas.
 - 6.2.4.2 Salidas.
- 6.3 Puesta a tierra.

- 4.15.7 Cómputo y presupuesto.

4.15.1 DETERMINACION DE LA POTENCIA ELECTRICA REQUERIDA EN EL PARQUE INDUSTRIAL.

El estudio se basa en la encuesta realizada por el C.A. D.E.P.I., sub-comisión económica, la cual ha relevado una serie de industrias características de la zona y que eventualmente podrían radicarse en el Parque Industrial.

1.1 Análisis de la encuesta

Se han considerado todas las industrias encuestadas con los datos consignados referente al consumo anual de energía, a efectos de que la evaluación se aparte lo menos posible de la realidad y sin entrar en otra consideración.

Se tomó de la misma el consumo anual entre los años 1972 y 1976 agrupadas por tipo de industrias y superficie cubierta.

Dicha encuesta abarca las industrias más significativas y desde las pequeñas a las grandes, resumidas en 20 tipos diferentes, tal como se indica en las tablas de energía y potencia adjuntas.

1.2 Determinación de la demanda de energía anual (Tablas de Consumos)

Se determinó la energía anual por tipo de industrias, su mando por columnas los valores indicados y hallando los correspondientes subtotales.

De dichos subtotales puede apreciarse la evolución del consumo en el período analizado.

1.2.1 Máxima

En columna separada se indica la máxima energía que cada industria consumió con mención del año de ocurrencia y habiéndose hecho la suma correspondiente.

La misma da una idea aproximada, independiente del año, de la capacidad total instalada y que eventualmente habría que afrontar.

1.2.2 Mínima

De forma similar a 1.2.1 pero con los valores mínimos.

De la comparación se nota la diferencia apreciable entre ambos valores, llegándose a la conclusión de que debe esperarse un factor de simultaneidad bajo para la demanda de energía en el contexto general.

1.2.3 Promedio

Teniendo en cuenta los amplios márgenes entre la demanda máxima y mínima y que el consumo en el período 1972-1975 fue decreciendo, registrándose en éste último año el consumo mínimo (aproximadamente un 40% menor respecto del año 1972), se considerará como valor más representativo el promedio de la energía consumida en el período analizado.

A dicho período se le asignó como año base el año 1974 y a partir del mismo se supone un crecimiento de la demanda del 7% anual acumulativo, determinándose los consumos para los años 1982 y 1990 respectivamente.

1.2.4 Factor de proyección de la demanda al año 1982 y 1990

Por lo expresado se proyectará la demanda en base a la expresión:

$$D_f = D_b (1 + T_i)^N$$

Donde: D_f = Demanda futura proyectada.

D_b = Demanda del año base = 1

T_i = Tasa de crecimiento anual = 7%

N = Período considerado

El factor de proyección de la demanda para el año 1982 resultó

$$D_f = 1. (1+0,07)^8 = 1,718$$

El factor de proyección de la demanda para el año 1990 resultó

$$Df = 1. (1+0,07)^{16} = 2,952$$

Estos valores se indican en la tabla de consumos.

1.2.5 Demanda proyectada al año 1982 y 1990

La misma se determinó para el valor máximo y promedio , multiplicando los mismos por los factores respectivos hallados en 1.2.4..

En la tabla se indican los valores correspondiente al consumo por industrias y total, identificados mediante los símbolos (x.I) y (T) respectivamente.

Todos los valores especificados se muestran en las Tablas de Consumos adjuntas.

1.3 Horas de utilización

Se considera que las industrias trabajan un solo turno y en promedio 200 Hs. mensuales, lo que representa un total de 2400 Hs. anuales.

Con la energía consumida y las horas de utilización anuales consideradas se determinará la potencia.

1.4 Determinación de la potencia (Tablas de Potencia)

La misma se determinará por la siguiente relación aplicada a cada uno de los consumos hallados anteriormente.

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Energía anual consumida}}{\text{Horas de utilización anuales}}$$

1.4.1 Máxima

Por aplicación de la fórmula es:

$$\text{Potencia máx.} = \frac{\text{Energía anual máxima consumida}}{\text{Horas de utilización anual}}$$

valores que se hallan indicados en la columna correspondiente.

1.4.2 Mínima

Por aplicación de la fórmula es:

$$\text{Potencia mín.} = \frac{\text{Energía anual mínima consumida}}{\text{Horas de utilización anuales}}$$

valores que se hallan indicados en la columna correspondiente.

1.4.3 Promedio

Por aplicación de la fórmula es:

$$\text{Potencia prom.} = \frac{\text{Energía anual promedio}}{\text{Horas de utilización anuales}}$$

valor que se halla indicado en la columna correspondiente.

Esta determinación se efectuó solamente para los subtotales por tipo de industria y no para cada una de ellas en particular.

1.4.4 Potencia proyectada al año 1982 y 1990

Los factores de proyección son los mismos que los hallados en 1.2.4, proyectándose solamente los valores máximos y promedio para los años considerados.

Los resultados se hallan en la Tabla de Potencia.

1.4.5 Factor de utilización o (de simultaneidad)

De un modo general, los valores de la carga total por tipo de industrias se determinarán mediante la suma de las cargas parciales que se han de alimentar, afectándolos por un factor de utilización o de simultaneidad, definido como la relación entre la suma máxima de las cargas que pueden tenerse al mismo tiempo y la suma total de la potencia instalada.

Como cada tipo de industria tiene su propio modo de operación se le ha asignado un factor de utilización que a próximadamente contemplaría esta eventualidad.

Estos valores se indican en la Tabla de Potencia en la columna correspondiente.

1.4.6 Potencia promedio estimada por industria

A los efectos de obtener la máxima potencia por tipo de industria (potencia instalada o potencia pico) para el año 1982 y 1990 respectivamente se procederá aplicando la siguiente expresión :

$$\text{Pot.prom. est. x Ind.} = \frac{\text{Potencia promedio proyectada}}{\text{Factor de utilización}}$$

Solamente se efectuó el cálculo para el valor promedio , hallandose los mismos en la Tabla de Potencia adjunta.

1.4.7 Potencia promedio estimada por industria y superficie cubierta

Es un índice de la carga específica promedio estimada y con el cual calculamos la potencia base que habrá que suministrarse al Parque Industrial.

1.4.8 Cálculo de la potencia base y máxima a suministrar al Parque Industrial en función de las etapas de desarrollo

Por lo expuesto precedentemente se determinará la potencia base y máxima esperada de acuerdo al siguiente cálculo.

- La potencia promedio estimada por industrias y superficie promedio en KW/Ha es de	:	363 en el año 1982		
- La superficie destinada a las industrias de acuerdo con las etapas de desarrollo en Ha. es	:	ETAPA N°		
		I	II	III
	:	.20	15,5	15
- El factor de ocupación del suelo es	:	0,5	0,5	0,5
- La superficie cubierta por industria en Ha. es	:	10	7,75	7,5
- La potencia promedio estimada base para el Parque Industrial en KW es	:	3630	2815	2725
- El factor de utilización promedio es	:	0,6	0,6	0,6
- La potencia máxima esperada en KW es	:	6050	4690	4540
- El total de la potencia base cuando se completen todas las Etapas de desarrollo previstas en KW es	:	9170		
- El total de la potencia máxima esperada cuando se completen todas las Etapas de desarrollo en KW es	:	15280		

La potencia base hallada de 9170 KW es la que habría que

suministrar al Parque Industrial si en el año 1982 se completaran las tres Etapas de desarrollo previstas y la radicación de industrias se realice conforme al parcelamiento indicado en el plano N° 24 del C.F.I..

Bajo la misma apreciación, es decir, con todas las Etapas de desarrollo cumplidas la potencia base que demandará el Parque Industrial en el año 1990, puede calcularse de la siguiente manera :

- La potencia promedio estimada por industria y superficie cubierta promedio en KW/Ha será de : 621 en el año 1990
- La superficie total cubierta promedio en Ha. será de : 25,25
- La potencia promedio estimada base necesaria en KW será de : 15680
- Es de esperar para el año 1990 un crecimiento del factor de utilización, motivado por un incremento de la producción y/o una concentración de la potencia en las máquinas por el avance tecnológico, por lo que asignaremos a dicho factor un valor de : 0,8
- El total de la potencia máxima

esperada en KW será de

: 19600

4.15.2 ANALISIS DE LA TENSION DE SUMINISTRO AL PARQUE INDUSTRIAL

Por la ubicación geográfica del Parque Industrial respecto de las fuentes de alimentación y el consumo esperado para el mismo se hace necesario que el suministro de energía sea en media tensión.

Las fuentes disponibles actualmente en la Provincia son:

- ✓ - Línea de 132 KV.

El tendido actual de la línea se halla aproximadamente a 15 Km., por lo que resultaría muy onerosa su utilización, dado que habría que tender la correspondiente derivación, con los inconvenientes que ello implica y su elevado costo.

Por otra parte en la primer Etapa de desarrollo no se justificaría tal tendido por la relativamente baja demanda de energía en comparación con la capacidad de transporte de una línea de estas características.

- X - Barras de 33 KV.

La empresa AyEE tiene una subestación de rebaje 132/33 KV ubicada en Boulevard Ayuí, entre las calles Diamante y Federación, con una potencia instalada de 30 MVA con

seis salidas, de los cuales hay tres disponibles.

Dos de dichas salidas abastecen actualmente a la Cooperativa Eléctrica de Concordia, Ltda. (hasta su central N° 2) y con una capacidad contratada de 10 MVA.

Por consiguiente para tener alimentación al Parque Industrial desde dicha subestación es necesario tender un alimentador entre ambos. La distancia que los separa es de aproximadamente 15 Km.

Las consideraciones técnico-económicas son similares que para la línea de 132 KV.

- Línea de 33 KV.

Por el Parque Industrial pasan líneas en 33 KV pertenecientes a la Cooperativa Eléctrica de Concordia, Ltda. y que según información suministrada por dicha Cooperativa tienen una capacidad actual disponible del orden de los 11 MW.

Con ellas podría abastecerse al Parque Industrial, consiguiéndose de esta forma una menor inversión inicial y la inmediata disponibilidad de energía ya que no sería necesario efectuar un nuevo tendido de líneas.

Sin embargo queda a criterio de la Provincia el definir como se suministrará la energía al Parque Industrial,

dado que el presente anteproyecto no lo contempla.

Lo anteriormente expuesto deberá considerarse al solo efecto de un comentario que resume las posibilidades de abastecimiento energéticas en relación al Parque Industrial.

Para el presente anteproyecto se considera que la tensión de la línea que suministre energía al Parque Industrial es de 33 KV, coincidente con la de distribución dentro del mismo.

4.15.3

TENSIONES DE SUMINISTRO A LAS INDUSTRIAS

3.1

Suministro en media tensión (33 KV)

Esta tensión se suministrará a aquellas industrias ubicadas en predios cuya superficie superen las 0,25 Ha. y/o su potencia supere los 25 KW y/o casos especiales donde la concentración de potencia así lo justifique.

A los efectos, fundamentalmente de una reducción del costo de inversión, cada industria tomará de la línea, en la columna correspondiente ubicada en la divisoria de cada dos predios, su correspondiente alimentador.

El esquema de conexión se indica en el plano N° y será

por cuenta y cargo de cada industria.

En todos los casos se deberá contar con la correspondiente aprobación y autorización del ente administrador del Parque Industrial.

3.2 Suministro en baja tensión (0,400/0,231 KV)

Esta tensión se suministrará a aquellas industrias ubicadas en predios cuya superficie no supere las 0,25 Ha. y su potencia no supere los 25 KW y/o casos especiales donde la concentración de potencia y su proximidad con las subestaciones de rebaje así lo justifiquen.

De acuerdo a la ubicación de las subestaciones y del parcelamiento adoptado se ha previsto suministrar energía en esta tensión a los predios indicados en el plano N°

4.15.4 TENDIDO DE LAS LINEAS Y ALIMENTADORES DENTRO DEL PARQUE INDUSTRIAL

4.1 Líneas aéreas en media tensión (33 KV)

En el plano N° se indica el recorrido que tendrá la línea de media tensión, con ubicación de las estructuras de soporte y su nomenclatura de acuerdo con las especificaciones de AyEE.

4.1.1 Clasificación de la zona

De acuerdo con la especificación técnica N° GC-IE-T-N° 1 de AyEE para líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica, la ubicación de la línea en estudio se halla comprendida en la zona climática " C " con las siguientes características :

- T máx = + 45° C V = 0
- T mín = - 10° C V = 0
- T = + 15° C V máx = 130 Km/h
- T = - 5° C V = 30 Km/h
- T M.A. = + 16° C V = 0

4.1.2 Conductor

Se hace el estudio para dos tipos de conductores, a saber

- Aleación de Aluminio , AAl , de 120 mm² de sección, siendo el conductor comunmente usado por la Cooperativa Eléctrica de Concordia, Ltda. y
- Aluminio con alma de acero , Al-Ac , de 120/20 mm² de sección respectivamente.

El conductor deberá satisfacer las normas IRAM respectiva.

4.1.3 Distancia eléctrica mínima al suelo

La distancia libre hasta el nivel del suelo será de apro_

ximadamente 7,50 mts., conforme a la especificación técnica N° GC-IE-T-N° 1, anexo III, Distancias Admisibles, y con lo cual se garantiza el libre acceso a los predios.

4.1.4 Vano

Del análisis y estudio del plano N° 24 - Planta General y Parcelamiento - entregado por el C.F.I. se ha llegado al trazado que se muestra en el plano N° , el que presenta entre otras las siguientes ventajas :

- no se entorpece el libre acceso a los predios, por cuanto las estructuras de soporte han sido ubicadas en la divisoria de los predios.
- el vano promedio resultante es de 120 mts., que por el tipo de estructuras de soporte y tensión está dentro de los valores técnico-económico que determina la práctica para este tipo de construcciones.
- el cruce de cazadas es mínimo.
- en la calle colectora la cantidad de estructuras de soporte es mínima.

4.1.5 Flecha

La misma se determinó por la expresión aproximada siguiente :

$$f = \frac{l^2 \cdot (G + Gz)}{8 \cdot \sqrt{\sigma} \cdot q}$$

Donde :	para AAl	para Al-Ac
l = vano promedio	= 120 mts	= 120 mts.
G = carga propia	= 0,322Kg/m	= 0,494Kg/m
Gz = carga adicional	= 0,674Kg/m	= 0,709Kg/m
\bar{V}_0 = tensión tracción	= 6,5 Kg/mm ²	= 6,5 Kg/mm ²
q = sección total	= 117 mm ²	= 141,4 mm ²
f = flecha en metros.		

Reemplazando valores es :

4.1.5.1 Para conductor de Aleación de Aluminio (AAl)

$$f = \frac{(120)^2 \cdot (0,322 + 0,674)}{8 \cdot 6,5 \cdot 117} = 2,36 \text{ mts.}$$

4.1.5.2 Para conductor de Aluminio-Acero (Al-Ac)

$$f = \frac{(120)^2 \cdot (0,494 + 0,709)}{8 \cdot 6,5 \cdot 141,4} = 2,35 \text{ mts.}$$

Estos valores calculados para la flecha son orientativos y solo válidos a nivel de anteproyecto.

4.1.6 Cálculo de la separación mínima entre conductores

La misma se determinará por la expresión siguiente:

$$D = k (f + lk)^{1/2} + Un/150$$

4.1.8 Cálculo de la altura del poste

$$H_T = (7,5 + 2,36 + 0,7 + 0,1 + 0,65 + 0,7 + 0,1 + 1,1) \cdot 1,1 = 14,53 \text{ mts.}$$

Se adopta la altura normalizada de $H = 14,5$ metros.

4.1.8.1 Estructuras de soporte

En el plano N° , se indican las estructuras de soporte tipo utilizadas .

4.1.8.2 Cadena de aisladores

Se adopta el sistema de aisladores a rótula, formación de tres aisladores para la cadena de suspensión y cuatro aisladores para la cadena de retención.

Cada aislador deberá satisfacer la norma IRAM correspondiente.

4.1.8.3 Grapería

Será apta para el tendido de líneas suspendidas.

4.1.8.4 Longitud de las mensulas y crucetas

Se optó por las medidas normalizadas de 1,10 mts y 2,20 mts. de longitud respectivamente.

4.1.9 Calentamiento y límite de carga para cables desnudos para líneas aéreas

Las densidades de corriente en los conductores para líneas aéreas es generalmente muy inferior a la térmicamente admisible, debido a razones económicas.

Sin embargo en caso de perturbaciones puede resultar necesario cargar las líneas al máximo de su capacidad sin importar la caída de tensión y pérdidas de potencia que ello ocasiona.

Para los tipos de conductores analizados no se deberá sobrepasar la temperatura de 80° centígrados.

La máxima intensidad de corriente que puede circular por un conductor para no superar el límite anterior es :

- para conductor de Aleación de Aluminio (AAl)

$$I = 47,7 \cdot (\Theta / 258 + t_1)^{1/2} \cdot q^{0,64} \text{ en Amp.}$$

Donde :

t_1 = temperatura del conductor en °C = 80 °C

Θ = sobre temperatura en °C respecto de la temperatura ambiente = 35 °C

q = sección del conductor en mm^2 = 117mm^2

I = intensidad máxima en Amperios.

Reemplazando valores es :

$$I = 47,7 \cdot (35 / 258 + 80)^{1/2} \cdot 117^{0,64}$$
$$= 323,4 \text{ Amp.}$$

4.1.10 Capacidad máxima de la línea con conductor de AAL

La misma se determinará por la expresión siguiente :

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = 1,73 \cdot 33 \cdot 323,4 = 18,5 \text{ MVA}$$

valor éste que puede incrementarse si se usa conductor de Al-Ac.

- para conductor de Aluminio - Acero (Al-Ac), es de aplicación la fórmula siguiente :

$$I = 51,9 \cdot (35 / 258 + 80)^{1/2} \cdot 141,4^{0,64}$$
$$= 397,2 \text{ Amp.}$$

La capacidad máxima de la línea con conductor Al-Ac es

$$\text{de } S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = 1,73 \cdot 33 \cdot 397,2 = 22,7 \text{ MVA}$$

De acuerdo a lo calculado en 1.4.8 es :

- Potencia base para el año 1990 = 15,68 MW

- Potencia máxima para el año 1990 = 19,6 MW

Considerando un $\cos.\phi = 0,8$ resulta :

- Potencia base para el año 1990 = 19,6 MVA

- Potencia máxima para el año 1990 = 24,4 MVA

Capacidad esta última no cubierta por los conductores a doptados. Pero considerando que el valor máximo no es permanente y que la capacidad máxima se obtiene con cable de Al-Ac, es recomendable el uso de dicho conductor.

Para ambos cálculos se consideró la condición extrema de temperatura correspondiente a la zona climática " C " especificada en 4.1.1.

4.1.11 Cable de guardia

Siendo la zona climática donde se construirá la línea de frecuentes tormentas eléctricas con caída de rayos, es necesario proteger la misma mediante un cable de guardia.

Para ello se instalará en la parte superior un cable de Acero galvanizado de 35 mm^2 de sección, el que deberá brindar a la línea una protección de 30° como mínimo.

4.1.12 Puesta a tierra

En cada estructura de soporte se hará la correspondiente

puesta a tierra mediante una jabalina construida con un perfil de hierro ángulo galvanizado, uniéndola al poste poste mediante un cable de acero galvanizado convenientemente instalado y abulonado.

En caso de que por las características eléctrcas del terreno no se consiguiera la resistencia de puesta a tierra aducuada, se deberá agregar los contrapesos necesarios y suficientes hasta obtener los valores que garanticen una correcta puesta a tierra del sistema.

4.1.13 Fundaciones

Las estructuras de soporte para el tendido de la línea de media tensión, deberán fundarse en una base de hormigón simple u armado, con las dimensiones adecuadas, y de acuerdo con los estados de carga que resulten del proyecto ejecutivo.

Por las características cambiantes del terreno, dicho cálculo deberá ser evaluado para cada fundación en particular.

En todos los casos la fundación garantizará un recubrimiento mínimo de las estructuras de soporte de 200 mm.

En la construcción se deberá dejar además instalados los caños necesarios y suficientes para los cables de acometida a las industrias y para el cable de puesta a tierra.

4.1.14 Conexión a las fuentes de energía externas al Parque Industrial

En el plano N° 5935 - Planta urbana y zona de quintas - suministrado por la Cooperativa Eléctrica de Concordia Ltda., se indican los recorridos actuales de las redes de 33 KV pertenecientes a la misma.

Por la ubicación del Parque Industrial respecto de dichas redes, se aprecia la posibilidad de tener una alimentación desde varios puntos, con lo cual se garantiza una mayor seguridad de servicio frente a eventuales fallas en uno cualquiera de tales alimentadores.

Del análisis y estudio se estima conveniente :

- levantar el tendido de la línea que actualmente cruza el Parque Industrial - tramo B-C -
- dejar a criterio de la Cooperativa el tendido de una nueva línea que bordee al Parque Industrial por la parte posterior del mismo, uniendo los puntos B-D e indicada en punteado en el plano.
- tomar energía en el punto A, línea indicada con L1.
- tomar energía en el punto B, Líneas indicadas con L2 y L3 respectivamente.
- instalar una celda de medición en cada uno de los puntos de toma (A y B).
- no suministrar energía desde ambos extremos a menos

que no se halle abierto el seccionador bajo carga I.

lo ante dicho se indica en el plano N°

4.1.14.1 Celda de medición

Se han previsto celdas exclusivas para medición y ubicadas según se indica en el plano N° e identificadas por CM-1 y CM-2 respectivamente.

Las mismas serán aptas para uso en intemperie y contendrá básicamente los aparatos y equipos siguientes :

- voltímetros
- amperímetros
- cosfímetro
- medidor de energía activa
- medidor de energía reactiva
- potencia activa
- lámparas de señalización
- demás elementos que garanticen el correcto funcionamiento de las mismas.

Las acometidas y salidas a las celdas será mediante cables para 33 KV convenientemente protegidos en forma eléctrica y mecánica.

4.1.14.2 Facturación de la energía medida

La facturación de la energía consumida por el Parque Industrial será la registrada en los respectivos medidores instalados en las celdas de medición CM-1 y CM-2 a la tensión de suministro correspondiente (33 KV) y para la categoría de "Grandes Consumidores de Energía".

4.2 Alimentadores en baja tensión (0,400/0,231 KV)

Conforme a lo mencionado en 3.2, las industrias que ocupen los predios indicados en el plano N° 24 del C.F.I. y que a continuación se detallan serán alimentadas en baja tensión.

<u>Pedio N°</u>	<u>Area</u>	<u>Etapa</u>
1 al 8	I	1 ^{ra}
5	III	1 ^{ra}
7,8 y 9	IV	1 ^{ra}
2,3,4 y 5	VI	1 ^{ra}
5,6,7,8 y 9	VII	2 ^{da}
5,6 y 7	VIII	2 ^{da}
7	IX	2 ^{da}
1,2,3 y 4	VII	3 ^{ra}
1,2 y 3	XIII	3 ^{ra}

Adeñas se alimentarán en baja tensión las áreas de servicios comunes identificadas por:

<u>Servicios Comunes</u>	<u>Etapa</u>
--------------------------	--------------

SC 1-1	1 ^{ra}
SC 1-2	1 ^{ra} y 2 ^{da}
SC 1-3	1 ^{ra} y 3 ^{ra}
SC 2	2 ^{da}
SC 3	3 ^{ra}

Asimismo esta tensión será suministrada a todos los sistemas de servicios comunes del Parque Industrial, como ser: alumbrado, bombas, otros que no se encuentren dentro de las áreas de Servicios Comunes ante dicha.

4.2.1 Tipo de cable adoptado para los alimentadores de baja tensión

Los alimentadores desde cada una de las subestaciones serán tendidos en forma subterránea, mediante cables tetrapolares de las características técnicas que suscintamente describimos a continuación :

- Fabricante : a definir
- Tensión de trabajo : hasta 1,1 KV
- Sistema : trifásico con neutro
- Aislación : PVC
- Material : cobre
- Sección nominal : ver cálculos
- Tipo de cable : en función del fabricante
- Normas : IRAM

4.2.2 Tendido

El tendido será subterráneo, evitando con ello introducir postes adicionales y obteniendo a su vez mayor seguridad en el suministro.

Las zanjas serán de dimensiones adecuadas a las características de los alimentadores a tender y en relación con los otros servicios.

Sobre una cama de arena se depositará el cable cubriéndose con una hilera de ladrillos y/o medias cañas y finalmente una capa de tierra tamizada y apisonada.

En todos los casos se deberá tener en cuenta las recomendaciones de los fabricantes para el tendido de los cables en particular con:

- radios de curvatura mínimos.
- temperatura de tendido.
- empalmes, terminales y derivaciones.
- esfuerzos de tracción admisibles durante el tendido.

4.2.3 Cálculo del alimentador a los predios

El cálculo se ordenará de acuerdo al siguiente esquema básico :

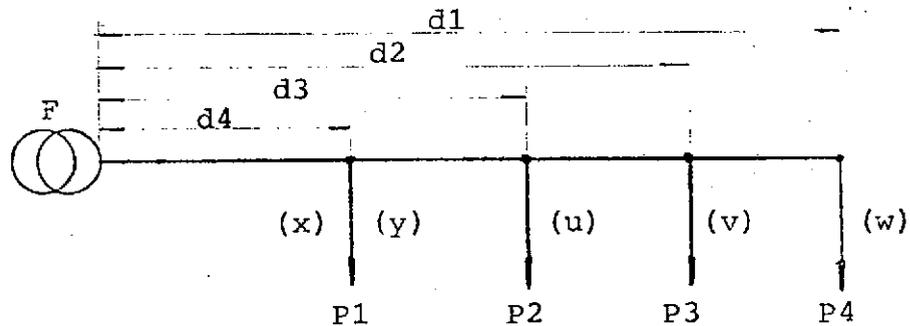
4.2.3.1 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente a cada subestación con indicación de los predios a los que abastece y el consumo respectivo.

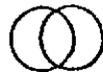
4.2.3.2 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)

En un esquema básico y para cada caso en particular se indicarán las características ante dichas.

- Esquema de carga



Referencias :



: Fuente (transformador)

d1, d2, ...: Distancia entre consumos y fuente

(x), (y), ...: N° de predios alimentados

P1, P2, ...: Potencia suministrada

4.2.3.3 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

Para dicho cálculo se usará la expresión siguiente:

$$L_{eq} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

4.2.3.4 Cálculo de la intensidad máxima

Se calculará por la fórmula

$$I = \sum_{i=1}^n P_i / \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi_i$$

4.2.3.5 Cálculo de la intensidad permanente esperada

Esta es la intensidad correspondiente al consumo basey se determinará por la fórmula

$$I_p = I \cdot F$$

Donde:

I : intensidad máxima calculada en 4.2.3.4

F : factor de utilización o (de simultaneidad)

4.2.3.6 Cálculo de la sección mínima necesaria

Esta sección se determinará en base al criterio de que no se supere una caída de tensión máxima del 5% para las condiciones normales de funcionamiento.

Para ello será de aplicación la fórmula siguiente :

$$S = L_{eq} \cdot \sum_{i=1}^n P_i / k' \cdot e \cdot U$$

Donde :

L_{eq} = longitud del alimentador equivalente

$\sum_{i=1}^n P_i$ = potencia transmitida

k' = conductividad del conductor

e = caída de tensión admitida

U = tensión nominal de la fuente

S = sección mínima en mm^2

4.2.3.7 Elección de la sección normalizada

Se tomará la sección normalizada inmediata superior.

De la tablas del fabricante, de acuerdo con el cable seleccionado y su forma de tendido se obtienen los siguientes datos básicos para el cálculo.

- 1.- tensión nominal de servicio entre fases
- 2.- tipo de cable
- 3.- sección nominal
- 4.- conductor
- 5.- intensidad de corriente admisible en servicio con
tínuo
- 6.- Resistencia eléctrica a la temperatura de ejerci
cio y a 50 Hz
- 7.- Reactancia por fase a 50 Hz

4.2.3.8 Verificación de la caída de tensión

4.2.3.8.1 Caída de tensión

Para el cálculo de la misma se aplicará la fórmula sigui_

ente :

$$\Delta U = k \cdot I \cdot L \cdot (R \cos \phi + X \sin \phi)$$

Donde :

k = 1,73 por ser alimentación trifásica

I = intensidad de corriente

L = longitud

R = resistencia óhmica

X = reactancia

ϕ = ángulo de desfase entre tensión y corriente

ΔU = caída de tensión

Este valor se calculará para las intensidades

- permanente esperada
- máxima

4.2.3.8.2 Intensidad admisible de cortocircuito

Para cada tipo de cable y conductor el fabricante da las fórmulas correspondientes que permiten determinar la intensidad de la corriente de cortocircuito admisible, considerando una sobre temperatura de 80° C sobre la de régimen.

Dicha fórmula para conductores de cobre es:

$$I_k = 139 \cdot s / \sqrt{t}$$

Donde :

S = sección del conductor en mm^2

t = tiempo de desconexión en seg.

I_k = valor eficaz de la corriente de cortocircuito en KA

Este valor no deberá ser superado para evitar fallas.

4.2.3.9 Cálculo de la pérdida de potencia

Es un índice del rendimiento de la instalación y es por ello que se considera útil su inclusión en el presente anteproyecto.

La misma queda determinada por la expresión siguiente :

$$p = 100 \cdot L_{eq} \cdot \sum_{i=1}^n P_i / k' \cdot q \cdot U^2 \cdot \cos^2 \phi$$

Donde :

L_{eq} = longitud equivalente del alimentador

$\sum_{i=1}^n P_i$ = potencia a transmitir

k' = conductividad del conductor

q = sección en mm^2

U = tensión de la fuente

ϕ = ángulo de defasaje entre tensión y corriente

p = pérdida de potencia en %

Este valor se calculará para las potencias base y máxima.

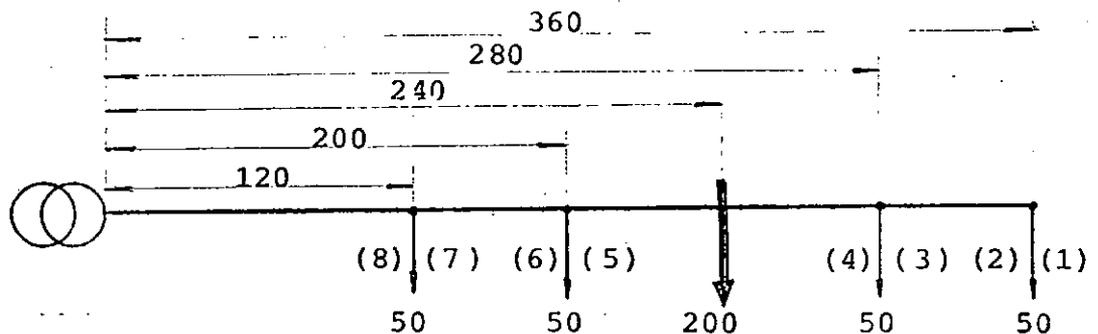
4.2.4 Resumen de cálculo de los alimentadores a los predios

En éste apartado se resumen los cálculos correspondientes de cada alimentador de acuerdo a los pasos expuestos en 4.2.3, usándose los mismos números de referencia y con el agregado de un subíndice que identifica a la subestación que lo alimenta.

4.2.3.1/1 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente de la subestación SE - 1.

4.2.3.2/1 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)



4.2.3.3/1 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

$$L_{eq} = \frac{120 \cdot 50 + 200 \cdot 50 + 280 \cdot 50 + 360 \cdot 50}{200}$$

$$= 240 \text{ mts.}$$

4.2.3.4/1 Cálculo de la intensidad máxima

$$I = 200 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 380 \text{ Amp.}$$

4.2.3.5/1 Cálculo de la intensidad permanente esperada

Con un factor de simultaneidad $F = 0,6$ será:

$$I_p = 380 \cdot 0,6 = 228 \text{ Amp.}$$

4.2.3.6/1 Cálculo de la sección mínima necesaria

$$S = 240 \cdot 200 / 57 \cdot 19 \cdot 0,380 = 116,6 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$$

4.2.3.7/1 Elección de la sección nominal

De la tablas del fabricante se especifica que para un cable tetrapolar enterrado, con temperatura del terreno de 25°C , la corriente admisible en servicio es de 346 Amp. para una sección nominal de 120 mm^2 de Cu.

En consecuencia corresponde un cable con las características siguientes:

- conductores de cobre
- tensión nominal de servicio entre fases de 1,1 KV
- temperatura máxima de ejercicio de los conductores de 90°C
- sección de $3 \times 120 + 1 \times 70 \text{ mm}^2$
- intensidad nominal de 346 Amp.

4.2.3.8/1 Verificación de la sección adoptada

4.2.3.8.1/1 Caída de tensión

De catálogo se tiene : $R = 0,198 \text{ ohm/Km}$

$X = 0,0811 \text{ ohm/Km}$

suponiendo además : $\cos \phi = 0,8$

es $\sin \phi = 0,6$

Verificación para la intensidad máxima ($I = 380 \text{ Amp.}$)

$$U = 1,73 \cdot 380 \cdot 240/1000 \cdot (0,198 \cdot 0,8 + 0,0811 \cdot 0,6)$$

$$= 32,7 \text{ V}$$

Valor que representa un 8,6% de U_n y que aceptamos para la máxima demanda.

Verificación para la intensidad permanente esperada ($I_p = 228 \text{ Amp.}$)

$$U = 1,73 \cdot 228 \cdot 240/1000 \cdot (0,198 \cdot 0,8 + 0,0811 \cdot 0,6)$$

$$= 19,62 \text{ V}$$

Valor que representa un 5,16% de U_n y que aceptamos por ser levemente superior al establecido.

4.2.3.8.2/1 Intensidad admisible de cortocircuito

Adoptamos un tiempo de desconexión $t = 2 \text{ seg.}$

por lo que será :

$$I_k = 139 \cdot 120 / \sqrt{2} = 11,8 \text{ KA}$$

Este valor no deberá ser superado por la intensidad de cortocircuito que entregue el transformador que lo alimenta y por el tiempo considerado, para no superar el límite térmico ante indicado.

4.2.3.9/1 Cálculo de la pérdida de potencia

Por aplicación de la fórmula es :

- para la demanda máxima

$$p = \frac{100 \cdot 240 \cdot 200000}{57 \cdot 120 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 7,56 \%$$

- para la demanda base

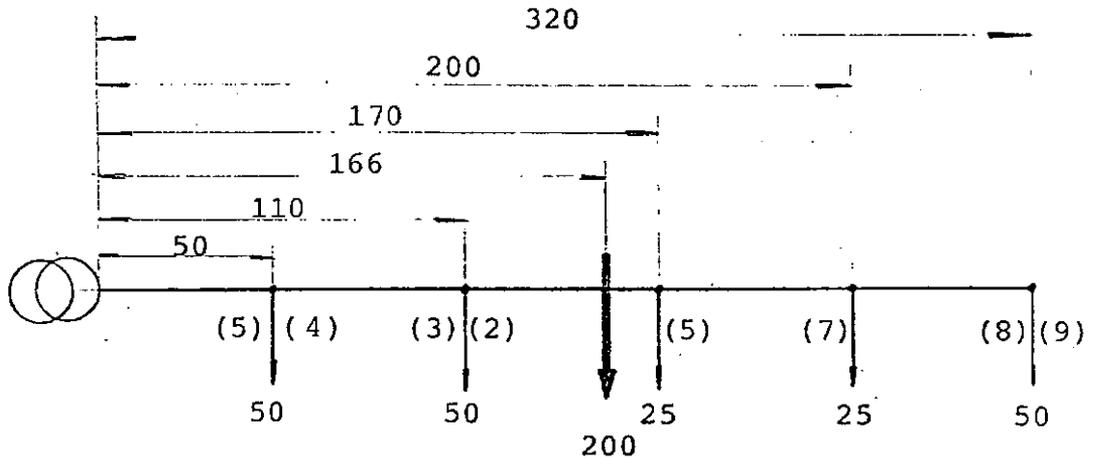
$$p = \frac{100 \cdot 240 \cdot 200000 \cdot 0,6}{57 \cdot 120 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 4,53 \%$$

valores que se pueden considerar aceptables.

4.2.3.1/2 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente de la subestación SE - 2.

4.2.3.2/2 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)



4.2.3.3/2 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

$$L_{eq} = \frac{50 \cdot 50 + 110 \cdot 50 + 170 \cdot 25 + 200 \cdot 25 + 320 \cdot 50}{200} =$$

$$= 166 \text{ mts.}$$

4.2.3.4/2 Cálculo de la intensidad máxima

$$I = 200 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 380 \text{ Amp.}$$



4.2.3.5/2 Cálculo de la intensidad permanente esperada

$$I_p = 380 \cdot 0,6 = 228 \text{ Amp.}$$

4.2.3.6/2 Cálculo de la sección mínima necesaria

$$S = 166 \cdot 200 / 57 \cdot 19 \cdot 0,380 = 80,67 \text{ mm}^2$$

4.2.3.7/2 Elección de la sección normalizada

Con igual criterio que en 4.2.3.7/1 ,del catálogo corres

ponde un cable con las características siguiente :

- sección $3 \times 95 + 1 \times 50 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- intensidad nominal = 306 Amp.
- demás, idem 4.2.3.7/1

4.2.3.8/2 Verificación de la sección adoptada

4.2.3.8.1/2 Caída de tensión

De catálogo se tiene : $R = 0,204 \text{ Ohm/Km}$

$X = 0,0843 \text{ Ohm/km}$

Con idénticas consideraciones que en 4.2.3.8.1/1, será:

Verificación para la intensidad máxima ($I = 380 \text{ Amp.}$)

$$\begin{aligned} U &= 1,73 \cdot 380 \cdot 166/1000 \cdot (0,204 \cdot 0,8 + 0,0843 \cdot 0,6) \\ &= 23,3 \text{ V} \end{aligned}$$

Valor que representa un 6,14% de U_n y que aceptamos para la demanda máxima.

Verificación para la intensidad permanente esperada ($I_p = 228 \text{ Amp.}$)

$$\begin{aligned} U &= 1,73 \cdot 228 \cdot 166/1000 \cdot (0,204 \cdot 0,8 + 0,0843 \cdot 0,6) \\ &= 14 \text{ V} \end{aligned}$$

Valor que representa un 3,7% de U_n y es inferior al esperado.

4.2.3.8.2/2 Intensidad admisible de cortocircuito

Valen las mismas consideraciones y conclusiones que en 4.2.3.8.2/1, siendo para este caso de :

$$I_k = 139 \cdot 95 / \sqrt{2} = 9,34 \text{ KA.}$$

4.2.3.9/2 Cálculo de la pérdida de potencia

Por aplicación de la fórmula es :

- para la demanda máxima

$$p = \frac{100 \cdot 166 \cdot 200000}{57 \cdot 95 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 6,63 \%$$

- para la demanda base

$$p = \frac{100 \cdot 166 \cdot 200000 \cdot 0,6}{57 \cdot 95 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 3,98 \%$$

valores que se pueden considerar aceptables.

4.2.3.1/3 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente a la subesta

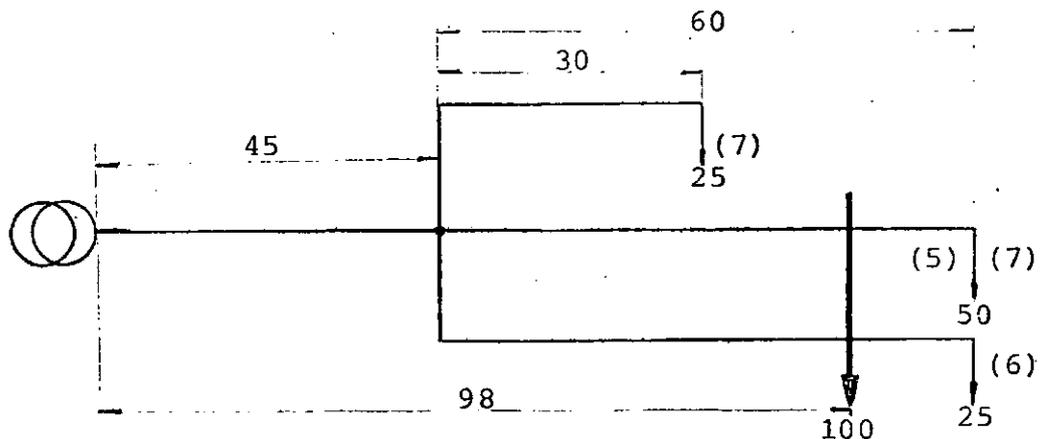
ción SE - 3.

En este caso no se efectuará el cálculo correspondiente dado que dicha subestación no alimenta a predio alguno.

4.2.3.1/4 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente de la subestación SE - 4.

4.2.3.2/4 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)



4.2.3.3/4 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

$$L_{eq.} = 45 + \frac{25 \cdot 30 + 60 \cdot 50 + 25 \cdot 60}{100} = 98 \text{ mts.}$$

4.2.3.4/4 Cálculo de la intensidad máxima

Para este caso se calculará la misma en cada alimentador

en forma independiente y de acuerdo al siguiente detalle

- alimentador A ; $IA = 25 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 47,5 \text{ A}$
- alimentador B ; $IB = 50 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 95 \text{ A}$
- alimentador C ; $IC = 25 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 47,5 \text{ A}$
- alimentador D ; $ID = 100 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 190 \text{ A}$

4.2.3.5/4 Cálculo de la intensidad permanente esperada

Solo se calculará para el alimentador D

$$I_p = 190 \cdot 0,6 = 114 \text{ Amp.}$$

4.2.3.6/4 Cálculo de la sección mínima necesaria

$$S = 98 \cdot 100 / 57 \cdot 19 \cdot 0,380 = 23,7 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$$

4.2.3.7/4 Elección de la sección normalizada

Con igual criterio que en 4.2.3.7/1, del catálogo corresponde un cable con las características siguiente :

- sección $3 \times 35 + 1 \times 16$
- intensidad nominal = 174 Amp.
- demás, idem 4.2.3.7/1

4.2.3.8/4 Verificación de la sección adoptada

4.2.3.8.1/4 Caída de tensión

De catálogo se tiene : $R = 0,674 \text{ ohm/Km}$

$X = 0,0774 \text{ ohm/Km}$

Con idénticas consideraciones que 4.2.3.8.1/1 será :

Verificación para la intensidad máxima ($I = 190 \text{ Amp.}$)

$$\begin{aligned} U &= 1,73 \cdot 190 \cdot 98/1000 \cdot (0,674 \cdot 0,8 + 0,0774 \cdot 0,6) \\ &= 18,8 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

Valor que representa un 4,9 % de U_n y es inferior al esperado, en consecuencia no es necesario hacer la verificación para la intensidad permanente esperada.

Los alimentadores A, B y C no se cacularán dado que adoptamos un cable de $4 \times 16 \text{ mm}^2$ de Cu. y que puede transportar una $I_n = 113 \text{ Amp.}$, que supera ampliamente a la de los consumos a ellos conectados.

4.2.3.8.2/4 Intensidad admisible de cortocircuito

Valen las mismas consideraciones y conclusiones que en 4.2.3.8.2/1, siendo para este caso de :

$$I_k = 139 \cdot 35 / \sqrt{2} = 3,44 \text{ KA.}$$

4.2.3.9/4 Cálculo de la pérdida de potencia

Por aplicación de la fórmula es :

- para la demanda máxima

$$p = \frac{100 \cdot 98 \cdot 100000}{57 \cdot 35 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 5,32 \%$$

- para la demanda base

$$p = \frac{100 \cdot 98 \cdot 100000 \cdot 0,6}{57 \cdot 35 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 3,20 \%$$

valores que pueden considerarse aceptables.

4.2.3.1/5 Alimentador

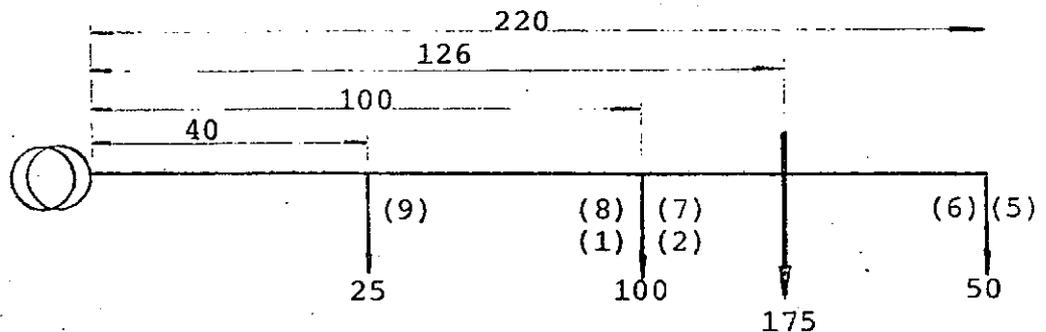
Se calculará el alimentador correspondiente de la subestación SE - 5.

En este caso no se efectuará el cálculo correspondiente dado que dicha subestación no alimenta predio alguno.

4.2.3.1/6 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente de la subestación SE - 6.

4.2.3.2/6 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)



4.2.3.3/6 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

$$\text{Leq.} = \frac{40 \cdot 25 + 100 \cdot 100 + 220 \cdot 50}{175} = 126 \text{ mts.}$$

4.2.3.4/6 Cálculo de la intensidad máxima

$$I = 175 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 333 \text{ Amp.}$$

4.2.3.5/6 Cálculo de la intensidad permanente esperada

$$I_p = 333 \cdot 0,6 = 200 \text{ Amp.}$$

4.2.3.6/6 Cálculo de la sección mínima necesaria

$$S = 126 \cdot 175 / 57 \cdot 19 \cdot 0,380 = 53,6 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$$

4.2.3.7/6 Elección de la sección normalizada

Con igual criterio que en 4.2.3.7/1, del catálogo corresponde un cable con las características siguientes:

- sección 3 x 70 + 1 x 35 mm² Cu.
- intensidad nominal = 256 Amp.
- demás, idem 4.2.3.7/1

4.2.3.8/6 Verificación de la sección adoptada

4.2.3.8.1/6 Caída de tensión

De catálogo se tiene : R = 0,344 ohm/Km

X = 0,0827 ohm/Km

Con idénticas consideraciones que en 4.2.3.8.1/1 será :

Verificación para la intensidad máxima (I = 333 Amp.)

$$U = 1,73 \cdot 333 \cdot 126/1000 \cdot (0,344 \cdot 0,8 + 0,0827 \cdot 0,6) =$$

$$= 23,58 \text{ V.}$$

Valor que representa un 6,2 % de Un y que aceptamos para la demanda máxima.

4.2.3.8.1/6 Verificación para la intensidad permanente esperada

(Ip = 200 Amp.)

$$U = 1,73 \cdot 200 \cdot 126/1000 \cdot (0,344 \cdot 0,8 + 0,0827 \cdot 0,6) =$$

$$= 14,16 \text{ V}$$

Valor que representa un 3,73 % de Un y es inferior al es_

perado.

4.2.3.8.2/6 Intensidad admisible de cortocircuito

Valen las mismas consideraciones y conclusiones que en 4.2.3.8.2/1, siendo para este caso de :

$$I_k = 139 \cdot 70 / \sqrt{2} = 6,88 \text{ KA.}$$

4.2.3.9/6 Cálculo de la pérdida de potencia

Por aplicación de la fórmula es :

- para la demanda máxima

$$p = \frac{100 \cdot 126 \cdot 175000}{57 \cdot 70 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 6 \%$$

- para la demanda base

$$p = \frac{100 \cdot 126 \cdot 175000 \cdot 0,6}{57 \cdot 70 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 3,6 \%$$

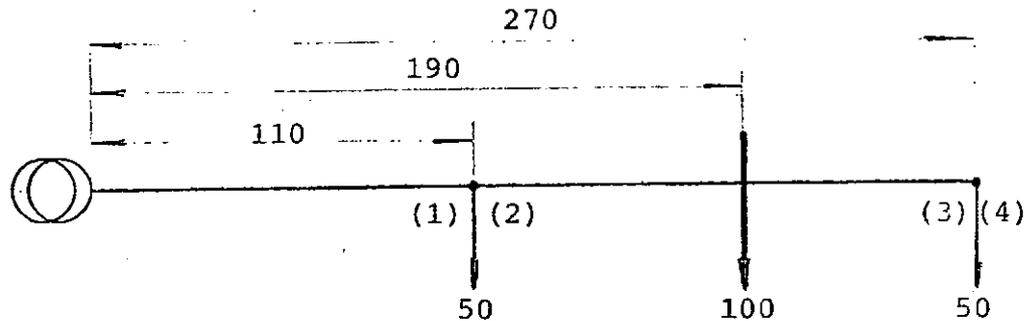
valores que se pueden considerar aceptables.

4.2.3.1/7 Alimentador

Se calculará el alimentador correspondiente de la subes_

tación SE - 7.

4.2.3.2/7 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)



4.2.3.3/7 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

$$L_{eq.} = \frac{110 \cdot 50 + 270 \cdot 50}{100} = 190 \text{ mts.}$$

4.2.3.4/7 Cálculo de la intensidad máxima

$$I = 100 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 190 \text{ Amp.}$$

4.2.3.5/7 Cálculo de la intensidad permanente esperada

$$I_p = 190 \cdot 0,6 = 114 \text{ Amp.}$$

4.2.3.6/7 Cálculo de la sección mínima necesaria

$$S = 190 \cdot 100 / 57 \cdot 19 \cdot 0,380 = 46,2 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$$

4.2.3.7/7 Elección de la sección normalizada

Con igual criterio que en 4.2.3.7/1, del catálogo corresponde un cable con las características siguientes :

- sección 3 x 50 + 1 x 25 mm² Cu
- intensidad nominal = 208 Amp.
- demás, idem 4.2.3.7/1

4.2.3.8/7 Verificación de la sección adoptada

4.2.3.8.1/7 Caída de tensión

De catálogo se tiene : R = 0,499 ohm/Km

X = 0,0855 ohm/Km

Con idénticas consideraciones que en 4.2.3.8.1/1 será :

Verificación para la intensidad máxima (i = 190 Amp.)

$$U = 1,73 \cdot 190 \cdot 190/1000 \cdot (0,499 \cdot 0,8 + 0,0855 \cdot 0,6)$$
$$= 28,14 \text{ V}$$

Valor que representa un 7,4 % de Un y que aceptamos para la demanda máxima.

Verificación para la intensidad permanente esperada

(I = 114 Amp.)

$$U = 1,73 \cdot 190 \cdot 190/1000 \cdot (0,499 \cdot 0,8 + 0,0855 \cdot 0,6)$$
$$= 16,9 \text{ V}$$

Valor que representa un 4,44 % de U_n y es inferior al es_ perado.

4.2.3.8.2/7 Intensidad admisible de cortocircuito

Valen las mismas consideraciones y conclusiones que en 4.2.3.8.2/1, siendo para este caso de :

$$I_k = 139 \cdot 50 / \sqrt{2} = 4,92 \text{ KA.}$$

4.2.3.9/7 Cálculo de la pérdida de potencia

Por aplicación de la fórmula es :

- para al demanda máxima

$$P = \frac{100 \cdot 190 \cdot 100000}{57 \cdot 50 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 7,34 \%$$

- para la demanda base

$$P = \frac{100 \cdot 190 \cdot 100000 \cdot 0,6}{57 \cdot 50 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 4,4 \%$$

valores que se pueden considerar aceptables.

4.2.3.1/8 Alimentador

Se caculará el alimentador correspondiente al transforma_

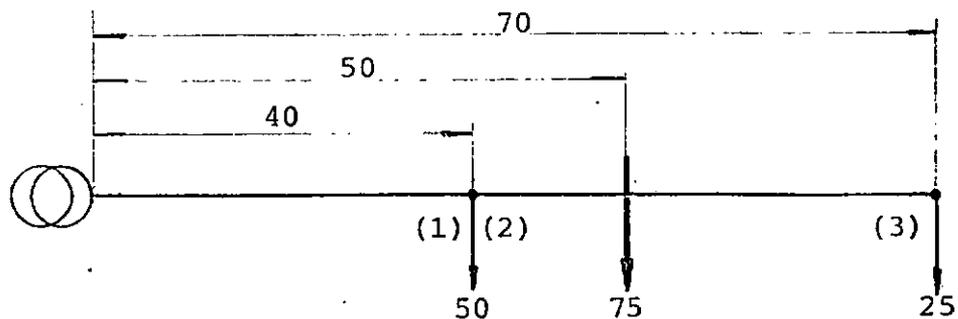
dor T. Para ello se ha previsto :

- Tipo : transformador, ubicado sobre columnas de H° A°.
- Uso : intemperie
- Tensión : 33 / 0,400 / 0,231 KV
- Area de abastecerá los predios 1, 2 y 3 del área influencia: XIII, iluminación, otros.
- Cálculo de la potencia necesaria

Potencia a cada predio	=	25	KW
Cantidad de predios	=	<u>3</u>	
sub-total	=	75	KW
Iluminación	=	20	KW
Otros (aproximado)	=	<u>25</u>	KW
TOTAL	=	120	KW

Adoptamos un transformador normalizado.

4.2.3.2/8 Determinación y ubicación del consumo (esquema de carga)



4.2.3.3/8 Cálculo de la longitud del alimentador equivalente

$$\text{Leq.} = \frac{50 \cdot 40 + 25 \cdot 70}{75} = 50 \text{ mts.}$$

4.2.3.4/8 Cálculo de la intensidad máxima

$$I = 75 / 1,73 \cdot 0,380 \cdot 0,8 = 143 \text{ Amp.}$$

4.2.3.5/8 Cálculo de la intensidad permanente esperada

$$I_p = 143 \cdot 0,6 = 85,8 \text{ Amp.}$$

4.2.3.6/8 Cálculo de la sección mínima necesaria

$$S = 50 \cdot 75 / 57 \cdot 19 \cdot 0,380 = 9,11 \text{ mm}^2 \text{ Cu.}$$

4.2.3.7/8 Elección de la sección normalizada

Con igual criterio que en 4.2.3.7/1, del catálogo corres
ponde un cable con las características siguientes :

- sección 3 x 25 + 1x 16 mm² Cu
- intensidad nominal = 145 Amp.
- demás, idem 4.2.3.7/1

4.2.3.8/1 Verificación de la sección adoptada

4.2.3.8.1/8 Caída de tensión

De catálogo se tiene : $R = 0,936 \text{ ohm/Km}$

$X = 0,0800 \text{ ohm/Km}$

Con idénticas consideraciones que en 4.2.3.8.1/1 será :

Verificación para la intensidad máxima ($I = 143 \text{ Amp.}$)

$$U = 1,73 \cdot 143 \cdot 50/1000 \cdot (0,936 \cdot 0,8 + 0,0800 \cdot 0,6) \\ = 9,9 \text{ V}$$

Valor que representa un 2,6 % de U_n y es inferior al esperado, por ello no es necesario la verificación para la intensidad permanente esperada.

4.2.3.8.2/3 Intensidad admisible de cortocircuito

Valen las mismas consideraciones y conclusiones que en 4.2.3.8.2/1, siendo para este caso de :

$$I_k = 139 \cdot 25 / \sqrt{2} = 2.5 \text{ KA.}$$

4.2.3.9/8 Cálculo de la pérdida de potencia

Por aplicación de la fórmula es :

- para al demanda máxima

$$p = \frac{100 \cdot 50 \cdot 75000}{57 \cdot 25 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 2,85 \%$$

- para la demanda base

$$p = \frac{100 \cdot 50 \cdot 75000 \cdot 0,6}{57 \cdot 25 \cdot (380)^2 \cdot (0,8)^2} = 1,71 \%$$

valores bajos de las pérdidas para este alimentador.

4.15.5

ACOMETIDA A LOS PREDIOS

En todos los casos las acometidas a los predios serán en forma subterránea mediante cable apto para la tensión de suministro.

Dichas acometidas estarán a cargo de los abonados respectivos.

5.1

Acometidas en media tensión (33 KV)

De acuerdo al plano N° las estructuras de soporte de la línea de media tensión se ubicaron en la línea divisoria de cada parcela.

La razón de esta distribución es que :

- no se obstruye el acceso a los predios.
- de cada estructura de soporte se puede alimentar a las dos parcelas contiguas bajando una única acometida.
- sólo hace falta instalar en cada estructura de soporte un juego de descargadores y seccionadores fusibles para cada acometida.
- para aquellas industrias que se encuentren en la acera opuesta a la línea será necesario cruzar un alimentador. Para este caso se deberá efectuar el cruce correspondiente en forma subterránea a una profundidad tal que no se interfiera con otras obras de infraestructura y se asegurara además la protección mecánica más adecuada para este fin.

5.1.1 Protecciones

Las protecciones que se exigirá a los abonados que efectúen la conexión de los alimentadores para tomar energía de la red se indican a continuación :

5.1.1.1 Eléctricas

Para ello se exigirá que la conexión se efectúe mediante un seccionador fusible tipo " Kearney " y se instalen además los correspondientes descargadores.

Los descargadores deberán ser conectados rígidamente a tierra mediante una pletina de cobre adosada convenientemente a la columna. Se permitirá el uso de la misma puesta a tierra de la estructura de soporte.

5.1.1.2 Mecánica

El alimentador deberá bajarse adosado a la columna con una cubierta protectora metálica a modo de protección mecánica y hasta una altura no menor de tres metros sobre el nivel del piso.

5.2 Acometidas en baja tensión (0,400 / 0,231 KV)

De acuerdo con el plano N° el alimentador principal

de baja tensión proveniente de la subestación de rebaje se tenderá en forma subterránea pasando por el frente de cada uno de los predios a los que alimentará.

Siguiendo el mismo criterio anterior, de dicho alimentador y mediante una botella terminal se derivará en la divisoria de cada dos predios un alimentador desde donde se suministrará la energía a las industrias correspondientes.

En la sección 4.2.3 - Cálculo de los alimentadores a los predios - se indican los lotes y la potencia que tendrá disponible cada alimentador.

5.2.1 Protecciones

Las protecciones que se exigirá a los abonados que efectúen la conexión de los alimentadores para tomar energía del alimentador principal se indican a continuación:

5.2.1.1 Eléctricas

Solamente será necesario fusibles de tamaño adecuado como protección eléctrica.

5.2.1.2 Mecánica

No es necesaria una protección mecánica adicional respec

to a la ya indicada en 4.2.2.

5.3 Facturación de la energía medida

En todos los casos los medidores de energía tendrán que instalarse en lugares accesibles para su lectura y verificación.

Se tendrán tarifas diferenciales en función de la tensión de suministro.

La ubicación de los medidores y forma de facturación de la energía consumida no se encuentra dentro del alcance del presente anteproyecto.

4.15.6 SUBESTACIONES DE REBAJE

6.1 Subestación principal

Dado que se ha optado por la distribución en media tensión (33 KV) dentro del Parque Industrial y que las líneas que lo abastecerán son de 33 KV no es necesario instalar una subestación principal de rebaje.

Dicha tensión se adoptó porque permite una gran versatilidad en cuanto al incremento de la demanda de energía a medida que se implementen las etapas de desarrollo previstas.

En caso de que la demanda de energía supere los cálculos previstos, ya sea por un fuerte incremento en la producción, radicación de industrias electrointensivas y/u otras circunstancias, hay que estudiar la posibilidad de una alimentación en una tensión superior (por ejemplo en 132 KV) . En estas condiciones es evidente la necesidad de una subestación de rebaje 132 / 33 KV.

Las ventajas de la solución adoptada pueden resumirse en :

- menor inversión inicial.
- seguridad adicional por reducción de equipos y aparatos pasibles de sufrir fallas.
- menor gasto de mantenimiento.
- no es necesario personal especializado de operación y mantenimiento.
- mayor superficie libre y menor cantidad de obras de infraestructura.

6.2

Subestaciones secundarias (33 / 0,400/0,231 KV)

Se han ubicado subestaciones secundarias de características adecuadas a las necesidades de suministro.

Estas subestaciones además de abastecer a las industrias antes mencionadas tendrán a su cargo el suministro de energía en las zonas destinadas a servicios comunes, alumbrado, otros, del Parque Industrial.

Se consideraron dos tipos de subestaciones :

- Subestaciones compactas tipo trafoblok a nivel del suelo.
- Transformadores ubicados directamente sobre las estructuras de soporte.

6.2.1 Ubicación

La ubicación para cada uno de los tipos considerados se muestra en el plano N°

6.2.2 Características técnicas generales

Se darán los lineamientos generales para cada una de las subestaciones consideradas.

6.2.2.1 Subestaciones compactas

Las mismas se hallan ubicadas lo más cerca posible de la zonas a las cuales debe abastecer, tal como indica el plano N° e identificadas con la denominación SE - N°, donde N° , es un número correlativo que se asigná a cada una.

Su instalación es a nivel del suelo y sobre una plataforma construida en hormigon y una protección perimetral. Deberá preverse la construcción de los accesos respectivos desde la calzada.

Las características técnicas básicas son :

- Tipo : trafoblok
- Uso : intemperie
- Tensión : 33 / 0,400 / 0,231 KV
- Potencia : definida en 6.2.4

6.2.2.2 Transformador

Su ubicación se indica en el plano N° y se identifica con al denominación "T".

Su instalación es sobre la misma estructura de soporte de la línea de media tensión.

Las características técnicas básicas son las siguientes :

- Tipo : transformador en baño de aceite
- Uso : intemperie
- Tensión : 33 / 0,400 / 0,231 KV
- Potencia : definida en 6.2.4

6.2.3 Industrias y áreas para servicios comunes que abastecerá

Se indica en la siguiente tabla las industrias y áreas para servicios comunes que eventualmente se podrían abastecer desde cada una de las subestaciones que se instalen en el Parque Industrial.

Subestación	Industrias		S.Comunes	Etapas
	Predios	Areas		
SE - 1 -	1 al 8	I	SC 1 --1	1 ^{ra}
SE - 2 -	5	II	-	1 ^{ra}
	7,8 y 9	IV	-	1 ^{ra}
	2,3,4 y 5	VI	-	1 ^{ra}
SE - 3 -	-	-	SC 1 - 2	1 ^{ra} y 2 ^{da}
SE - 4 -	5,6 y 7	VIII	-	2 ^{da}
	7	IX	-	2 ^{da}
SE - 5 -	-	-	SC 1 - 3	1 ^{ra} y 3 ^{ra}
SE - 6 -	5,6,7,8 y 9	VII	SC 2	2 ^{da}
SE - 7 -	1,2,3 y 4	VII	SC 3	3 ^{ra}
T	1,2 y 3	XIII	-	3 ^{ra}

6.2.4 Cálculo de la potencia necesaria

El cálculo de la potencia necesaria de cada transformador ubicado en al respectiva subestación se determinará por suma de las potencias parciales requerida para cada caso en particular.

Se tendrá en consideración que:

- Se ha comprometido el suministro de 25 KW a las indus_

trias que se radiquen en los predios indicados en 6.2.3.

- La iluminación será nocturna.
- Los equipos (transformadores) admiten sobrecargas elevadas en función del estado de carga inicial.
- El factor de simultaneidad de las cargas.

Los lienamientos generales para el cálculo son :

- Potencia suministrada a cada predio	=	KW
- Cantidad de predios	=	_____
- Potencia requerida para uso industrial	=	KW
- Potencia requerida en SC -	=	KW
- Iluminación	=	KW
- Varios	=	_____ KW
POTENCIA MAXIMA NECERARIA	=	KW

La potencia del transformador se calculará de acuerdo con la siguiente expresión :

$$\text{Pot. trafo} = \text{POTENCIA MAXIMA NECESARIA} \times \text{Factor (F)}$$

donde el Factor (F) tendrá en cuenta las consideraciones expresadas y cuyo valor podrá determinarse por el producto de los siguientes factores individuales :

- Factor de simultaneidad (p/el año 1990) = 0,8

- Por iluminación y varios = 0,9
- Por sobrecarga (con potencia permanente de 0,9 Pn se admite 1,1 Pn durante 45') = 0,9
- Factor (F) = 0,65

Los resultados para cada subestación se resumen en la "Tabla de potencia de transformadores para subestaciones" adjunta.

La potencia de los transformadores se expresa en KVA, para lo cual se considerará un $\cos.\phi = 0,8$ y se tomará la potencia normalizada correspondiente para los mismos.

6.2.4.1 Acometida

La acometida se efectuará mediante un cable con conductores de cobre y en forma subterránea y por la parte inferior de la celda de media tensión (lado de alta tensión para el transformador).

La celda se deberá suministrar completamente montada en fábrica y con los equipos auxiliares correspondientes como ser :

- Conducto de barras y las barras correspondientes para la conexión al transformador.
- Botella terminal y sus soportes.

- Protección.

- Otros.

Se ha previsto instalar una protección mecánica compuesta por un caño de acero galvanizado y del diámetro adecuado para cada conductor, convenientemente amurado y por el que pasará el cable para la alimentación del transformador.

La vista general del conjunto se muestra en el plano N°

6.2.4.2 Salidas

Las salidas se efectuarán mediante cables con conductores de cobre, en forma subterránea y por la parte inferior de la celda de baja tensión (lado de baja tensión del transformador).

La celdas se deberán suministrar completamente armadas y montadas en fábrica, con los equipos y aparatos correspondientes, tales como :

- Conducto de barras y sus correspondientes barras para la conexión al transformador.
- Un interruptor general de capacidad adecuada.

- Interruptores seccionales para cada salida prevista.
- Bornera para la conexión de los cables de potencia en correspondencia con cada salida prevista.
- Cada salida tendrá además su correspondiente protección y medición.

.- Protección

- . interruptores o seccionadores fusibles bajo carga
- . accionamientos
- . lámparas de señalización
- . otros

.- Medición

- . voltímetro
- . amperímetro
- . cofímetro
- . medidor de energía activa
- . kilovatímetro

Cada salida deberá ser compartimentada y contar con su correspondiente cerradura.

En el plano N° se indica el esquema unifilar y vista general de una subestación compacta tipo.

6.3 Puesta a tierra

La puesta a tierra de la subestación se efectuará con ja_

balinas de perfil de hierro galvanizado.

Las cantidades y medidas serán las necesarias y suficientes para garantizar una adecuada puesta a tierra de la instalación.

Si por las características del terreno en la cual se instale dicha subestación no se pudiera conseguir un valor adecuado de la resistencia de puesta a tierra, será necesario construir una malla de cobre u otro material con las medidas necesarias y suficientes para cumplir con dicho propósito.

Todas las partes metálicas que no se hallen bajo tensión deberán ser conectadas a tierra mediante un conductor de cobre desnudo y de sección adecuada.

TABLA DE POTENCIA DE TRANSFORMADORES PARA SUBESTACION

SE - N°	Pot. a pred.	Cant. pred.	Pot. rec. indust.	Pot. req. S. Comun.	Illum.	Varios	Pot. máx. req.	Fact... (F)	Pot. del trafo	Pot. norm. trafo
UNIDAD	KW	N°	KW	KW	KW	KW	KW	N°	KVA	KVA
SE - 1	25	8	200	30	20	25	275	0,65	223	250
SE - 2	25	8	200	-	20	25	245	0,65	199	200
SE - 3	-	-	-	50	20	25	95	0,65	177	100
SE - 4	25	4	100	-	20	25	145	0,65	118	160
SE - 5	-	-	-	95	30	25	150	0,65	122	160
SE - 6	25	7	175	25	20	25	245	0,65	190	200
SE - 7	25	4	100	75	20	25	220	0,65	179	200
T	25	3	75	-	10	10	95	0,65	77	100
TOTAL	-	34	850	275	160	185	1470	0,65	1194	1370