

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICA Y ELECTRONICA



Diseño de la Sub-Estación de transformación
de 10 MVA 10|0.54-0.44, para la planta
No. 2 Aceros Arequipa

TESIS
Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRICISTA

José Arturo Díaz Castro
PROMOCION 1979 - 2

Lima - Perú
1987

A MIS PADRES :
EMILIO Y ESTHER

A MI ESPOSA
ESTHER.

A MIS HIJOS
JOSE Y ALDO

AGRADECIMIENTO .

**AL ING^o UBALDO ROSADO
AL SR. ADOLFO SARABIA.**

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
I. GENERALIDADES	4
1.1. OBJETIVO	4
1.2. ANTECEDENTES	4
1.3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PLAN TA:	5
1.3.1. Horno de recalentamiento	5
1.3.2. Un equipo descascarillador	5
1.3.3. Un tren desbastador	5
1.3.4. Un tren abierto intermedio	6
1.3.5. Un arrastrador	6
1.3.6. Un tren continuo 1er acabador	6
1.3.7. Una placa de enfriamiento	6
1.3.8. Un tren continuo monoblock	6
1.3.9. Un equipo de enfriamiento	7
1.3.10. Centrales de lubricación	7
1.3.11. Servicios Auxiliares	7
1.4. DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL	7
1.5. INTERCONEXION CON LA RED ELECTRICA	9
II. MEMORIA DESCRIPTIVA	11
2.1. OBJETO DEL PROYECTO	11
2.2. ALCANCES DEL PROYECTO	11
2.3. CARACTERISTICAS DE LA ZONA DEL PRO - YECTO	12

2.3.1.	Ubicación	12
2.3.2.	Condiciones Ambientales	12
2.3.2.1.	Condiciones climáticas	12
2.3.2.2.	Contaminación	13
2.3.3.	Condiciones Sísmicas	13
2.4.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	13
2.5.	PLANOS DEL PROYECTO	15
III.	DISEÑO DE LA SUBESTACION	17
3.1.	ANALISIS DE CARGAS	17
3.1.1.	Cargas en 10,000 V	17
3.1.2.	Cargas en 540 V	18
3.1.3.	Cargas en 440 V	18
3.2.	CRITERIOS DE CALCULOS	36
3.2.1.	Alimentador general en 10,000 V	36
3.2.2.	Alimentadores de salidas en 10,000 V	38
3.2.3.	Transformadores de potencia	38
3.2.3.1.	Transformadores 10,000/440 V	38
3.2.3.2.	Transformadores 10,000/540 V	44
3.2.4.	Transformadores de medida	47
3.2.5.	Barras en 10,000 V	54
3.2.6.	Equipo de Maniobra	59

3.2.7.	Equipo de protección	61
3.2.8.	Equipo de medición	62
IV.	DISEÑO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES	65
4.1.	SERVICIOS DE CORRIENTE CONTINUA	65
4.1.1.	Baterías 110 V	66
4.1.2.	Rectificador-cargador para baterías 110 V	67
4.2.	SERVICIOS DE CORRIENTE ALTERNA	67
4.2.1.	Transformador de Servicios Auxiliares	68
4.2.2.	Grupo Diesel de emergencia	69
V.	ESPECIFICACIONES TECNICAS	72
5.1.	EQUIPO PRINCIPAL	72
5.1.1.	Generalidades	72
5.1.2.	Transformador de potencia	73
5.1.2.1.	Objetivo	73
5.1.2.2.	Especificaciones Técnicas requeri- das	74
5.1.3.	Celdas de 10 KV	77
5.1.3.1.	Objetivo	77
5.1.3.2.	Especificaciones Técnicas requeridas	77
5.1.4.	Cables de potencia	85
5.1.4.1.	Objetivo	85
5.1.4.2.	Especificaciones Técnicas requeridas	85

5.2. EQUIPO AUXILIAR	86
5.2.1. Generalidades	86
5.2.2. Transformador de Servicios Auxiliares	86
5.2.2.1. Objetivo	86
5.2.2.2. Especificaciones Técnicas requeridas	87
5.2.3. Baterías de acumuladores	87
5.2.3.1. Objetivo	87
5.2.3.2. Especificaciones Técnicas requeridas	88
5.2.4. Tableros de Servicios Auxiliares y rectificación	89
5.2.4.1. Objetivo	89
5.2.4.2. Especificaciones Técnicas requeridas	89
5.2.5. Grupo electrógeno Diesel	93
5.2.5.1. Objetivo	93
5.2.5.2. Especificaciones Técnicas requeridas	93
VI. METRADO Y PRESUPUESTO	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	115
BIBLIOGRAFIA	116
PLANOS	

I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo consta del Cálculo de las Instalaciones Eléctricas en media tensión (10 KV), así como de los Servicios Auxiliares para la Planta N° 2 de Aceros Arequipa S.A., ubicado en el kilómetro 241 de la Panamericana Sur - Provincia de Pisco - Departamento de Ica.

La materia de estudio se ha dividido en seis capítulos, en los cuales se trata de dar la información necesaria - para su ejecución.

En el Capítulo I, se presenta una visión panorámica del proceso industrial y las instalaciones de la segunda Planta de Aceros Arequipa, así como la interconexión con la red eléctrica.

En el Capítulo II, se indican los alcances, descripción y características de la zona del Proyecto. Al final se adjunta una relación completa de todos los planos del presente Proyecto.

En el Capítulo III, se analiza y procesan las distintas cargas de la Planta Industrial con el objeto de determinar las características básicas de los diferentes equipos y materiales a utilizarse en las instalaciones que comprende el presente Proyecto.

Contienen los siguientes aspectos:

1. Análisis de cargas
2. Diseño de cables de potencia

3. Diseño de transformadores de potencia
4. Diseño de equipo de maniobra, protección y medición.

En el Capítulo IV, se presenta el diseño de los Servicios Auxiliares, los que están constituidos por las fuentes y los circuitos de distribución de diferentes formas de energía y flúidos que son necesarios para asegurar el funcionamiento de las instalaciones de alta y baja tensión.

Primordialmente son las siguientes:

1. Servicios Auxiliares en corriente continúa:
 - Baterías 110 Vcc.
 - Rectificador-cargador de baterías 110 Vcc.
2. Servicios Auxiliares en corriente alterna:
 - Transformador de Servicios Auxiliares
 - Grupo de emergencia.

En el Capítulo V, se indican las Especificaciones Técnicas del equipo electromecánico de la Subestación.

Están comprendidas:

1. Equipo principal:
 - Transformador de potencia
 - Celdas 10 KV
 - Cables de potencia en 10 KV.
2. Equipo auxiliar:
 - Transformador de Servicios Auxiliares
 - Batería de acumuladores
 - Tableros de servicios auxiliares y rectificación
 - Grupo de emergencia.

Finalmente en el Capítulo VI, presentamos el Presupuesto General de las Instalaciones Eléctricas.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO

El objetivo de este capítulo inicial es dar una visión panorámica del proceso industrial y las instalaciones de la segunda Planta de Aceros Arequipa S.A.

1.2. ANTECEDENTES

La segunda Planta de Aceros Arequipa se encuentra ubicada en la Provincia de Pisco, departamento de Ica y a la altura del kilómetro 241 de la Carretera Panamericana Sur. Dicho complejo de laminación ocupa una extensión de aproximadamente 330 hectáreas.

La Planta de Laminación utiliza la materia prima preparada por Laminadora del Pacífico, la que se encuentra en el mismo lugar y hacen en conjunto un Complejo Siderúrgico de gran proporción.

La Planta de Laminación está destinada a laminar aceros comunes al carbono, aceros finos al carbono en calidades SAE 1020, SAE 1045, SAE 1090, SAE 1360, entre otros, y aceros aleados principalmente SAE 5160-H, SAE 4140 y SAE 9260, entre otros, partiendo de palanquillas con dimensiones de 120 x 120 mm de sección a 150 x 150 mm de sección para la obtención de productos finales de redondos en rollos, desde 5.5 mm de diámetro a 12 mm de diámetro y redondos -

en barras desde 10 mm a 50 mm de diámetro, platinas en barras desde 12 mm de ancho hasta 75 mm de ancho y espesores de 3 a 12 mm con enfriamiento en paquetes para las platinas de aceros aleados, además se laminarán perfiles ángulos, tees, desde 3/4" hasta 2" de dimensiones de alas y espesores desde 3 a 10 mm.

La producción horaria del horno será como mínimo de 25 - TM/h, previsto para funcionamiento continuo de 24 horas diarias.

La producción anual señalada para la instalación es de 80,000 TM/año en 6,000 horas de trabajo.

1.3. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA PLANTA

La Planta se compone fundamentalmente según plano de disposición N° AA-EM-002 de:

1.3.1. Horno de recalentamiento

De largueros móviles de 25 Tons/H de capacidad, completo, con su refractario, mesa de carga, rodillos de hornamiento y deshornamiento laterales, dispuestos para poder trabajar a una o dos filas con palanquillas desde 150 x 150 mm hasta 120 x 120 mm de sección en 2,000 a 4,000 mm de longitud.

1.3.2. Un equipo descascarillador

Para la palanquilla descargada del horno.

1.3.3. Un tren desbastador

De 2 cajas, un trío de \varnothing 520 x 1600 y un dúo \varnothing 520

x 1200 con su grupo de accionamiento, transmisiones, bases y con su mecanización a base de mesas, caminos de rodillos y dobladora.

1.3.4. Un tren abierto intermedio

Con 3 cajas horizontales, dos Dúos altos y una Dúo bajo, Ø 300/340 x 600 con su grupo de accionamiento, transmisiones, bases y con su mecanización a base de doblado - ras, arrastrador y cizalla.

1.3.5. Un arrastrador

Y demás elementos del Tren Desbastador al primer - Tren acabador para el laminado de redondos hasta 2" de diámetro.

1.3.6. Un tren continuo ler acabador

Con siete cajas, cinco de ellas horizontales, trasladables y las otras verticales Ø 310 x 600 con sus grupos de accionamiento, transmisiones, bases y su mecanización con los formadores de bucles correspondientes.

1.3.7. Una placa de enfriamiento

Para perfiles ligeros, longitud 44 m y anchura 7 m con Wimmmler, caminos de rodillos de entrada y salida, arrastrador, cizalla volante, cizalla de corte en frío, tope móvil, evacuador y cunas de recogida. La placa de enfriamiento estará equipada con los mecanismos para el - enfriamiento en paquetes de platinas de aceros aleados calidades SAE 5160 y SAE 9260 de hasta 4".

1.3.8. Un tren continuo Monoblock

2do. acabador de 6 cajas alternativamente horizontales/verticales, \varnothing 260 x 140 con grupo de accionamiento, transmisiones, bases, central de lubricación por microneblaje y su mecanización con cizalla y formador de bucles.

1.3.9. Un equipo de enfriamiento

Homogéneo y controlado con formador de rollos para alambrón con una bobinadora, transportador-enfriador de espiras, empujador, dispositivo de carga y cruz giratoria de recogida de rollos.

1.3.10. Centrales de lubricación por aceite y grasa para todos los mecanismos anteriores.

1.3.11. Servicios Auxiliares

Que comprenden la red de aire comprimido y de agua de refrigeración con sus moto-compresores, electrobombas, distribuciones, derivaciones, depósito de aire, torres de refrigeración, tubería y accesorios, etc.

1.4. DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL

Está constituido básicamente por las siguientes etapas:

1.4.1. Recalentamiento de la palanquilla hasta alcanzar una temperatura de 1200 °C.

1.4.2. Desbaste del material a través de las dos cajas del tren desbastador y de las tres cajas del tren intermedio, dependiendo el número de cajas a usar por el producto a laminar.

Como su nombre lo indica, esta parte del proceso consiste en ir reduciendo la sección de la palanquilla (120 x 120 ó 150 x 150 mm), hasta una sección adecuada para cada uno de los productos a laminar.

1.4.3. Primer acabador pasa a la mesa de enfriamiento, lo que constituye la LINEA DE BARRAS; llamada así por que los productos finales se presentan en forma de varillas o barras.

La mesa es del tipo de largueros fijos móviles, con camino de entradas de rodillos de velocidad regulable. Su particular construcción permite el enfriamiento de la barra sin deformación.

Finalmente las barras dispuestas en grupos son cortadas en longitudes de 6 a 12 metros por medio de una cizalla en frío y evacuadas a una cunas de recogido.

1.4.4. Segundo acabador, que se obtiene en cualquiera de las seis cajas del Monoblock. El producto obtenido pasa por el enfriamiento controlado y posteriormente, por la bobinadora puesta en horizontal que deposita las espiras sobre un transportador de rodillos. Debajo de este transportador están colocados unos ventiladores que soplan aire debajo de las espiras, enfriándolas de manera uniforme.

Al final de dicho transportador, los rollos quedan dispuesto debidamente y enviados sobre mesas motorizadas que sirven para el transporte de las bobinas a la cruz de car

A toda esta parte se le denomina LINEA DE HILOS. Los rollos tienen un peso de 420 kilogramos.

1.4.5. Enderezado de perfiles, en algunos productos, tales como ángulos, tees y platinas es necesario el enderezado final.

Esto se logra por medio de dos máquinas enderezadoras de rodillos. Finalmente se empaquetan y se almacenan estos productos.

1.5. INTERCONEXION CON LA RED ELECTRICA

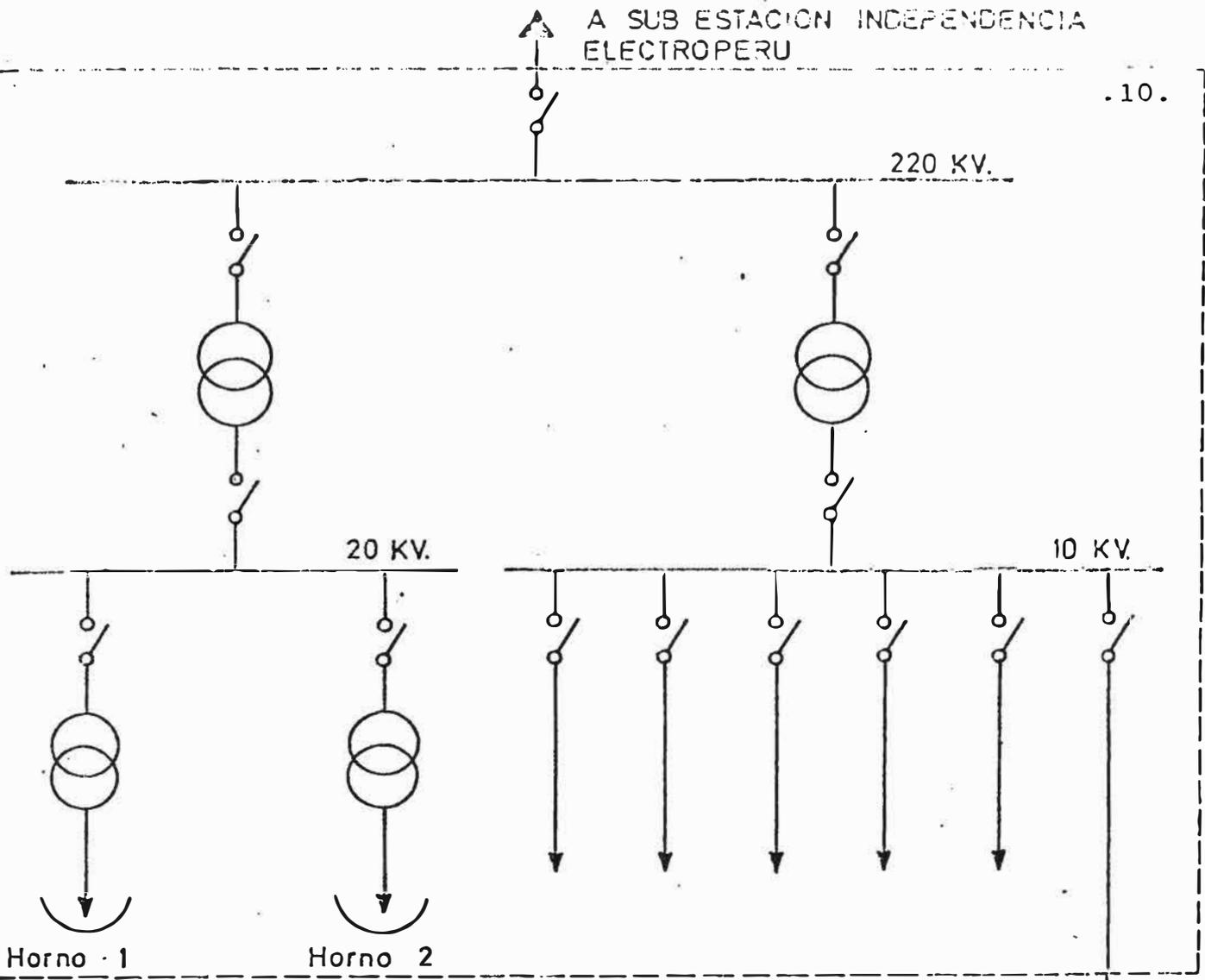
La energía eléctrica que se requiere para el Complejo Siderúrgico de Aceros Arequipa y Laminadora del Pacífico, será atendida o suministrada por ELECTROPERU, desde la subestación Independencia a través de una línea de alta tensión simple terna en 220 Kv.

La alimentación a la subestación de Aceros Arequipa es a través de un cable subterráneo de $3 \times 2 \times 240 \text{ mm}^2$, desde la salida en 10 Kv de la subestación de Laminadora del Pacífico hasta la llegada de la subestación de Aceros Arequipa.

En la Figura I-1 se presenta el esquema de las instalaciones de la subestación de Laminadora del Pacífico, en la cual se muestra el punto de alimentación a la subestación de Aceros Arequipa.

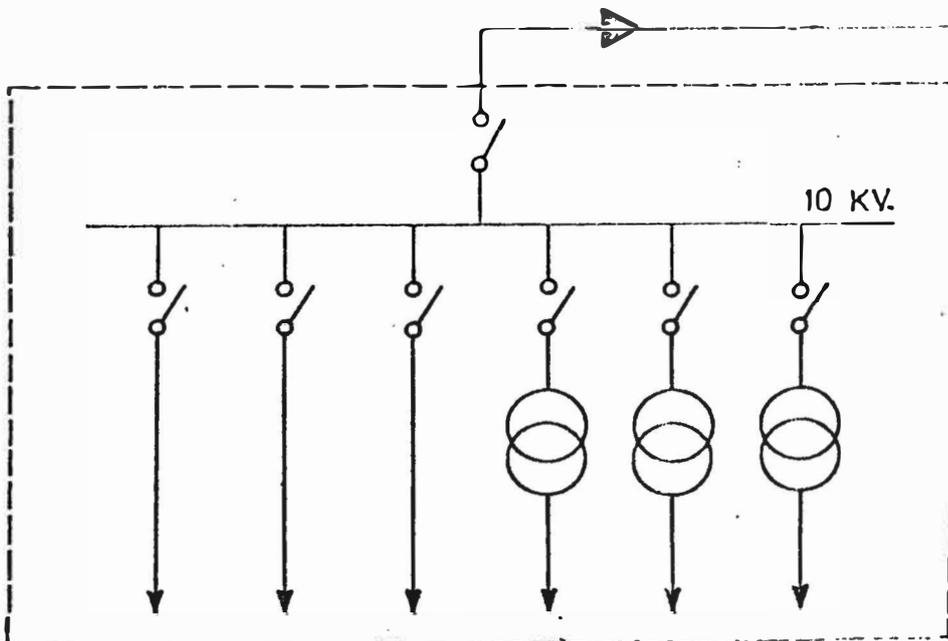
A SUB ESTACION INDEPENDENCIA ELECTROPERU

.10.



S.E. LAMINADORA DEL PACIFICO S.A.

CABLE SUBTERRANEO
2 x 3 x 240 mm²



S.E. ACEROS AREQUIPA S.A.

FIG. I-1

C A P I T U L O I I

MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del Proyecto eléctrico que se va a desarrollar, es el suministro e instalación de los equipos, materiales y accesorios necesarios para la puesta en servicio de la subestación de 10 MVA, 10/0.54/0.44 KV de la Planta N° 2 de Aceros Arequipa S.A. situados en la provincia de Pisco.

2.2. ALCANCES DEL PROYECTO

El desarrollo del Proyecto de Instalaciones Eléctriicas para la Planta N° 2 de Aceros Arequipa comprende:

Diseño de la subestación

Selección de alimentadores principales en 10 KV

Selección de transformadores de potencia

Selección del equipo de maniobra

Selección del equipo de protección

Selección del equipo de medición

Selección de equipo complementario (transformadores de medida, barras colectoras, etc).

Diseño de los Servicios Auxiliares

Especificaciones técnicas de equipos, materiales y accesorios necesarios.

Metrado y Presupuesto de suministro de equipos y materiales.

- Precipitaciones. Son prácticamente cero, durante el año.
- Humedad relativa. La humedad relativa es muy alta y con frecuencia alcanza valores entre 90 y 100%.
- Altura sobre el nivel del mar. La cota sobre el nivel del mar promedio para la zona del Proyecto es de 20 metros.

2.3.2.2. Contaminación.

La zona del Proyecto, en general, se puede considerar como de alta contaminación ambiental.

La atmósfera corrosiva contiene polvos en suspensión, humedad y contaminación procedente del mar.

2.3.3. Condiciones sísmicas.

El área donde se construirá el Proyecto, está considerada como una zona sísmica con intensidad registrada hasta 7 grados en la escala de Mercalli modificada. Se ha previsto que para el diseño de todas las instalaciones las condiciones sísmicas a ser soportadas son las siguientes:

- Aceleración vertical 0.2 g
- Aceleración horizontal 0.5 g
- Frecuencia 20 c/s

2.4. DESCRIPCION DEL PROYECTO

La Energía Eléctrica para todas las instalaciones de la Planta N° 2 de Aceros Arequipa S.A. es derivada del cir

cuito de 10 KV de la subestación de Laminadora del Pacífico.

Las características generales del suministro son:

Tensión	10 KV
Potencia de cortocircuito	250 MVA
Instalación	Subterránea
Frecuencia	60 Hz
Fases	3

La subestación presenta alimentación con tres niveles de tensión a las distintas cargas de la Planta:

Cargas en 10 KV.

Para lo cual se ha previsto tres celdas de salida con sus respectivos equipos de maniobra, medición y protección.

Alimentará a tres motores de 1000 Kw cada uno y se realizará por medio de alimentadores colocados en bandejas.

Cargas de 540 V.

Para lo cual se instalarán dos transformadores de 1800 KVA cada uno, cuya instalación será igual al anterior, equipados con sus respectivos aparatos de maniobra, protección y medición.

La alimentación de las celdas a los transformadores será a través de cables subterráneos colocados sobre bandejas.

Estas cargas están compuestas por siete motores de corriente continua, de excitación independiente de 300 - Kw cada uno.

Cargas de 440 V.

La subestación constará de un transformador de 2400 - KVA, instalación interior y equipada con sus respectivos equipos de maniobra, protección y medición. La alimentación de las celdas al transformador será a través de cables subterráneos colocados sobre bandejas. Estas cargas están constituidas por todos los demás equipos de la Planta, iluminación interior y exterior y demás servicios auxiliares.

La alimentación se realiza en forma independiente (distribución radial), lo que facilita los trabajos de mantenimiento y/o reparación en una de ellas, sin interferir en las otras.

En general se han utilizado factores de simultaneidad y de demanda altos, como consecuencia los diferentes circuitos resultan algo sobredimensionados, pero al mismo tiempo proporcionan cierta flexibilidad permitiendo el rápido crecimiento de las diferentes cargas.

2.5. PLANOS DEL PROYECTO

El desarrollo completo del presente Proyecto comprende los siguientes planos:

DESIGNACION	NUMERO
Plano de ubicación	AA-EM-001
Disposición de planta de los equipos:	AA-EM-002
Esquema unifilar	AA-IE-001
Disposición subestación	: AA-IE-002
Sala de transformación	: AA-IE-003

Celdas 10 KV	:	AA-IE-004
Servicios Auxiliares	·	AA-IE-005

C A P I T U L O I I I

DISEÑO DE LA SUBESTACION

El presente capítulo tiene por finalidad analizar y procesar las distintas cargas de la Planta Industrial N° 2 de Aceros Arequipa S.A., con el objeto de determinar las características básicas de los diferentes equipos y materiales a utilizarse en las instalaciones que comprende el presente Proyecto.

Los criterios de cálculos empleados para la determinación de los distintos elementos se realizarán de acuerdo a Normas CEI y a lo establecido por el Código Eléctrico del Perú.

3.1. ANALISIS DE CARGAS

La planta industrial ACEROS AREQUIPA S.A., Planta N° 2 presenta tres cargas bien definidas:

Cargas en	10,000 V
Cargas en	540 V
Cargas en	440 V.

3.1.1. Cargas en 10,000 V.

Las cargas en 10,000 V. están comprendidas por tres motores asíncronos de anillos rozantes, cuyas características son:

Potencia	1000 Kw
Tensión	10 KV

Corriente	73 A
Velocidad :	888 RPM
Cos ϕ	0.83
Tensión rotórica	1450 V
Corriente rotórica	440 A

3.1.2. Cargas en 540 V

Las cargas en 540 V están comprendidas por siete -- motores de corriente continua con excitación independiente, cuyas características son:

Potencia	: 0/300/300 Kw
Tensión	: 0/600/600 Vcc
Velocidad	0/1150/1800 RPM
Corriente	566 Amp.
Sobrecarga:	25% = 707 A
Tensión ex citación	: 160 Vcc
Corriente excitación:	28 A.

3.1.3. Cargas en 440 V

Las cargas en 440 V se presentan en las siguientes tablas (III-1 al III-15) las cuales han sido consideradas en 16 circuitos, cuya distribución es la siguiente:

1. Planta de agua
2. Línea de hilos
3. Tren desbastador
4. Línea de barras
5. Reserva

6. Enderezadoras
7. Tren intermedio
8. Campos y regulación
9. Grupo de frecuencia variable
10. Horno Bendotti
11. Aire acondicionado
12. Grúas
13. Compresoras
14. Servicios Auxiliares
15. Tomacorrientes
16. Talleres
17. Reserva
18. Reserva.

La nomenclatura empleada en la tabla es:

P. U. = Potencia útil en Kw (dato de placa)

P. E. = $1.73 \times V \times I \times \text{Cos } \emptyset$ = Potencia entregada por la red.

P. R. = Potencia reactiva en KVAR

Cos \emptyset = Factor de potencia.

En la tabla III-16 se presenta el resumen de la carga en 440 V.

El análisis de cargas nos permitirá seleccionar los equipos y aparatos necesarios para la Planta Industrial.

DISTRIBUCION DE CARGAS

PLANTA DE AGUA

Tabla N°: III-1
Circuito N°: 1
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Bomba alimentación agua "A"	4	18.5	39	0.86	102	60.5
2	Bombas alimentación torres de enfriamiento	3	7.5	16	0.86	525	31.1
3	Ventiladores de torres	2	7.5	16	0.86	21	12.5
4	Bomba alimentación agua "B"	4	30	60	0.86	156	92.6
5	Bomba retorno agua "B"	4	15	31	0.86	80	47.4
6	Bomba galería	3	11	20	0.85	38.8	24.0
7	Bomba reservorio	1	18	24	0.87	15.9	9.0
8	Bomba tanque elevado	1	3.7	7.5	0.86	4.9	2.9
9	Bomba pozo N°2	1	5.5	11	0.75	6.2	5.4
10	Bomba pozo N°6	1	5.5	11	0.75	6.2	5.4
						483.3	290.8

DISTRIBUCION DE CARGAS

Tabla N°: III-2
Circuito N°: 2
Tensión : 440 V

LINEA DE HILOS

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Cizalla rotante	1	15	26	0.85	16.8	10.4
2	Ventilador Motor Monoblock	1	1.5	3.8	0.70	2.0	2.0
3	Regulación cilindros	6	2.2	5.2	0.83	19.2	12.9
4	Central lubricación N°1	1	7.5	15	0.83	9.4	6.3
5	Bombas enfriamiento	3	11	21	0.86	41.1	24.4
6	Arrastrador D.C. (520V-46A)	1	22	-	0.86	22	13
7	Ventilador arrastrador	1	0.87	2	0.7	1.0	1.0
8	Bobinadora D.C. (470V-105A)	1	45	-	0.86	45	26.7
9	Ventilador Bobinadora	1	1.1	2.7	0.7	1.4	1.4
10	Rodillos espiras D.C. (260V- 15.3 A)	7	3.4	-	0.86	238	141.2
11	Ventilador espiras N° 1	1	75	120	0.83	77	51.7

sigue ...

Viene Tabla III-2

D I S T R I B U C I O N D E C A R G A S							
L I N E A D E H I L O S						Tabla N°: III-2 Circuito N°: 2 Tensión : 440 V	
ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
12	Ventilador espiras N° 2	1	45	73	0.83	46	30.9
13	Rodillos evacuacion rollos	2	2.2	5.2	0.75	5.9	5.2
14	Cruzeta	1	4	8	0.80	4.8	3.6
15	Central lubricación N° 2	1	2.2	5	0.75	2.8	2.5
						532.4	333.2

DISTRIBUCION DE CARGAS

TREN DESBASTE

Tabla N°: III-3
Circuito N°: 3
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS Ø	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Ventilador colector	1	1.5	3.8	0.80	2.3	1.7
2	Motor reóstato	1	0.75	2.25	0.70	1.2	1.7
3	Freno volante	1	7.5	16	0.705	8.6	8.6
4	Bombas lubricación	1	5.5	11.3	0.82	7.0	4.9
5	Rodillos salida horno	1	3	7	0.71	3.8	3.7
6	Rodillos entrada desbaste	6	2.2	5.5	0.85	21.3	13.2
7	Rodillos fijos	11	5.5	11.3	0.85	60.3	37.4
8	Rodillos móviles	8	2.2	5.5	0.85	28.4	17.6
9	Rodillos continuación fijo	7	2.2	5.5	0.85	24.9	15.4
10	Rodillos continuación móvil	10	5.5	11.3	0.85	73.0	45.3
11	Cizalla volante N° 1	1	45	80	0.82	49.9	34.8
12	Ventilador cizalla	1	1.1	2.7	0.75	1.5	1.3
						282.2	185.1

DISTRIBUCION DE CARGAS

LINEA DE BARRAS

Tabla N°: III-4
Circuito N°: 4
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION.	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Motor arrastrador D.C. (500y-49 A)	1	22	-	0.86	22	13
2	Ventilador arrastrador	1	0.87	1.5	0.83	0.9	0.6
3	Motor cizalla N° 2 (440y-136A)	1	55	-	0.86	55	32.6
4	Ventilador cizalla	1	1.1	2.7	0.85	1.7	1.0
5	Ventilador embrague	1	0.37	0.6	0.83	0.4	0.2
6	Motor rastrillos	1	45	73	0.85	47.7	28.3
7	Motor Wimmmlers	1	18.5	33	0.86	21.6	12.8
8	Rodillos salida placa	39	2.2	5.5	0.75	122.0	107.6
9	Cizalla en frío	1	30	53	0.86	34.6	20.5
10	Rodillos salida cizalla	11	2.2	5.5	0.75	34.0	29.9
						339.9	246.5

D I S T R I B U C I O N D E C A R G A S

E N D E R E Z A D O R A S

Tabla N°: III-5
Circuito N°: 6
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS Ø	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Motorrodillo E-1	1	0.55	1.1	0.75	0.6	0.5
2	Motor principal E-1	2	11	20	0.80	25.8	19.4
3	Motorrodillo E-2	1	0.55	1.1	0.75	0.6	0.5
4	Motor principal E-2	2	11	20	0.80	25.8	19.4
						52.8	39.8

DISTRIBUCION DE CARGAS

TREN INTERMEDIO

Tabla N°: III-6
Circuito N°: 7
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Ventilador motor T.I.	1	1.5	3.8	0.86	2.5	1.5
2	Central lubricación	3	5.5	11.3	0.85	21.9	13.6
3	Regulación cilindros	10	2.2	5.1	0.75	29.0	25.6
4	Arrastradores	2	22	41.5	0.775	48.9	39.8
5	Traslación de jaulas H.	5	2	3.3	0.75	9.4	8.3
6	Traslación de jaulas Y.	2	3.7	5.8	0.80	7.0	5.2
7	Central hidráulica	2	5.5	11.3	0.85	14.6	9.0
						133.3	103

DISTRIBUCION DE CARGAS

CAMPOS Y REGULACION

Tabla N°: III-7
Circuito N°: 8
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP.	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Ventilador Motores Jaulas	7	5.5	11.3	0.85	51	31.6
2	Campos (160 V - 28 A)	7	4.5	--	0.86	31.5	18.7
						82.5	50.3

DISTRIBUCION DE CARGAS

GRUPO DE FRECUENCIA VARIABLE

Tabla N°: III-8
Circuito N°: 9
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Ventilador Motor	1	0.75	1.6	0.86	1.0	0.6
2	Ventilador Generador	1	2.2	4.2	0.86	2.7	1.6
3	Motor D.C. (500 V - 415 A)	1	194	-	0.86	194	115
						197.7	117.3

D I S T R I B U C I O N D E C A R G A S

H O R N O B E N D O T T I

Tabla N°: III-9
Circuito N°: 10
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Bomba circulación	2	0.6	1.4	0.86	1.8	1.0
2	Calentador final	4	21	-	1.0	84	-
3	Bomba línea	2	2.2	4.5	0.86	5.9	3.5
4	Calentador línea	2	14	-	1.0	28	-
5	Calentador tanque	1	7	-	1.0	7	-
6	Motor compuerta gases	1	0.6	1.4	0.75	0.8	0.7
7	Ventiladores	2	22	39	0.85	50	30.9
8	Ventilador chimenea	1	5.6	11.3	0.73	6.1	5.7
9	Bombas hidráulicas	5	11	20	0.80	60.8	45.6
10	Rodillos deshornamiento	6	0.75	1.8	0.7	4.8	4.8
						249.2	92.2

DISTRIBUCION DE CARGAS

AIRE ACONDICIONADO

Tabla N° : III-10

Circuito N°: 11

Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Ventilador aire Ext.	1	0.7	1.5	0.75	0.8	0.7
2	Ventilador filtro	1	0.55	1.1	0.78	0.6	0.5
3	Ventilador	1	7	12	0.82	7.4	5.1
4	Compresor	2	13	23	0.83	29	19.5
						37.8	25.8

D I S T R I B U C I O N D E C A R G A S

G R U A S

Tabla N°: III-11
Circuito N°: 12
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Traslación puente 25 TM	2	7.5	13.7	0.86	17.9	10.6
2	Traslación carro 25 TM	1	7.5	13.7	0.86	8.9	5.3
3	Motor gancho lenta 25 TM	1	7.5	13.7	0.86	8.9	5.3
4	Motor gancho rápida 25 TM	1	42.5	73	0.80	44.4	33.3
5	Motor gancho lenta 5 TM	1	3.0	5.8	0.85	3.7	2.3
6	Motor gancho rapida 5 TM	1	13.4	23	0.80	14.0	10.5
1	Traslación puente 10 TM	2	4.1	6.3	0.86	8.4	4.9
2	Traslación carro 10 TM	1	2.8	4.3	0.70	2.9	2.9
3	Motor gancho lenta 10 TM	1	4.1	6.3	0.75	4.2	3.7
4	Motor gancho rápida 10 TM	1	22.4	39	0.83	24.6	16.5
1	Traslación puente 8 TM	2	0.9	2.2	0.83	2.7	1.8
2	Traslación carro 8 TM	1	0.6	1.6	0.76	0.9	0.7
3	Motor gancho lenta 8 TM	1	1.9	3.0	0.85	2.0	1.0
4	Motor gancho rápida 8 TM	1	6.0	11.0	0.85	7.1	4.4
						150.6	103.4

D I S T R I B U C I O N D E C A R G A S

C O M P R E S O R A S

Tabla N°: III-12
Circuito N°: 13
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Motor compresor	4	47.7	7.8	0.85	201.5	124.8
						201.5	124.8

DISTRIBUCION DE CARGAS							
SERVICIOS AUXILIARES						Tabla	: III-13
						Circuito N°:	14
						Tensión	: 440 V
ITEM		CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Servicios Auxiliares	-	-	-	-	200	150
						200	150

NOTA: En el capítulo IV se -
 presenta el cálculo de
 los Servicios Auxilia-
 res.

D I S T R I B U C I O N D E C A R G A S

T A L L E R E S

Tabla N°: III-15
Circuito N°: 16
Tensión : 440 V

ITEM	DESIGNACION	CANT	P.U. KW	I AMP	COS ϕ	P.E. KW	P.R. KVAR
1	Torno T-500	1	22.4	39	0.85	25.2	15.6
2	Torno TM-30	1	11.2	20.1	0.82	12.5	8.7
3	Fresadora Universal FU-180	1	11.2	20.1	0.82	12.5	8.7
4	Fresadora ZAMI	1	3.0	5.8	0.85	3.7	2.3
5	Fresadora FU-1	1	7.5	13.7	0.83	8.6	5.8
6	Taladro	1	3.7	6.0	0.86	3.9	2.3
7	Afiladora Universal	1	1.0	2.3	0.75	1.3	1.1
8	Limadora	1	2.2	4.4	0.80	2.6	2.0
						70.3	46.5

TABLA III-16 - RESUMEN DE CARGAS

CIRCUITO	DESIGNACION	P.E. KW	F.D.	M.D.	P.R. KVAR
1	Planta de Agua	483.3	0.6	290.0	290.8
2	Línea de Hilos	532.4	0.8	426.0	333.2
3	Desbaste	282.2	0.8	225.8	185.1
4	Línea de Barras	339.9	0.8	272.0	246.5
5	Enderezadoras	52.8	0.6	31.7	39.8
6	Tren Intermedio	133.3	0.5	66.7	103.0
7	Campos y Regulación	82.5	0.9	74.3	50.3
8	Grupo de Emergencia V	197.7	0.8	158.2	117.3
9	Horno	249.2	0.7	174.4	92.2
10	Aire Acondicionado	37.8	0.6	22.7	25.8
11	Grúas	150.6	0.7	105.4	103.4
12	Compresoras	201.5	0.7	141.0	124.0
13	Servicios Auxiliares	333.3	0.6	200.0	150.0
14	Tomacorrientes	150.0	0.35	52.5	89.0
15	Talleres	70.3	0.6	42.2	46.5
		3,296.8		2,282.9	1,997.7

COS Ø Promedio = 0.855

3.2. CRITERIOS DE CALCULOS

3.2.1. Alimentador General en 10 KV

El cable alimentará a la subestación de Aceros Arequipa, desde la subestación de Laminadora del Pacífico. Se elige cable del tipo NYSY, el cual tiene capa semiconductora extruídas sobre el conductor de aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC), pantalla conformada por cinta semiconductora sobre el aislamiento y cinta de cobre y cubierta protectora de cloruro de polivinilo (PVC) de color rojo.

a) Datos

Potencia	: 10 MVA
Factor de potencia	: 0.85
Tensión de servicio	: 10 KV
Longitud de cable (L)	: 350 mts
Tipo de cable	: NYSY (Unipolar)
Número de conductores por fase	: 2
Tipo de instalación	: subterránea
Temperatura del terreno	: 20 °C
Conductividad térmica del terreno:	100°C cm/W
Caída de tensión admisible	: 5%
Pérdida de potencia admisible	: 2%

b) Cálculos

b.1. Cálculo de I nominal (In)

$$\begin{aligned}
 I_n(A) &= \frac{1000 \times MVA}{1.73 \times KV} \\
 &= \frac{1000 \times 10}{1.73 \times 10} = 578
 \end{aligned}$$

b.2. Cálculo de I diseño (Id):

$$I_d = \frac{I_n}{2 \times K_e}$$

$$K_e = k_t \times k_{tt} = 1 \times 1 = 1$$

donde:

k_e = factor de corrección

k_t = corrección por temperatura

k_{tt} = corrección por conductividad térmica del terreno

$$I_d \text{ (A)} = \frac{578}{2 \times 1} = 289$$

Para esta capacidad es necesario un cable de 240 mm².

b.3. Comprobación por caída de tensión:

$$\begin{aligned} V &= 1.73 \times I_d \times L \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \\ &= 1.73 \times 289 \times 0.35 \times (0.074 \times 0.85 + 0.121 \times 0.53) \\ &= 22.2 \text{ V.} \end{aligned}$$

Esta caída de tensión es menor que el 5% admisible (500 V).

b.4. Comprobación de pérdida de potencia:

$$KVA (\%) = \frac{100 R \times L \times KVA \times 10^3}{V^2}$$

donde: L = longitud de la línea en Km

R = resistencia del cable en ohm/Km

V = tensión en voltios

$$KVA (\%) = \frac{100 \times 0.074 \times 0.35 \times 10000 \times 10^3}{10^8} = 0.26$$

Por b.1, b.2, b.3 y b.4 concluimos que la sección del cable será de $2 \times 240 \text{ mm}^2$ por fase.

En la Figura III-1 se indican los detalles de la instalación de los terminales en los extremos del cable.

3.2.2. Alimentadores en 10 KV (salidas)

Siguiendo el mismo criterio utilizado en la selección del alimentador general, en la Tabla III-17 se presentan las características y datos de cables escogidos.

3.2.3. Transformadores de Potencia

Debido al funcionamiento de la planta en el cual el tren continuo pueden ser cajas acabadoras, cualquiera de ellas (dependiendo del producto a laminar), es conveniente tener en el tren continuo, dos transformadores de una misma potencia.

De esta manera se pueden tener un stock de repuestos comunes a ellos.

Además de la potencia de los transformadores, hay otros factores que deben tomarse en cuenta, tales como:

- Tipo de enfriamiento
- Altitud y tipo de instalación
- Regulación de tensión
- Grupo de conexión

3.2.3.1. Trafo 10/0.44 KV (T_3)

De acuerdo al estudio de cargas realizadas, la demanda de los circuitos es de 2,289.9 Kw; teniendo en cuenta

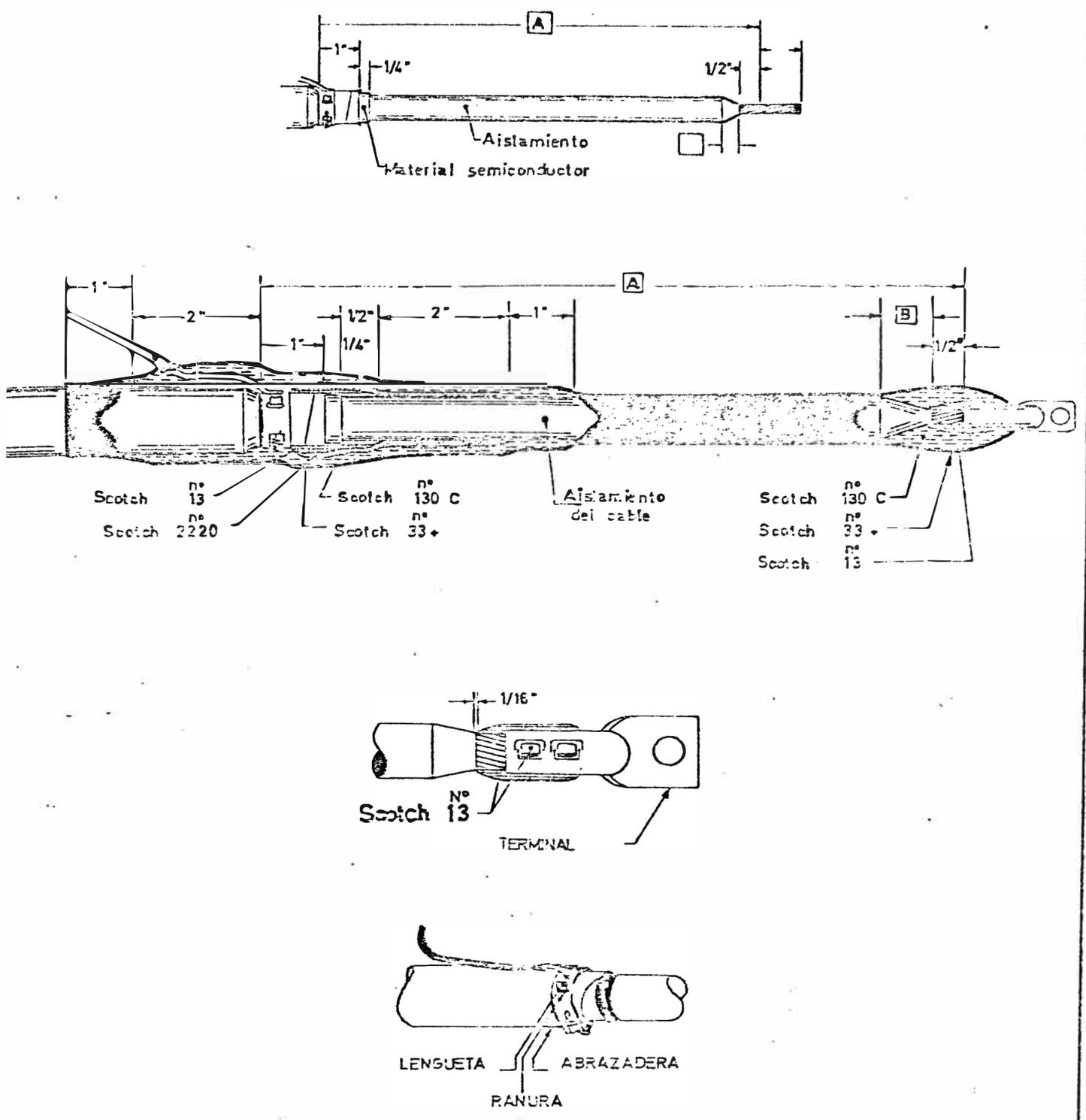


FIG. III-1

VOLTAGE	A	B
5 KV	12 3/4"	1/2"
6 KV	15"	3/4"
15 KV (100-133%)	20"	3/4"

TABLA III 17 - ALIMENTADORES EN 10 KV (Salidas)

DESIGNACION	ALIMENTADOR A:					
	DESBASTE	T.INTERMEDIO	MONOBLOCK	TRAFO N° 1	TRAFO N° 2	TRAFO N°3
POTENCIA (MVA)	1.2	1.2	1.2	1.8	1.8	2.4
FACTOR DE POTENCIA	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
TENSION DE SERVICIO (KV)	10	10	10	10	10	10
LONGITUD DEL CABLE (mts)	80	25	70	30	35	25
TIPO DEL CABLE (UNIPOLAR)	NYSY	NYSY	NYSY	NYSY	NYSY	NYSY
N° DE CONDUCTORES POR FASE	1	1	1	1	1	1
TIPO DE INSTALACION	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA	BANDEJA
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	40	40	40	35	35	35
CAIDA DE TENSION ADMISIBLE (%)	5	5	5	5	5	5
PERDIDA DE POTENCIA ADMISIBLE (%)	2	2	2	2	2	2
I NOMINAL (A)	70	70	70	104	104	104
CONSTANTE DE CORRECCION (ke)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
I DISEÑO (A)	94	94	94	138	138	184
CONDUCTOR PRE-SELECCIONADO (mm ²)	25	25	25	35	35	50
CAIDA DE TENSION (%)	0.001	0.0003	0.0008	0.0004	0.0005	0.0005
PERDIDA DE POTENCIA (%)	0.07	0.02	0.06	0.03	0.04	0.03
CONDUCTOR SELECCIONADO (mm ²)	50	50	50	50	50	50

ta un 25% de reserva y un factor de simultaneidad (f.s.) de 0.65, la máxima demanda (M.D.) del sistema será:

$$\text{M.D. (KW)} = 1.25 \times \text{f.s.} \times D$$

donde: $\text{f.s.} = 0.65$

$$D = 2,282.9 \text{ KW}$$

$$\text{M.D. (KW)} = 1.25 \times 0.65 \times 2,282.9$$

$$\text{M.D. (KW)} = 1,855$$

Considerando un factor de potencia promedio de 0.855, la potencia del transformador será:

$$\text{P. TRAF0} = \frac{1,890}{0.855} = 2,169 \text{ KVA}$$

Elegimos un transformador con las siguientes características

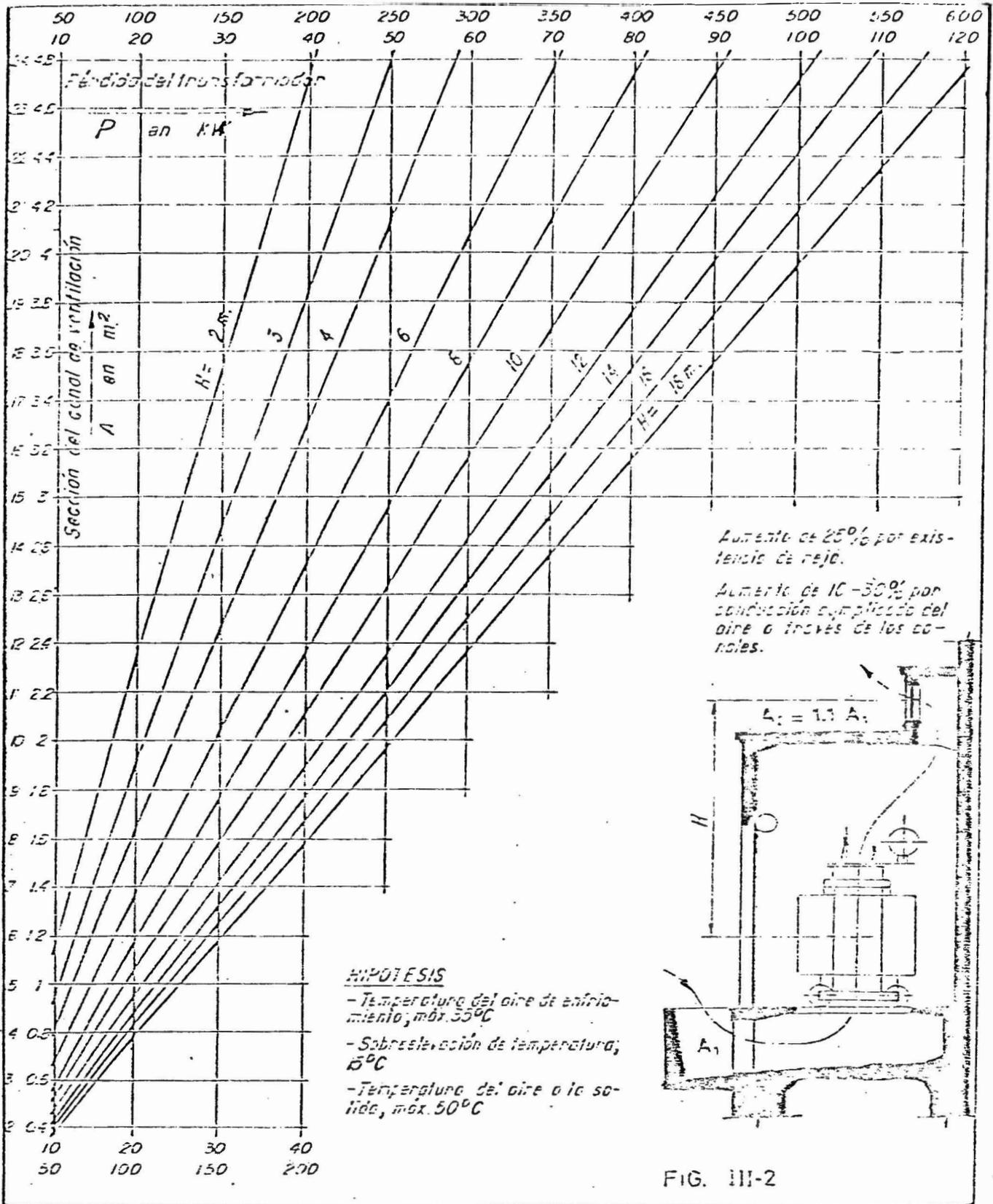
cas: Potencia : 2,400 KVA
 Tensión primaria : 10,000 \pm 5% (5 x 2.5%) V.
 Tensión secundaria : 440 V
 Grupo de conexión : DYn 11 (neutro accesible)
 Tensión de cortocircuito: 6%
 Altitud : 1,000 m.s.n.m.
 Tipo de instalación : interior
 Tipo de enfriamiento: ONAN

Las dimensiones de las ventanas de la cabina (entrada y salida de aire) quedan determinados por la Figura N° III-2 en la que:

P = 40 KW, pérdidas totales del transformador

H = 3 mts, altura entre el punto medio del transformador y el punto medio del canal de salida.

VENTILACION DE TRANSFORMADORES DETERMINACION DE LA SECCION DE LOS CANALES



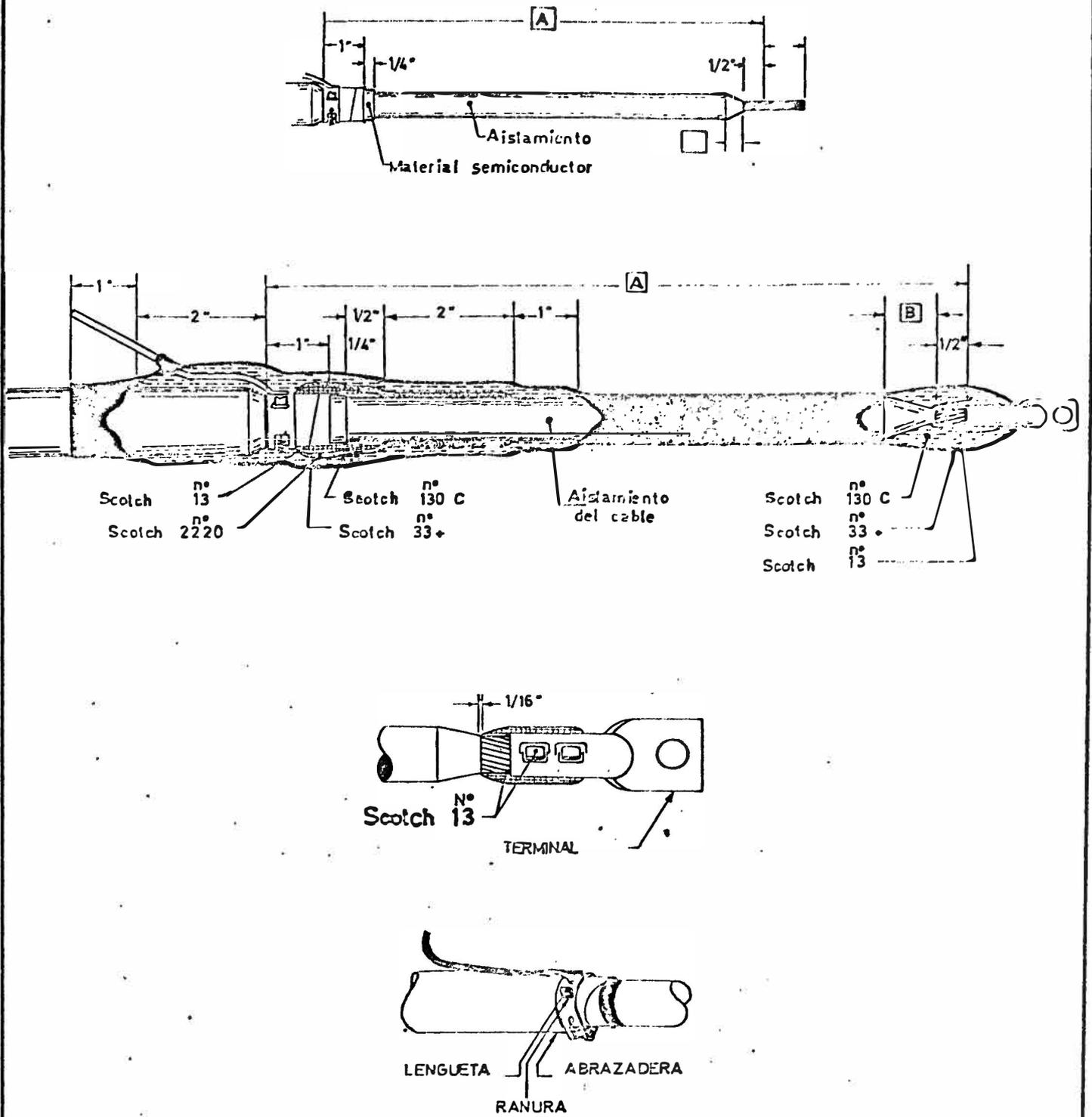


FIG. III-1

VOLTAGE	A	B
5 KV	12 3/4"	1/2"
8 KV	15"	3/4"
15 KV (100-133%)	20"	3/4"

A_1 = área del canal de entrada

$A_2 = 1.1 \times A_1$ = Area del canal de salida

R = resistencia que ofrece el camino que sigue la corriente de aire.

Del gráfico tenemos:

$$A_1 = 3.8 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 4.2 \text{ m}^2$$

En el plano N° IE-002, aparece la sala del transformador. Las Especificaciones Técnicas completas se encuentran en el capítulo correspondiente.

3.2.3.2. Trafo 10/0.54 KV (T_1 y T_2)

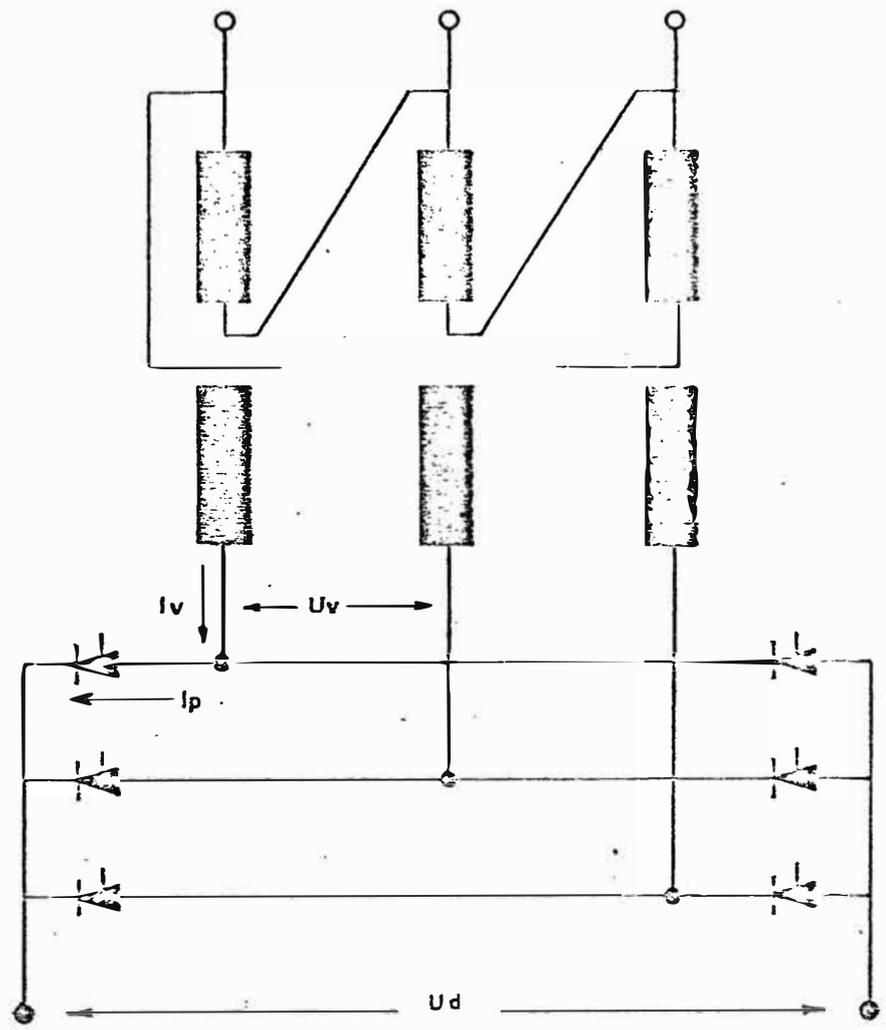
Este transformador alimentará a cuatro convertidores estáticos a tiristores, los cuales a su vez alimentarán a igual número de motores de corriente continua de excitación independiente, cuyas características son:

Potencia	: 0/300 /300 KW
Velocidad	: 0/1150/1800 R.P.M
* Tensión de inducido	: 0/ 600/600 VD.C.
Tensión máxima de excitación	: 160 V.
Corriente maxima de excitación	: 28 Amp.
* Corriente de inducido	: 566 A.

La potencia aparente necesaria para cada convertidor según la Figura III-2A será:

$$\frac{S_c}{U_{di} \times I_d} = 1.05$$

P	$\frac{U_{di}}{U_{vo}}$	$\frac{I_p}{I_d}$	$\frac{I_v}{I_d}$	$\frac{I_i}{I_d}$	$\frac{S_i}{U_{di} \cdot I_d}$	$\frac{S_r}{U_{di} \cdot I_d}$	K
6	1,350	0,577	0,816	1,05	1,05	1,05	0,500



CONVERTIDOR DE PUENTE DE SEIS PULSOS

FIG. III-2A

- | | | | |
|-------------------|--|------------------|--|
| P. | Numero de pulsaciones. | I _d . | Corriente C.C. (promedio aritmético) |
| U _{di} . | Voltaje C.C. ideal con ángulo de demora cero | I _i . | Corriente ideal lado línea |
| U _{vo} . | Voltaje sin carga lado válvula. | S _i . | Potencia aparente ideal lado línea |
| I _p . | Corriente de armadura (valor RMS) | S _r . | Potencia nominal del transformador |
| I _v . | Corriente lado válvula (valor RMS) | K. | Factor para determinar la caída inductiva de voltaje |

donde: $U_{di} = 600 \text{ V}$

$$I_d = 566 \text{ A}$$

$$\alpha = 30^\circ \text{ (ángulo de disparo)}$$

$$S_c = 1.05 \times \frac{600}{\cos \alpha} \times 566 = 412 \text{ KVA}$$

La potencia del transformador será:

$$S_{tr} = N \times f.c \times f.s \times S_c$$

donde: $N = 4$, número de convertidores

$f.c = 0.85$, factor de carga

$f.s = 1.25$, factor de seguridad

$S_c = 412$, potencia de cada convertidor

$$S_{tr} = 4 \times 0.85 \times 1.25 \times 412 = 1751 \text{ KVA}$$

La tensión del secundario del transformador está dada por:

$$\frac{U_{di}}{U_{vo}} = 1.35 \cos \alpha$$

$$U_{vo} = \frac{U_d}{\cos \alpha} \times \frac{1}{1.35} = \frac{600}{0.866} \times \frac{1}{1.35} = 513 \text{ V}$$

La tensión en el secundario del transformador será = 513 V.

El primario del transformador se conecta habitualmente en triángulo para anular el tercer armónico de la red. De la configuración se observa que no se requiere la salida del neutro del secundario del transformador por no tener conexión directa con la carga, por lo que elegimos un transformador con las siguientes características:

Potencia : 1,800 KVA

Tensión primaria: 10,000 \pm 5% (5 x 2.5%) V.

Tensión secundaria : 540 V
Grupo de conexión DYn 11 (neutro aislado)
Tensión de cortocircuito: 6%
Altitud 1000 m.s.n.m.
Tipo de instalación . Interior
Tipo de enfriamiento ONAN

Las dimensiones de las ventanas de la sala del transformador se dimensionan siguiendo el mismo criterio que el transformador de 2400 KVA (T_3), es decir:

$P = 30$ KW, pérdidas totales del transformador

$H = 3$ mts, altura entre el punto medio del transformador y el punto medio del canal de salida.

Entonces: $A_1 = m^2 = 2.8 m^2$

$A_2 = 1.1 A_1 = m^2 = 3.08 m^2$

El transformador (T_2) se selecciona idéntico al T_1 .

En el plano N° IE-002 aparecen las salas de ambos transformadores.

Las Especificaciones Técnicas completas se muestran en el capítulo correspondiente.

3.2.4. Transformadores de Medidas

Los objetivos principales de los transformadores de medida serán:

- Aislar o separar los circuitos y aparatos de medida y protección de los de alta tensión.

Evitar perturbaciones electromagnéticas de las corrientes fuertes y reducir corrientes de cortocircuito a valores admisibles en delicados aparatos de medida.

- Obtener intensidades de corriente o tensiones proporcionales (por lo menos en determinada zona) a las que se desea medir o vigilar y transmitirlos a los aparatos apropiados.

Este examen pone de manifiesto que la buena elección de los transformadores de medida no se limitará a una relación de transformación y a una tensión nominal (aislamiento). Debe, además de proporcionar la debida precisión, garantizar la seguridad personal y de la instalación, así como proteger a los aparatos.

Para la correcta elección de los transformadores de medida seguiremos las siguientes consideraciones básicas:

1. Elección del nivel de aislamiento normalizado (según normas C.E.I), al propio tiempo que del tipo constructivo, sea para instalación interior o exterior.
2. Elección de la relación de transformación nominal: Se seleccionarán generalmente valores normalizados. Con respecto a la capacidad de sobrecarga de los transformadores, daremos preferencia a los llamados de gama extendida o sea los que preveen cargas de hasta 200%.
3. Elección de la clase de precisión: Seguiremos las recomendadas por las normas C.E.I (Publicaciones Nros. 185

y 186A) y según los usos más generalizados.

4. Determinación de la potencia nominal (o potencia de precisión) necesaria: Como un transformador de medida trabajando con una carga o potencia secundaria (mayores que las nominales) puede proporcionar errores superiores a los que a su clase corresponden, incluso en el margen normal de corrientes, es preciso conocer exacta o aproximadamente la potencia necesaria (VA) para un determinado circuito (consumo) con el fin de elegir el transformador adecuado.

Con los consumos (VA) más comunes de aparatos, instrumentos y conductores, hallaremos estas potencias nominales. Los consumos de los aparatos (VA) suelen ser inductivos en distinta cuantía (factores de potencia 0.4 1). Aún cuando teóricamente los consumos amperimétricos en serie deben sumarse vectorialmente (potencias complejas), es práctica corriente hacerlo aritméticamente.

5. Adopción del índice de sobreintensidad : Siendo éste el múltiplo de la intensidad nominal primaria que como consecuencia de la saturación motiva un error de intensidad del 10%, su valor variará aproximadamente en razón inversa a la carga.
6. Se elegirán transformadores con uno o varios núcleos según se trate de alimentar aparatos con requerimiento semejante o no.

7. Resistencia a los esfuerzos dinámicos internos por determinación de I_{din} requerida. Luego se elegirá I_{din} tal, que siendo la corriente de cortocircuito de cho que I_{ch} (cresta de la primera semionda).

$$I_{din} = I_{ch} = 1.8 \sqrt{2} \times I_{ccp} = 2.54 I_{ccp}$$

A los efectos de los esfuerzos dinámicos externos, se procederá al cálculo como si se tratase de un aislador de apoyo.

8. Resistencia a los efectos térmicos de duración t : De acuerdo a las normas consideraremos que el transformador es adecuado a este efecto, sí:

$$I_{term} = I_{ccp} \times \sqrt{t}$$

Las principales características de los transformadores de medida aparecen en las tablas números III-19 y III-20 en las cuales se anotan, en primer lugar los datos obtenidos del diseño de la subestación, con los cuales se va a especificar los transformadores requeridos. Los datos adicionales de estos transformadores se anotan en las Especificaciones Técnicas de todos los equipos de la instalación.

TABLA III 19 - TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

		CELDA LLEGADA 10 KV (1)	CELDA SALIDA 10 KV (2,3,4)	CELDA SAL. 10 KV (5,6,7)	
DATOS DE DISEÑO	Corriente nominal de la red (A)	578	73	130	
	CONSUMO DE EQUIPOS (VA)	De protección	--	25	25
		De medida	10	5	5
	Distancia de transformador de medida (ida + vuelta) (mts)		40	30	30
	Consumo del cable (VA)		7	6	6
	CONSUMO TOTAL ESTIMADO (VA)	De protección	--	31	31
De medida		17	11	11	
DATOS A ESPECIFICAR (normalizados)	Relación de transformación	600/5	100/5/5A	150/5/5A	
	Potencia del arrollamiento de protección (VA)	--	40	40	
	Clase de precisión del arrollamiento de protección	--	5p 10	5p 10	
	Potencia del arrollamiento de medida (VA)	25	15	15	
	Clase de precisión del arrollamiento de medida	0.5	0.5	0.5	

TABLA III 20 - TRANSFORMADORES DE TENSION

		Celda llegada	Transformador para tensiones sincrónicas
DATOS DE DISEÑO	Tensión de la red (KV)	10	10
	Consumo de e- quipos (VA)	25	20
DATOS A ESPECI FICAR	Tipo de trans- formador	Inductivo	Inductivo
	Relación de transforma- ción	$\frac{10,000}{100} : \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \text{ v}$	$\frac{10,000}{380} : \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} \text{ v}$
	Potencia de arrollamiento (VA)	200	150
	Clase de pre- cisión	0.5	0.5

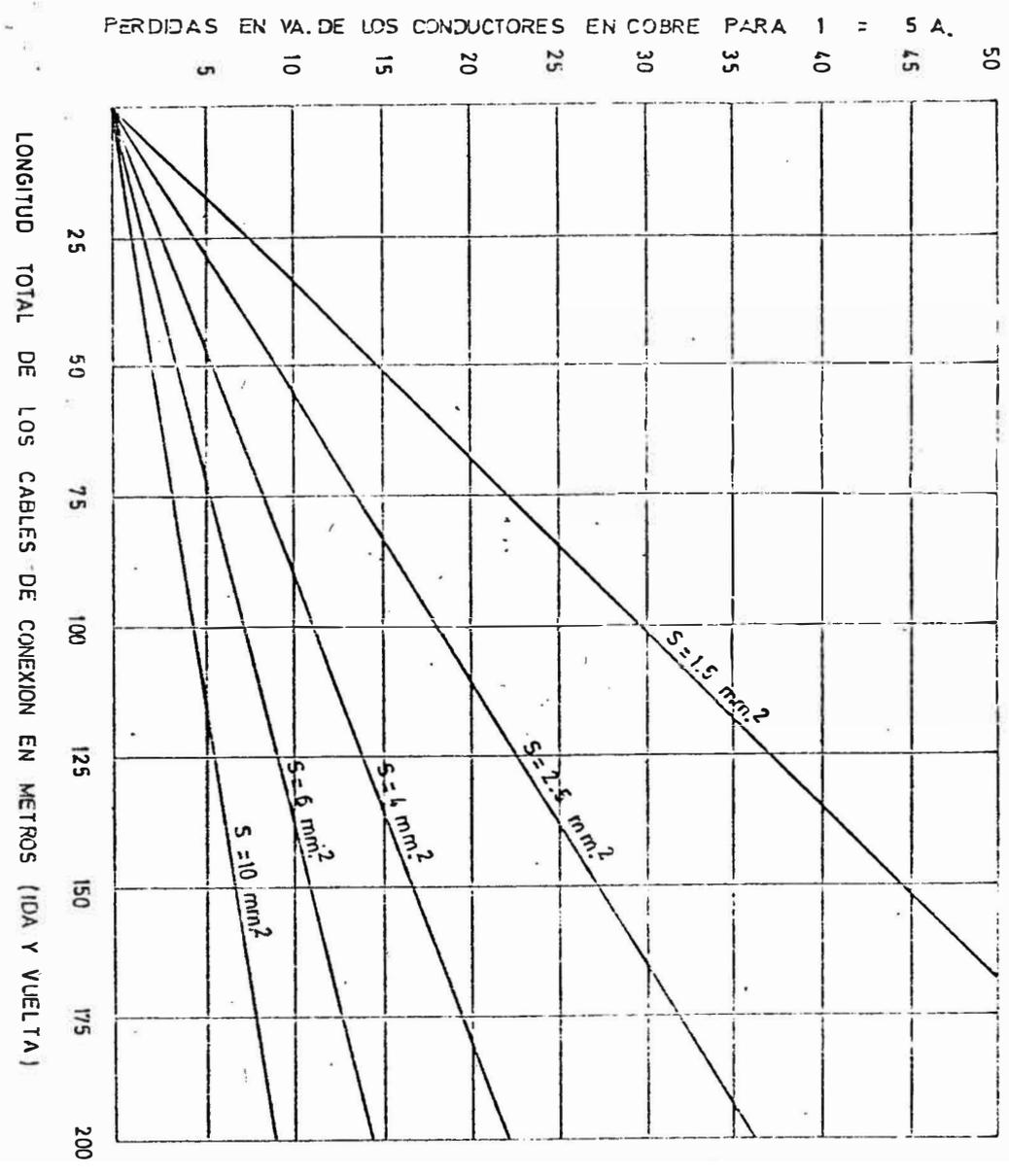


FIG. 111-3

3.2.5. Barras de 10 KV

Para poder dimensionar y seleccionar los sistemas de barras colectoras, los aisladores de apoyo, la distancia entre apoyos; es necesario el conocimiento de los esfuerzos electrodinámicos desarrollados por el cortocircuito. A continuación se realizan los cálculos para la selección de las barras colectoras y aisladores:

Datos: Potencia nominal (Nn): 10 MVA
 Tensión nominal (Vn): 10 KV
 Pot. de cortocircuito : 250 MVA

a) Cálculo de la Intensidad Nominal

$$I_n = \frac{N_n}{1.73 \times V_n} = \frac{10}{1.73 \times 10} = 578 \text{ A}$$

Para esta capacidad elegimos platinas de cobre desnuda de 40 x 10 mm en posición vertical (sistema de 3 barras 1 por fase).

Además tenemos:

Longitud entre apoyos (L) : 100 cms (dimensiones de las celdas)

Distancia entre fases (d) : 25 cms (asumida)

b) Esfuerzos Electrodinámicos

La corriente permanente de cortocircuito será:

$$I_{ccp} = \frac{N_{cc}}{1.73 \times 10} = \frac{250}{1.73 \times 10} = 14.45 \text{ KA}$$

La corriente máxima de cortocircuito será:

$$I_{ch} = 2.55 I_{ccp} = 2.55 \times 14.45 = 36.84 \text{ KA}$$

La fuerza entre dos barras (al presentarse un cortocircuito).

$$F = 2.04 \left(\frac{I^2 ch}{n} \right) \frac{L}{d} \times 10^{-8} \text{ (Kgs)}$$

$n = N^\circ$ de platinas por fase

$$F = 2.04 \left(\frac{36,840}{1} \right)^2 \times \frac{100}{25} \times 10^{-8} = 111 \text{ Kgs}$$

Para las barras colectoras el momento máximo que se produce es:

$$M_b = \frac{F \times L}{16} = \frac{111 \times 100}{16} = 694 \text{ Kg-cm}$$

El esfuerzo máximo admisible del cobre:

$$K_b = 1,000 \text{ Kg/cm}^2$$

El momento resultante será:

$$W'b = \frac{M_b}{K_b} = \frac{694}{1000} = 0.694 \text{ cm}^3$$

El momento propio de las barras del cobre será:

$$W_b = \frac{b^2 h}{6} = \frac{4 \times 1^2}{6} = 0.666$$

Por lo anterior se ve que:

$$W_b < W'b \text{ (0.666 < 0.684)}$$

Como el momento resistente obtenido es menor del necesario, podemos optar por modificar una o más de estas tres soluciones:

- a) Aumentar la distancia entre conductores d , con lo que el esfuerzo F sería menor.
- b) Disminuir la distancia L entre apoyos con lo que el -

momento de flexión M resultaría menor.

- c) Aumentar la sección de la barra, con lo que el momento resistente resultaría mayor.

Por las condiciones de la instalación, sólo es posible la tercera solución, para lo cual elegimos 2 platinas de 40 x 10 por fase, entonces tendremos que la fuerza será:

$$F = 2.04 \times \left(\frac{36,840}{2}\right)^2 \times \frac{100}{25} \times 10^{-8} = 28 \text{ Kgs}$$

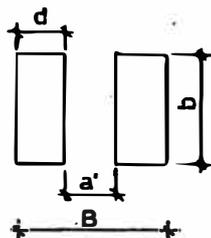
El momento máximo que se produce es:

$$M_b = \frac{F \times L}{16} = \frac{28 \times 100}{16} = 175 \text{ Kg-cm}$$

El momento resultante será:

$$W'_b = \frac{175}{1000} = 0.175 \text{ cm}^3$$

El momento propio de las barras compuestas está dado por:



$$\begin{aligned} a' &= d \\ b &= 4 \\ d &= 1 \\ B &= 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_b &= \frac{b}{6B} (B^3 - a'^3) = \\ &= \frac{4}{6 \cdot 3} (3^3 - 1^3) = 5.77 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

y se cumple que:

$$W_b > W'_b (5.77 > 0.175)$$

- c) Efectos Térmicos.

La sobreelevación de temperatura en una barra, debido a una corriente de cortocircuito permanente, durante un tiempo t , se calcula con la siguiente fórmula:

$$C = \frac{R}{q^2} I_{ccp}^2 (t + C_t)$$

C = Calentamiento en °C

R = 0.0058 (constante del material)

q = 40 x 10 = 400 mm² (sección de la barra)

t = 5 seg. (tiempo del relé más el tiempo de apertura del interruptor) o tiempo desde la iniciación del cortocircuito hasta la desconexión del interruptor).

C_t = Tiempo adicional para tener en cuenta el calentamiento producido por la corriente de cortocircuito de choque, en segundos.

T = Factor de tiempo de las máquinas en segundos para cortocircuito tripolar T = 0.3 a 0.15

cortocircuito bipolar T = 0.6 a 0.25

$$C_t = \frac{(I_{ch}^2)}{I_{ccp}} T = \frac{(36,840)^2}{14,450} \times 0.6 = 3.9 \text{ seg}$$

Reemplazando valores:

$$C = \frac{0.0058}{(400)^2} \times (14,450)^2 (5 + 3.9) = 67.4 \text{ °C}$$

C permisible para el cobre es 200 °C

luego: 67.4 °C < 200 °C

d) Resonancia

La frecuencia natural de la barra se calcula con la fórmula:

$$f_n = 112 \sqrt{\frac{E \times J}{G \times L^4}} \text{ Hz}$$

E = 1.25 x 10⁶ Kg/cm² (módulo de elasticidad del cobre).

$J = 0.333 \text{ cm}^4$ (momento de inercia de la barra)

$G = 0.0356 \text{ Kg/cm}$ (peso de la barra).

Reemplazando valores:

$$f_n = 112 \sqrt{\frac{1.25 \times 10^6 \times 0.333}{0.0356 \times 10^8}} = 38 \text{ Hz}$$

Cuando la frecuencia natural (f_n) con la que vibran las barras se encuentra muy cerca ($\pm 10\%$) a la frecuencia eléctrica (f_e) o a su doble, se puede producir el fenómeno de resonancia. Es por esto que es necesario calcular la frecuencia natural y verificar que se cumpla que la frecuencia natural no esté comprendida entre los siguientes valores:

$$\pm 10\% f_e \quad \text{-----} \quad 54 - 66 \text{ Hz}$$

$$\pm 10\% 2 F_e \quad \text{-----} \quad 108 - 132 \text{ Hz}$$

Como 38 Hz no está comprendido en ninguno de los intervalos, entonces no tendremos problemas de resonancia.

e) Flecha

$$FI = \frac{5 G L^4}{348 E J} \text{ cms} = \frac{5 \times 0.0356 \times 100^4}{384 \times 1.25 \times 10^6 \times 0.333} = 0.1 \text{ cm}$$

Para decidir si la flecha obtenida es aceptable o no, es necesario relacionarla con la longitud entre apoyos, calculándose como un porcentaje de ésta:

$$F_1 (\%) = \frac{F_1}{L} \times 100 = \frac{0.1}{100} \times 100 = 0.1\%$$

f) Dimensiones de Aisladores

Conocida la máxima fuerza entre apoyos, el esfuerzo - de ruptura en la punta del aislador estará dada por dicha fuerza dividida por un coeficiente de seguridad adecuado (gradualmente 0.5).

$$p = \frac{28}{0.5} = 56 \text{ Kgs}$$

3.2.6. Equipo de Maniobra

Los aparatos de maniobra se eligen de tal forma - que soporten las sollicitaciones a que queden sometidos en el lugar de montaje, según su finalidad.

Al elegir los aparatos de maniobra hay que tener en cuenta las magnitudes características eléctricas señaladas - con un aspa en el siguiente cuadro:

	Poder de aislante serie	Tensión nominal U_n	Intensidad nominal I_n	Impulso nom. de corriente I_{sn}	Capac. ruptura
Interruptor de potencia	X	X	X	X	X
Seccionador bajo carga	X	X	X	X	X
Seccionador	X	-	X	X	-
Base para fusible	X	-	X	-	-
Cartucho fusible	-	X	X	-	-

En los aparatos correspondientes se hacen indicaciones adicionales respecto a la elección de los aparatos, los ac

ccionamientos respectivos y los dispositivos de protección que se han de preveer.

Teniendo en cuenta que la potencia de cortocircuito en barras de 10 KV es:

$$N_{cc} = 250 \text{ MVA}$$

La corriente de cortocircuito correspondiente a ésta y la tensión nominal de 10 KV es:

$$I_{cc} = \frac{N_{cc}}{\sqrt{3} V} = \frac{250}{\sqrt{3} \times 10} = 14.43 \text{ KA}$$

Los equipos de maniobra que se seleccionan deberán soportar una corriente de choque I_{ch} que tiene un valor correspondiente al de cortocircuito simétrico dado por:

$$I_{ch} = 1.8 \sqrt{2} \times I_{cc}$$

$$I_{ch} = 36.73 \text{ KA}$$

Los equipos que se consideran son:

a) Celda de llegada.

- Seccionador de potencia con cuchillas de puesta a tierra, será tripolar, 12 KV, 630 A, 250 MVA, para montaje vertical, su accionamiento será por medio de palanca enchufable.

La cuchilla de puesta a tierra tendrá operación mecánica al pie del aparato y estará enclavada mecánica y electricamente con el seccionador de potencia.

- Fusibles para los transformadores de tensión de la barra de 10 KV, será de 4 A, 12 KV. Las bases de -

los fusibles serán en ejecución unipolar y para instalación vertical.

b) Celdas de salida.

- Interruptor tripolar extraíble, 12 KV, 630 A, 250 - MVA, poder de ruptura simétrico en 10 KV. Estos interruptores tendrán mando eléctrico y manual en la sala de celdas. Los interruptores de los motores principales de 10 KV serán también comandados desde sus respectivos púlpitos de control.
- Seccionadores de puesta a tierra los cuales tendrán operación mecánica y estarán enclavados mecánica y electricamente con los interruptores.

Las Especificaciones Técnicas completas de los equipos se presentan en el capítulo correspondiente.

3.2.7. Equipo de Protección

Para el diseño de los sistemas de los sistemas de protección se considera indispensable -teniendo en cuenta la naturaleza e importancia de la carga- proporcionar a las instalaciones los medios que aseguren que las fallas que puedan presentarse, serán detectadas y aisladas con la máxima rapidez.

La protección del cable de 10 KV y barras 10 KV se harán mediante relés de sobrecorriente y térmicos; las puestas a tierra se protegerán a través de un relé direccional a tierra, ubicado en la celda de salida de la subestación de Laminadora del Pacífico. En la celda de llegada de A-

ceros Arequipa, se instalará un relé de señalización de fase a tierra.

La alimentación de los Servicios Auxiliares de los convertidores (tensiones sincrónicas) serán protegidas mediante un relé de mínima tensión.

Los transformadores de tensión serán conectados a las barras de 10 KV mediante fusibles.

La protección de motores de 10 KV, se harán mediante relés de sobrecorriente y térmicos. Además, en el sistema de refrigeración del motor, se provee detectores de flujo de aire y agua, así como termostatos, los cuales aseguran un perfecto funcionamiento de los motores.

La protección de los transformadores comprenderán: relés de sobrecorriente y térmico, relé de imagen térmica, termostato, indicadores de aceite Buchholz, los cuales actuarán sobre los interruptores correspondientes.

Bloqueos y Alarmas: Al diseñar los bloques y alarmas se buscará la forma de evitar hasta donde resulte razonable, sistemas que permitan maniobras equivocadas que puedan ocasionar interrupciones prolongadas.

En la Figura N° III-4 se presenta el esquema de protección, mando y alarma.

3.2.8. Equipo de Medición

El equipo de medición en 10 KV (celda de llegada), constará de:

- 1 amperímetro
- 1 voltímetro
- 1 vatímetro
- 1 varímetro
- 1 medidor de energía activa
- 1 medidor de energía reactiva

En las celdas de salida, el equipo constará de:

- 1 amperímetro
- 1 vatímetro

los cuales serán alimentados por sus transformadores de medida correspondientes. Se debe disponer de los conmutadores respectivos para la medición de la tensión y la corriente en las tres fases.

C A P I T U L O I V

DISEÑO DE LOS SERVICIOS AUXILIARES

Los servicios auxiliares de la Planta, estarán constituidos por las fuentes y los circuitos de distribución de diferentes formas de energía y flúidos que son necesarios para asegurar el funcionamiento de las instalaciones de alta y baja tensión y alumbrado de la fábrica.

Primordialmente son los siguientes:

1. Servicios Auxiliares de corriente continua.
2. Servicios Auxiliares de corriente alterna.

En el plano AA-IE-005 se muestra el esquema unifilar de los Servicios Auxiliares.

4.1. SERVICIOS DE CORRIENTE CONTINUA

Determinaremos la capacidad de las baterías y sus respectivos rectificadores o cargadores en 110 V.

a) La batería debe tener suficiente capacidad para alimentar la carga de los circuitos de control durante un período adecuado, aún en el caso más desventajoso de falla del cargador. En nuestro caso el período sera de 5 horas.

b) Para calcular la carga total de los circuitos de corriente continua conviene dividirla en los siguientes tipos:

- Las corrientes de muy corta duración (a lo sumo 1 mi

nuto), operación de equipos de comando.

- La carga permanente, luces indicadoras, alarmas y tableros de control.
- Cargas de duración controlable, luces de emergencia y -tomacorrientes en la subestación.
- Equipos de comunicaciones.

4.1.1. Batería 110 V

- Corriente de muy corta duración (1 minuto)

Suponiendo acción simultánea de:

6 interruptores de 10 Kv 6 x 10 A 60 A (I_1)

- Cargas de duranción controlables

Iluminación de emergencia:

Interior: Cabina N° 2 6 x 50 W

(120 min.) Sala transformadores ... $\frac{3 \times 50 \text{ W}}{450 \text{ W}}$ 4 A (I_2)

Exterior: Cabina N° 2 3 x 100 W 4 A (I_3)

(120 min.) Sala transformadores $\frac{2 \times 50 \text{ W}}{400 \text{ W}}$

- Tomacorrientes: (60 minutos)

Interior: 7 x 100 W

Exterior: $\frac{3 \times 100 \text{ W}}{1000 \text{ W}}$ 10 A (I_4)

- Reserva : (30 minutos) 2,000 W 20 A (I_5)

De las curvas de fabricantes de baterías de Niquel-Cadmio hallaremos las contantes K, las cuales son:

Para $I_1 = 60 \text{ A}$ $K_1 (1 \text{ min.}) = 0.83$

Para $I_2 = 4 \text{ A}$ $K_2 (120 \text{ min.}) = 0.93$

Para $I_3 = 4 \text{ A} \dots\dots\dots K_3 (120 \text{ min.}) = 0.93$

Para $I_4 = 10 \text{ A} \dots\dots\dots K_4 (60 \text{ min.}) = 0.89$

Para $I_5 = 20 \text{ A} \dots\dots\dots K_5 (30 \text{ min.}) = 0.85$

La capacidad (en AH) de la batería la determinaremos con las siguientes fórmulas:

$$C = K_1 I_1 + K_2 I_2 + K_3 I_3 + K_4 I_4 + K_5 I_5$$

$$C = 0.83 \times 60 + 0.93 \times 4 + 0.93 \times 4 + 0.89 \times 10 + 0.85 \times 20$$

$$C = 49.8 + 3.72 + 3.72 + 8.9 + 17 = 83.14 \text{ AH}$$

Podemos seleccionar una batería de 100 AH.

4.1.2. Rectificador - Cargador para la batería 110 V

La potencia del rectificador la calcularemos de la siguiente manera:

$$A = \text{Carga continua (A)} + \frac{\text{Capacidad de la batería (AH)}}{\text{Tiempo de descarga (H)}}$$

La carga continua será: $I_2 + I_3 + I_4$

$$A = 18 \text{ A} + \frac{100}{5} = 38 \text{ A}$$

Seleccionamos un rectificador de 50 A.

La potencia trifásica de alimentación a 220 V, suponiendo una eficiencia del 75%, será de 7.5 Kw.

4.2. SERVICIOS DE CORRIENTE ALTERNA

Determinaremos la potencia necesaria del transformador de servicios auxiliares que realice la transformación 440/220 V y de un grupo Diesel de emergencia que estará -

conectado a la barra de 440 V de C.A.

4.2.1. Transformador de Servicios Auxiliares

Alimentará las siguientes cargas:

- Equipos generales de subestación:

Rectificadores-cargadores (110 V).

- Instalaciones Anexas:

Circuitos de fuerza matriz (tomacorrientes)

Iluminación de las instalaciones interiores y exteriores.

Las potencias a considerarse son:

1. Rectificadores-cargadores (110 V)

1 x 7.5 Kw Cos ϕ = 0.83 9 KVA

2. Iluminación.

2.1. Iluminación interior (Kw)

- Tablero TA 1 (planta, zona, horno, desbaste)	18.06
- Tablero TA 2 (planta, zona, tren intermedio)	23.40
- Tablero TA 3 (planta, zona enfriadero)	19.58
- Tablero TA 4 (planta, zona enderezadora)	10.00
- Tablero TA 5 (comedor)	1.30
- Tablero TA 6 (administración)....	12.00
- Tablero TA 7 (RR.II., vestuarios, portería)	4.90

Total (2.1) 89.24

M.D. 71.40

2.2. Iluminación exterior (Kw).

- Circuito P-8 (jardines, zona estacionamiento)	3.50
- Circuito P-9 (zona almacenamiento chatarra)	10.45
- Circuito P-10 (planta tratamiento de agua)	5.60
Total (2.2)	19.55
M.D.	19.55

2.3. Tomacorrientes (Kw).

- Tablero TT-01	50.0
- Tablero TT-02	60.0
Total(2.3)	110.0
M.D.	38.5

Totales (2.1), (2.2) y (2.3) 129.45

Si consideramos futuras ampliaciones (25%) y un factor de potencia de 0.8, obtenemos una carga de:

$$\frac{1.25 \times 129.45}{0.8} = 202 \text{ KVA}$$

La M.D. total será:

$$9 + 202 = 211 \text{ KVA}$$

Elegimos un transformador de servicios auxiliares - de 250 KVA.

4.2.2. Grupo Diesel de Emergencia

En estado de emergencia sólo serán alimentadas las consideradas cargas esenciales en corriente alterna, las - cuales permitirán satisfacer las necesidades esenciales - de la planta.

Están consideradas como éstas:

Servicios Auxiliares del horno de recalentamiento.

- Grúas de 8, 10 y 25 TM.
- Una bomba de agua del circuito de alimentación B.
- Una bomba de agua del circuito de retorno B.

Iluminación interior y exterior.

- Bomba alimentación al reservorio.

Cargador baterías.

En el siguiente cuadro presentamos las cargas correspondientes:

<u>Carga N°</u>	<u>Potencia Instalada Kw</u>	<u>Máxima Demanda</u>
Horno	75	52.5
Grúa 8 TM	12	6
Grúa 10 TM	40	20
Grúa 25 TM	97	48.5
Bomba alimentación B	30	21
Bomba retorno B	15	10.5
Bomba reservorio	18	9
Iluminación interior	25	20
Iluminación exterior	15	15
Tomacorrientes	20	7
Cargador batería	7.5	6

M.D. 215.5 Kw

Como todas las cargas no van a trabajar simultáneamente - consideramos un factor de simultaneidad de 0.5, por lo que la potencia del grupo electrógeno será de 107.75 Kw.

Considerando un factor de potencia promedio de 0.85, los KVA del grupo será de 126.

Entendiendo como potencia nominal de un grupo electrógeno la potencia eléctrica aparente (en KVA) entregada por el generador, seleccionamos un grupo electrógeno de 150 KVA, 440 V, 3 Ø, 60 Hz.

C A P I T U L O V

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL EQUIPO ELECTROMECHANICO DE LA SUBESTACION DE ACEROS AREQUIPA S.A.

5.1. EQUIPO PRINCIPAL

5.1.1. Generalidades

a) Objetivo.

Las presentes especificaciones determinan, desde el punto de vista técnico, el suministro y - la puesta en servicio del EQUIPO PRINCIPAL necesario para la realización del Proyecto de la subestación Aceros Arequipa S.A., Planta N° 2.

b) Especificaciones Técnicas generales requeridas.

Características de la red:

- Tensiones nominales	10 KV
- Número de fases	3
Tensión mínima de servicio (a 1,000 m.s.n.m.)	10 KV
- Tensión máxima de servicio (a 1,000 m.s.n.m.)	12 KV
Frecuencia	60 Hz
- Neutro	Aislado (conexión triángulo)
- Potencia de cortocircuito admitida	250 MVA

c) Características Técnicas generales garantizadas.

Para cada equipo principal de la subestación, se

considera que sus Especificaciones Técnicas no son limitativas. El Contratista entregará un suministro - completo en perfecto estado de funcionamiento y ejecu tará sus prestaciones de la manera más satisfactoria, desde el punto de vista de la explotación. El Cons- tructor tendrá libre elección para ofrecer su material siempre que cumpla con las exigencias técnicas deta - lladas en el presente capítulo. A continuación se indicar las Especificaciones Técnicas normalizadas de los equipos principales de la subestación Aceros Arequipa S.A.

5.1.2. Transformadores de Potencia

5.1.2.1. Objetivo

Las siguientes especificaciones determinan desde el punto de vista técnico, el suministro listo para el funcionamiento de los transformadores de potencia y de sus accesorios destinados a la subestación Aceros Arequi- pa S.A., Planta N° 2.

a) Normas de Ejecución	NOP 10011/CEI
- Potencia nominal continúa	2,400 KVA
- Frecuencia	60 ciclos
- Relación de transformación en vacío	$10,000 \pm 5\% V$ <hr/> 440
- Esquema lado Alta Tensión	Triángulo con 4 tomas suplementarias conmutables en vacío.
- Esquema lado Baja Tensión	Estrella

- Grupo de conexiones	D y 11
- Garantías de funcionamiento a 4/4 de la carga:	
- Pérdidas en el fierro	3.0 Kw tol \pm 14.3 %
- Pérdidas en el cobre	17.36 Kw tol \pm 14.3 %
- Tensión de cortocircuito	6 % tol \pm 10.0 %
- Sobretemperatura con carga continua	Aceite 60°C Arrollamientos 65°C Ambiente máximo 40°C
b) Normas de Ejecución	NOP 10011/CEI
- Potencia nominal continua	1,800 KVA
- Frecuencia	60 Hz
- Altitud de servicio	1,000 m.s.n.m.
- Relación de transformación en vacío	$\frac{10,000 \pm 5\% V}{540}$
- Esquema lado Alta tensión	Triángulo con 4 tomas suplementarias conmutables en vacío.
- Esquema lado Baja Tensión	Estrella
- Grupo de conexiones	D y 11
- Sobretemperatura con carga continua	Aceite 60°C Arrollamientos 65°C Ambiente máximo 40°C

5.1.2.2. Especificaciones Técnicas requeridas

Para la tensión nominal de 10 KV.

- | | |
|---|-----------|
| - Tensión máxima | 12 KV |
| - Tensión de resistencia
al choque normalizada | (cresta) |
| - Tensión de resistencia
a 60 Hz, durante 1 min. | 28 KV ef. |

transformador y que tiene una longitud de fuga con un desarrollo mínimo de 24 mm/KV calculada para la tensión máxima correspondiente a cada uno de los niveles.

Juego de Accesorios

El conservador de aceite, calculado de tal modo que la expansión del aceite sea posible a una temperatura variando entre 20°C y 100°C.

El armario de conexión de los circuitos auxiliares

Todos los circuitos auxiliares BT llegarán a un mismo armario hermético, situado contiguo al transformador y de fácil acceso. La repartición de los cables hacia los diferentes órganos de mando o de señalización incumba al Constructor.

La placa de características, construída en un material inoxidable y en conformidad a las recomendaciones del CEI con el esquema de conexiones y textos en idioma castellano.

Juego de Aparatos y de Dispositivos de Control y de Protección

Que comprende principalmente:

Termómetro de Esfera, de 150 mm de diámetro indicando la temperatura del aceite la más caliente, provisto de dos contactos ajustables de señalización de tipo abierto/cerrado, para 110 V_{CC}

Relés de Protección Buchholz, de 3" de diámetro, insensible a la vibración propia del transformador y situado

según una disposición juiciosa en la tubería de aceite. Este relé tendrá dos contactos independientes de tipo A/C uno para la alarma, el otro para la apertura de los interruptores. El control adecuado del funcionamiento de dichos contactos tendrá que ser fácil de cumplir. Un grifo para sacar muestras de gas será igualmente pre visto sobre el relé de manera estable.

- Imagen Térmica. Relés de imagen térmica previstos con dos contactos abierto/cerrado para 110 V_{CC}

5.1.3. Celdas de 10 KV

5.1.3.1. Objetivo

Las siguientes especificaciones determinan, desde el punto de vista técnico, las condiciones de suministro listo para el funcionamiento de las celdas de 10 KV y de sus accesorios, incluyendo interruptores seccionados, transformadores de medida, cableado interno, instrumentos de medición, control y aparatos de protección, destinados a la subestación ACERSA.

El conjunto de celdas del tipo metalclad para la instalación al interior comprende:

- 1 celda de entrada
- 6 celdas de salida de líneas de 10 KV.

5.1.3.2. Especificaciones Técnicas requeridas

Las celdas de 10 KV a instalarse comprenden principalmente: las celdas propiamente dichas, los equipos que tendrán al nivel del mar, la tensión máxima de servi-

cio de 12 KV y las conexiones eléctricas entre ellas, entre barras y cables de potencia. Dicho equipo debe completarse con todos los accesorios de instalación necesarios (tales como transformadores de medida, relés, contactores auxiliares, etc) para que el complejo de celdas quede completo, funcionando perfectamente y sin peligro de falsas maniobras. Cada celda estará constituida por una estructura autoportante para instalación al interior, formadas por perfiles y planchas de acero completamente lisas, de espesor no inferior a 3 mm, esmeradamente masilladas y pintadas, provistos de puertas frontal y posterior, techo plano.

Las celdas serán construidas de modo que sea posible añadir fácilmente otras unidades. Las celdas deben estar dotadas de una platina de cobre apta para asegurar una eficaz puesta a tierra de los diversos equipos, tanto fijos, como móviles.

La construcción deberá estar diseñada para prevenir la expansión de daños ocasionados por fuego, cortocircuitos y otras causas y para prevenir contactos accidentales con partes vivas.

Los esquemas eléctricos y los detalles de construcción se encuentran en los planos.

Los equipos comprendidos en las celdas 10 KV, deberán reunir las siguientes características:

a) Características de los Interruptores:

- Tipo	Pequeño volumen de aceite
- Instalación	Interior
- Montaje	Extraible
- Número de fases	Tres
- Tensión nominal	10 KV
Tensión máxima de servicio	12 KV
- Corriente nominal	630 A
- Potencia de cortocircuito	250 MVA
- Neutro	Aislado (conexión triángulo)
- Frecuencia	60 Hz
- Tensión de mando de las bobinas	110 V.c.c.

b) Seccionador:

Tensión nominal	10 KV
- Tensión máxima	12 KV
- Corriente nominal	630 A
- Frecuencia	60 Hz
- Potencia de cortocircuito	250 MVA
- Mando	Manual
- Tensión de mando (de las bobinas)	110 V.c.c.

c) Características de los transformadores de corriente:

Instalación	Interior
Tensión nominal	10 KV
- Tensión máxima de servicio	12 KV
- Relación de transformación	600/5 Amp (1 transformador) 150/5-5 Amp (3 transform.)
Potencia y clase de preci-	

- sión del arrollamiento de medición 25 VA en clase 0.5
- Potencia y clase de precisión del arrollamiento de protección 15 VA en clase 5P10 (6 transformadores)
- Frecuencia 60 Hz

d) Características de los transformadores de tensión:

- Instalación Interior
- Tensión nominal 10 KV
- Máxima tensión de servicio 12 KV
- Relación de transformación $10: \sqrt{3}/0.38 \sqrt{3} - 10: \sqrt{3}/0.1 : \sqrt{3}$ KV
- Potencia de arrollamiento 150 y 200 VA
- Frecuencia 60 Hz

Estarán equipados con fusibles primarios y secundarios.

e) Aparatos indicadores.

Los aparatos indicadores tendrán las siguientes características:

- Previstos para montaje encajado
- Tipo de marco movable
- Escala de lectura de 250°
- Vidrio no reflectante
- Dimensiones: 72 x 72 mm (verificado por el Contratista).

- Para transformadores de medida:

Tensión nominal	U_N	100 V
Corriente nominal	I_N	5 A
Frecuencia nominal	F_N	60 Hz

- Precisión: clase 0.5
- Sobrecarga admisible para los instrumentos alimentados por los transformadores de medida:
 - . Permanente $1.20 U_N$ y $2 I_N$
- Durante 10 segundos $2 U_N$ y $10 I_N$
- El movimiento de la aguja indicadora será amortiguado.
- Los aparatos estarán equipados con un dispositivo de la puesta a cero accesible desde adelante, sin necesidad de desmontar el aparato.

f) Registradores.

Los registradores tendrán las siguientes características:

- Previsto para montaje empotrado
- Registro sobre coordenadas rectangulares de dos variables independientes, sea por medio de dos plumas a tinta, sea eléctricamente sobre el papel metalizado.
- La manera de registrar será determinada después por el Consultor.
- El ancho de registro en el papel debe ser de 100 mm por lo menos y un mínimo de 6 horas de registro debe ser visible.
- El sentido del desenrollamiento del papel se hará de arriba hacia abajo.
- Caja instrumento registrador tendrá incorporado una apropiada escala horizontal con indicaciones claramente marcadas y con la misma relación de la escala

registradora.

La indicación se hará por medio de un puntero acoplado a la pluma de registro. El papel sobrellevará divisiones decimales marcadas en porcentaje y en horas y la lectura del registro será hecha por medio de apropiadas reglas productoras de escala.

- Para transformadores de medida:

- . Tensión nominal U_N 100 V
- . Corriente nominal I_N 5 A
- . Frecuencia nominal F_N 60 Hz.

- Precisión: clase 0.5

Sobrecarga admisible para los registradores alimentados por los transformadores de medida:

- . Permanente $1.2 U_N$ y $2 I_N$
- . Durante 10 segundos $2 U_N$ y $10 I_N$
- . Tiempo de respuesta 1 segundo

g) Medidores

Los medidores tendrán las siguientes características:

Previstos para montaje empotrado

Alimentación de los circuitos de medida:

- . Tensión nominal U_N 100 V
- . Corriente nominal I_N 5 A
- . Frecuencia nominal F_N 60 Hz

- Precisión Clase 0.5 según VDE 0418 (primera parte)

Sobrecarga admisible

- . Permanente $1.2 U_N$ y $2 I_N$
- . Durante 10 segundos $2 U_N$ y $10 I_N$

- Tensión de prueba: 2.8 KV a una frecuencia de 60 Hz durante 1 minuto.

h) Relés de protección

Los relés de protección serán de un tipo, construcción y terminado ya probados y serán dispuestos de modo que el mantenimiento y reemplazo puedan ser efectuados rápidamente con el mínimo de trabajo.

Los relés del tipo enchufable a fin de permitir un reemplazo rápido. Los enchufes serán construídos en forma tal que cuando los relés sean secados, los circuitos de los transformadores de corriente serán automáticamente derivados. Esta conexión de derivación deberá resistir una corriente de 100 veces la corriente nominal del transformador de corriente durante 1 segundo.

Cada relé será claramente marcado para indicar:

- Su función

La(s) fase(s) a la cual es conectada

- La curva característica, donde sea pertinente

- Relación(es) del transformador de corriente

- Relación del transformador de tensión

- Tensión y corriente nominal de los circuitos de las bobinas del relé.

Capacidad nominal de fabricación de los contactos de desenganche.

- El valor de cualquier resistencia a impedancia exterior.

- Consumo en VA (normal y en c.c).

i) Materiales diversos.

Relés auxiliares. Todos los relés auxiliares deberán ser del tipo retirable. Ellos deberán ser protegidos contra la humedad y el polvo por medio de una cubierta individual.

Pequeños interruptores. En la medida que sea posible, el Contratista tendrá que elegir la capacidad acertada para reducir a un mínimo los diferentes tipos de pequeños interruptores. El empleo de fusible tendrá que ser oportunamente evitado. Todos los interruptores de la misma tensión de servicio y de la misma capacidad - de trabajo, deberán ser idénticos e intercambiables y tendrán que ser de un tipo corrientemente utilizado en el Perú.

Bornes. Los bornes deberán ser del tipo previsto para el montaje sobre correderas asimétricas. DEberán ser equipadas de contactos en los dos lados.

Bótones pulsadores, indicadores y conmutadores lumino-
sos. Las bombillas incorporadas en los indicadores luminosos, deberán ser fácilmente reemplazables desde la parte delantera.

Esquemas sinópticos. Los esquemas serán ejecutados por medio de símbolos metálicos de diferentes colores, que serán pegados sobre el pupitre de mando. El códi-
go de los colores, como también las dimensiones de los símbolos serán sometidos a la aprobación del Consultor.

5.1.4. Cables de Potencia

5.1.4.1. Objetivo.

Las siguientes Especificaciones Técnicas determinan desde el punto de vista técnico, el suministro listo para el funcionamiento de los cables 10 KV, de sus terminales y accesorios destinados a la subestación ACER-SA.

Estos cables serán del tipo NYSY (cables secos) y conectarán el transformador principal con las barras 10 KV (cables unipolares) y estas barras, con los cables de salida. Los detalles de tendido y conexión se encuentran en el plano AA-IE-003.

5.1.4.2. Especificaciones Técnicas requeridas

- | | |
|--|--------------------------------------|
| - Tipos de cables | Unipolar |
| - Material del conductor | Cobre |
| Material aislante | Termoplástico |
| - Instalación | En canaletas y subterráneo |
| - Tensión nominal entre conductor y vaina | $E_0 = 10.0 \text{ KV}$ |
| Tensión de resistencia contra tierra: | |
| a) a 60 KHz durante 15' | 25 KV ($2.5 E_0$) |
| b) al choque (cresta) | 120.0 KV ($8 E_0 + 40 \text{ KV}$) |
| - Corriente nominal por fase en servicio continuo. | según Tabla III-17 |

5.2. EQUIPO AUXILIAR

5.2.1. Generalidades

a) Objetivo.

Las presentes Especificaciones determinan desde el punto de vista técnico, el suministro y la puesta en servicio del EQUIPO AUXILIAR necesario para la realización del Proyecto de la Subestación ACERSA.

b) Características técnicas generales garantizadas.

Para cada equipo auxiliar de la subestación se considere que sus Especificaciones Técnicas no son limitativas. El Contratista entregará un suministro completo, en perfecto estado de funcionamiento y efectuará sus prestaciones de la manera más satisfactoria, desde el punto de vista del funcionamiento.

El Constructor tendrá libre elección para ofrecer su material, siempre que cumpla con las exigencias técnicas detalladas en el presente capítulo.

A continuación se indican las Especificaciones Técnicas normalizadas de los equipos auxiliares de la Subestación ACERSA.

c) Términos empleados. Es válido todo lo dicho por el Equipo Principal.

5.2.2. Transformador de Servicios Auxiliares

5.2.2.1. Objetivo

Las siguientes Especificaciones Técnicas determinan desde el punto de vista técnico, el suministro

el funcionamiento de las baterías de acumuladores (níquel cadmio), completas de conexiones y accesorios destinados a la subestación ACERSA en la siguiente cantidad:

1 batería de acumuladores 110 V.c.c.

5.2.3.2. Especificaciones Técnicas requeridas

Criterios de funcionamiento de las baterías de acumuladores. Las baterías de acumuladores serán instaladas en la cabina N° 2 para funcionar en forma flotante, conjuntamente con un rectificador/cargador principal. En servicio normal, el cargador alimentará todos los servicios en corriente continua sin necesidad de erogación de corriente de los acumuladores.

La capacidad (definitiva) de las baterías de acumuladores será determinada por el Contratista, con el fin de asegurar durante un período de emergencia de 05 horas de alimentación de los siguientes servicios:

- Alumbrado reducido de emergencia

Funcionamiento correcto de las protecciones, alarmas y mandos a distancia.

Características principales de las baterías de acumulado-

BATERIA 110 V

Numero de elementos	100 V
Tensión máxima por elemento	: 1.2 V
Capacidad a la descarga en 04 horas:	100 AH

El Contratista deberá determinar el valor definitivo de la capacidad de descarga de cada batería en función de los requerimientos de los servicios auxiliares alimentadas por ellas.

5.2.4: Tableros de Servicios Auxiliares y Rectificación

5.2.4.1. Objetivo

Las siguientes especificaciones determinan desde el punto de vista técnico, el suministro para el funcionamiento de los tableros de servicios auxiliares en corriente alterna y continua para la fábrica ACERSA de la siguiente manera:

1 tablero de servicios auxiliares en c.a. 440/220 V

1 tablero de servicios auxiliares en c.c. 110 V y su correspondiente rectificador/cargador.

NOTA: En las presentes Especificaciones los valores indicados para las cantidades y las características de los aparatos y equipos de servicios auxiliares se entienden como preliminares. El Contratista deberá determinar las cantidades y características finales de los diversos equipos en función de las necesidades y de los requerimientos de los otros aparatos y servicios instalados en la subestación.

5.2.4.2. Especificaciones Técnicas requeridas

Condiciones de utilización y principios generales

Los tableros de servicios auxiliares deberán ser

diseñados y ejecutados para su instalación a una altitud - de 1,000 m.s.n.m. al interior y para poder mantener en servicio todas las funciones básicas de mando, control, protección, aún en el caso de una falla de la alimentación en corriente alterna con una duración de 04 horas y para poder asegurar, después de tal emergencia la reanudación - normal del servicio.

El conjunto de los servicios auxiliares comprenderá:

Los servicios auxiliares en corriente alterna 220 V, 60 Hz.

Los servicios auxiliares en corriente continua 110 V.

El Contratista deberá redactar y someter al consultor un - registro general de todos los cables y todos los esquemas que se refieren a los circuitos de baja tensión.

Características constructivas de los tableros

Los tableros de servicios auxiliares serán de tipo modular en chapa de acero, constituídos por paneles adyacentes.

Las barras y las conexiones de potencia serán de cobre electrolítico y de sección, tal como para soportar la corriente nominal con una sobretemperatura inferior a 30°C con respecto a la temperatura ambiente. Adecuados aisladores serán colocados a lo largo de las barras y de las demás conexiones, para soportar sin daños las corrientes de cortocircuito dinámicas máximas admisibles y una tensión de prueba no inferior a 2800 V. Las conexiones a los cables de entrada y salida se efectuarán sobre oportunos bastidores

sea inferior o igual a 25 A, serán equipados con un dispositivo de desconexión magnética y serán oportunamente agrupados lado abajo de un interruptor de elevada capacidad de interrupción.

Las baterías de acumuladores y los rectificadores serán equipados con fusibles seccionales de elevada capacidad de interrupción, con pequeño interruptor auxiliar de 1 A en paralelo para señalar su fusión.

Señalización de fallas en los Servicios Auxiliares

Las fallas en los servicios auxiliares serán señalizadas por indicadores ópticos, alimentados directamente por los diversos contactos de señalización.

Así para los casos de fallas fugitivas se deberá proveer un sistema para mantener la señalización de la falla hasta su eliminación.

Las alarmas ópticas de los servicios auxiliares serán agrupados de la manera siguiente:

Alarmas de servicios en corriente alterna

Alarmas de servicios en corriente continua 110 V.

Alimentación de los servicios auxiliares en corriente alterna 440/220 Vca

Estos servicios serán alimentados normalmente desde el transformador de servicios auxiliares y en emergencia desde el grupo Diesel.

Alimentación de los servicios auxiliares en corriente continua 110 V

El tablero de corriente continua debe ser provisto para alimentar los diversos servicios de tensión 110 Vcc + 10%. Consta esencialmente de:

1 conjunto de batería y rectificador instalado en la - cabina N° 2.

La instalación debe poseer todos los cableados y acceso - rios, de manera que el mismo resulte perfectamente funcional. Estos servicios serán normalmente alimentados desde el tablero 440/220 Vcc por un conjunto de batería-carga - dor flotante.

5.2.5. Grupo Electrónico Diesel

5.2.5.1. Objetivo

Las siguientes Especificaciones Técnicas determinan desde el punto de vista técnico, el suministro listo para el funcionamiento de un grupo electrónico Die sel.

5.2.5.2. Especificaciones Técnicas requeridas

Características del Equipo

a) <u>Motor</u>	Potencia	La potencia nominal en servi cio continuo requerida debe rá corresponder a una poten- cia de salida del generador 125 KW.
	Potencia de sobrecarga	10% de la potencia nominal - durante 1 hora.
	Tipo del motor	Diesel rápido, 2 ó 4 tiempos con o sin compresor. El

Constructor tendrá, sin embargo la posibilidad de ofrecer un motor de tipo diferente - (por ejemplo: Motor a explosión u otro) a condición de que se cumpla con las características de funcionamiento y de fiabilidad requeridas en las presentes especificaciones.

Combustible Petróleo de poder calorífico de cerca de 10,000 cal/Kg.

Arranque Eléctrico automático

Regulación

Diferencia de velocidad entre el funcionamiento a 20% hasta 100% de la carga

3%

Variación 0% a 100% : 7%

momentánea de la velocidad entre la marcha en vacío y la puesta bajo, carga en el momento de la puesta en funcionamiento o de la descarga.

0% a 20% 3%

Elementos de seguridad Tales como regulador de la velocidad, limitador de aceleración, control de presión y temperatura, etc. que accionan las alarmas.

b) Generador Potencia La potencia nominal en servicio continuo requerida deberá ser de 125 KW Cos ϕ = 0.83 y sobrecarga posible de 10%.

Tensión nominal	Trifásica 440 V + 5%
Frecuencia	60 Hz
Acoplamiento	Neutro puesto a tierra
Enfriamiento	Por aire
Construcción	Enteramente protegida con - aislamiento, clase B, bornes de conexión con protección.
Tensión de prueba de los arrollamientos - del estator	4 KV
Tensión de prueba de los arrollamientos de excitación	1.5 KV
Excitatriz	Montada en las extremidades del árbol o excitación estáti ca.
Ejecución general	La ejecución general y las pruebas deberán efectuarse se gún las recomendaciones CEI. Para los casos no definidos por las recomendaciones CEI - se aplicarán las normas vigen tes en el país del Construc - tor.

Armario de mando y de control

El armario de mando y control estará comprendido en el gru
po electrógeno y abarcará todos los dispositivos que asegu
ran el arranque, el paro, la supervisión y el control del
conjunto del suministro de una manera enteramente automáti
ca o manual.

Dispositivos de seguridad con parada de motor

Un botón pulsador de seguridad, de gran tamaño, será colocado a la vista sobre el armario a fin de parar el motor en caso de emergencia. Ese botón corresponderá al paro instantáneo del motor con alarma y deberá ser rearmado antes de proceder a la puesta en marcha del motor.

Además de esta eventualidad, el motor será parado automáticamente e instantáneamente en los siguientes casos de fallas:

Presión insuficiente del aceite

Temperatura del aceite demasiado elevada

Temperatura del agua o del aire demasiado elevado

Reservas para otros imperativos eventuales.

C A P I T U L O V I
M E T R A D O Y P R E S U P U E S T O

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total

A. MATERIALES

01 Celda de llegada a 10 KV, constituida por estructura de fierro angular provista de puerta frontal y posterior, protecciones intermedias, cajuela de instrumentos, techo plano ejecutado en plancha metalica arenada y pintada con dos manos de pintura anticorrosiva y - dos de acabado de las siguientes dimensiones:

ancho 1,200 mm
profundidad 2,200 mm
altura : 2,200 mm

Comprendiendo el suministro y montaje de lo siguiente:

- 1 termostato para temperatura ambiente (interior de la celda) similar a tipo TEL 114-4 FANAL/MAZZERI.
- 1 interruptor bipolar automatico STOTZ similar a tipo S212-63A con contacto auxiliar - BBC.
- 1 interruptor bipolar automatico STOTZ similar a tipo S212-4A con contacto auxiliar BBC
- 4 fusibles con sus respectivos accesorios DZ 25-500 V-2A SIEMENS.

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
3	fusibles de media tensión. 10 KV con sus respectivas bases BBC.				
1	interruptor tripolar automático STOTZ similar a tipo S213-1.6 A con contacto auxiliar BBC.				
1	relé de mínima tensión similar a tipo PUM - 2g 90 inscrita a 380 V, 60 Hz tensión auxiliar 110 Vcc, contactos 2 NA + 1 NC BBC.				
1	interruptor tripolar automático STOTZ similar a tipo S213-6A con contacto auxiliar BBC				
2	fusibles con sus respectivos accesorios similar a tipo DZ 25-500 V- 4A SIEMENS.				
1	señalizador de presencia de tensión compuesto de:				
	3 aisladores capacitivos tipo DGnP-12				
	1 conjunto de señalización similar a tipo T47 con sus tres lámparas BBC.				
1	portalámpara de señalización con su respectiva lámpara 110 Vcc con cubierta azul CGE.				
1	portalámpara idem al anterior con cubierta verde CGC.				
1	portalámpara idem al anterior con cubierta blanca CGE.				

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
			Unitario	Total
1 portalámpara idem al anterior con cubierta amarilla CGE.				
1 sirena similar a tipo HPW-110 Vcc HOLTENI.				
5 relés de señalización similar a tipo R140EB 110 Vcc FIR.				
4 relés auxiliares similar a tipo G1040 bobina 110 Vcc MTI.				
1 voltímetro similar a tipo RQ96E, escala 0-12 KV IME.				
1 voltímetro trifásico similar a tipo RQW - 144D, escala 0-10 MW IME.				
1 convertidor estático de potencia activa IME				
1 varímetro trifásico similar a tipo RR QW - 144 D, escala 0-15 MVAR IME.				
1 convertidor estático de potencia reactiva IME.				
1 contactor de energía activa similar a tipo D291 5A 100 V IME.				
1 contactor de energía reactiva similar a tipo RD291 5A 100 V IME.				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
1	amperímetro similar a tipo RQ96E, escala 0-600 A, IME.				
1	seccionador de potencia tripolar similar a tipo IM, 630 A, contactos auxiliares 2NA + 2NC con maniobra similar a tipo MQF1, con: Bobina de bloqueo 110 Vcc Cuchillas de puesta a tierra bloqueadas mecánicamente con el seccionador, con - contactos auxiliares 2NA + 2NC COET.				
2	resistencias anticondensadoras monofásicas 300W-220 V, 60 Hz.				
1	pulsador similar a tipo 077P11 CGE.				
1	pulsador similar a tipo 077RE11 rojo CGE.				
1	conmutador voltimétrico similar a tipo FR10 4/3 para la medida de tensiones de pase 0-RS-ST-TR COMELETIC.				
1	conmutador amperimétrico similar a tipo FR 10/4/3 para la medida de corrientes 0-R-S-T COMELETIC.				
1	conmutador similar a tipo FR10-2/1 COMELETIC.				
1	transformador de corriente similar a tipo				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C C S T O S	
				Unitario	Total
	ACB-12 600/5A 25 VA c.p. 0.5 BBC.				
	3 transformadores de tensión similar a tipo - VCH-12 10000/380: $\sqrt{3}$ 100 VA c.p. 1 BBC.				
	3 transformadores de tensión similar a tipo - UCK-12 10000: $\sqrt{3}/100$: $\sqrt{3}$ 200 VA c.p. 1	Pza	1	378,000	378,000
2	Celdas de salida a 10 Kv similar a tipo Metal clad constituida por estructura de fierro angular, provista de puerta frontal y posterior protecciones intermedias, cajuela de instrumentos, techo plano ejecutado en plancha metalica arenada y pintada con dos manos pintura anticorrosiva y dos de acabado, de las siguientes dimensiones: <div style="margin-left: 40px;"> ancho 800 mm profundidad 2,200 mm altura 2,200 mm </div>				
	Comprendiendo el suministro y montaje de lo siguiente:				
	1 termostato para temperatura ambiente (interior de la celda), similar a tipo TFL-114 - V F/M.				
	2 relés de máxima corriente similar a tipo ICM para regulación 2.5: 10A-3:10 instantáneo, tensión auxiliar, 110 Vcc, contacto auxiliar				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
	2 NA, ejecución extraíble, montaje sobre <u>ta</u> blero BBC.				
1	relé de protección térmica similar a tipo STFKK, corriente nominal 4.5 A, contacto <u>au</u> xiliar 1 NA, constante de tiempo 40', ejecu- ción extraíble, montaje sobre tablero BBC.				
7	fusibles DZ-500 V-2A con sus respectivos ac- cesorios SIEMENS.				
1	interruptor bipolar automático STOTZ similar a tipo S212-10A con contacto auxiliar BBC.				
2	fusibles .DZ 500V-4A con sus respectivos <u>ac</u> cesorios SIEMENS.				
1	portalámpara de señalización similar a tipo 077LC110 con lámpara a 110 Vcc y cubierta <u>co</u> lor verde CGE.				
1	portalámpara igual al anterior con cubierta color blanco CGE.				
1	portalámpara igual al anterior con cubierta color amarillo CGE.				
2	relés de senalización similar a tipo R140EB 110 Vcc FIR.				

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
			Unitario	Total
1 amperímetro similar tipo RQ96, escala 0:100/500 A IME.				
1 varímetro indicador trifásico similar a tipo RQW 144D, escala 0-1500 KW, montaje sobre tablero IME.				
1 convertidor estático de potencia activa IME				
1 interruptor tripolar de sopiado magnético - similar a tipo DIARC-DR 17.5/35/800A en ejecución extraíble compuesto en la parte móvil de:				
- Comando motor similar a tipo ERM-110 Vcc				
- Bobina de mínima tensión 110 V = 60 Hz				
- Bloqueo a llave				
- Contactos auxiliares				
- Contador de maniobras				
Señalización de carga muelle				
- Enchufe para circuitos auxiliares				
y en la parte fija de:				
1 grupo de contactos auxiliares apertura				
1 grupo de contactos auxiliares de cierre				
1 resistencia anticondensada 300W-220 V, 60 Hz SACE.				
1 seccionador de puesta a tierra similar a tipo MAT-630-12 KV COET.				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
	1 conmutador de mando similar a tipo FR10-3/2 a 3 posiciones con retorno a cero COMELETIC				
	1 conmutador FR10-2/1-2 posiciones COMELETIC				
	2 transformadores de corriente similar a tipo BTA 2.6.4/4.5A, 10 VA Cp3 IME.	Pza	3	336,000	1'008,000
3	Celdas de salida a 10 KV similar a tipo Metal clad constituida por estructura de fierro angular, provista de puerta frontal y posterior protecciones intermedias, cajuela de instrumentos, techo plano ejecutado en plancha metalica arenaada y pintada con dos manos de pintura anticorrosiva y dos de acabado, de las siguientes dimensiones: <p style="margin-left: 40px;">ancho 800 mm profundidad: 2,200 mm altura 2,200 mm</p> Comprendiendo el suministro y montaje de lo siguiente:				
	1 termostato para temperatura ambiente (interior de la celda) similar a tipo TFL-114-V.				
	2 relés de máxima corriente similar a tipo ICM 22 p, regulación 2.5: 10A-3: 10 instantáneo tensión auxiliar 110 Vcc, contacto auxiliar				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
	2NA, ejecución extraíble, montaje sobre tablero BBC.				
1	relé de protección térmica similar a tipo - STF; corriente nominal 4.5 A, contacto auxiliar 1NA, constante de tiempo 40', ejecución extraíble, montaje sobre tablero BBC.				
7	fusibles DZ-500V-2A con sus respectivos accesorios SIEMENS.				
1	interruptor bipolar automático STOTZ similar a tipo S212-10A con contacto auxiliar BBC.				
2	fusibles DZ 500 V-4A con sus respectivos accesorios SIEMENS.				
1	portalámpara de señalización similar a tipo 077LC110 con lámpara a 110 Vcc y cubierta - color verde CGE.				
1	portalámpara igual al anterior con cubierta color blanco CGE.				
1	portalámpara igual al anterior con cubierta color amarillo CGE.				
7	relés de señalización similar a tipo R140EB 110 Vcc FTR.				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
1	amperímetro similar a tipo RQ96E, escala 0: 150/300 A IME.				
1	vatímetro indicador trifásico RQW144D, escala 0-2000 KW, montaje sobre tablero IME.				
1	convertidor estático de potencia activa IME				
1	interruptor tripolar de soplado magnético - similar a tipo DIARC-DR 17.5/35/800 A, en ejecución extraíble compuesto en la parte móvil de:				
	- Comando motor similar a tipo ERM-110 Vcc				
	- Bobina de mínima tensión 100 V, 60 Hz bloqueo a llave.				
	- Contactos auxiliares.				
	- Contador de maniobras.				
	- Señalización de carga muelle.				
	- Enchufe para circuitos auxiliares,				
	y en la parte fija de:				
1	grupo de contactos auxiliares de apertura				
1	grupo de contactos auxiliares de cierre				
1	resistencia anticondensada 300W-220V, 60 Hz SACE				
1	seccionador de puesta a tierra similar a ti				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
	po MAT 630-12 KV COET.				
	1 conmutador de mando similar a tipo FR10 3/2 a 3 posiciones con retorno a cero COMELETRIC.				
	1 conmutador FR10-2/1-2 posiciones COMELETRIC.				
	2 transformadores de corriente similar a tipo ACF-24 100/5-5A.				
	- 40 VA - 5P10				
	15 VA - C.p. 0.5 BBC				
	1 transformador de corriente adaptador similar a tipo BTA2 6.4/4.5A 10VA - C.p 3 IME.	Pza	3	336,000	1'008,000
4	Transformadores trifásicos en baño de aceite con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, enfriamiento natural, 1.8 MVA, 10/0.54 KV, conexión D y 11, con los siguientes accesorios:				
	tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite con contactos				
	- conmutador de tomas en vacío				
	termómetro bimetalico con contactos de alarma y desconexión				
	- ruedas orientables en planos perpendiculares				

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
	grifo de vaciado y tomas de muestras de aceites				
	relé Buchholz con contactos de alarma y des conexión				
	- dotación de aceite.	Pza	2	793,800	1'587,600
5	Transformadores trifásicos en baño de aceite con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, enfriamiento natural, 2.4 MVA, 10/0.44 KV, conexión D y ll con los siguientes accesorios:				
	- Tanque conservador con indicador visual del nivel de aceite con contactos.				
	- Conmutador de tomas en vacío				
	- termómetro bimetalico con contactos de <u>alar</u> <u>ma</u> y desconexión				
	- ruedas orientables en planos perpendiculares				
	grifo de vaciado y tomas de muestra de aceites				
	- relé Buchholz con contactos de alarma des conexión				
	- dotación de aceite	Pza		1'226,400	1'226,400
6	Rieles para transformadores	m	30	750	22,500

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
7	Cables tipo NYSY 1 x 50 mm ² , 10 KV	m	1,000	230	230,000
8	Cables tipo NYSY 1 x 240 mm ² , 10 KV	m	2,070	480	993,600
9	Terminales exteriores premoldeados, serie 5630/ JKLM-045 para cable 1 x 50 mm ² - 10 KV	Jgo	42	500	21,000
10	Terminales exteriores premoldeados, serie 5630/ JKLM-045 para cable 1 x 240 mm ² - 10 KV	Jgo	15	700	10,500
11	Cables tipo NYY 3 x 70 mm ² , 1 KV	m	300	360	108,000
12	Cables tipo NYY 3 x 35 mm ² , 1 KV	m	250	190	47,500
13	Cables tipo NYY 3 x 10 mm ² , 1 KV	m	280	60	16,800
14	Cables tipo TW 1 x 2.5 mm ² , 1 KV	m	1,500	6.5	9,750
15	Bandejas de fierro de 50 cm de ancho	m	90	85	7,650
16	Bandejas de fierro de 30 cms de ancho	m	80	72	5,760
17	Bandejas de fierro de 20 cm de ancho	m	190	65	12,350
18	Material menudo (terminales, cintas aislantes correctores, etc)	lote	1	19,000	19,000
19	Bancos de baterías de acumuladores níquel-cad- mio	Pza	1	126,000	126,000

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
20	Cargador-rectificador, según Especificaciones	Pza	1	294,000	294,000
21	Grupo de emergencia Diesel 150 KVA, según Especificaciones	Pza	1	545,788	545,788
22	Supresores de tensión	Pza	2	21,000	42,000
23	Transformador trifásico de potencia en seco - de 250 KVS, 460 + 5%/240 V, 60 Hz	Pza	1	84,000	84,000
24	Tablero de distribución 230 V, 60 Hz conformado por estructuras, puerta frontal, protección posterior y lateral de las siguientes dimensiones: ancho 900 mm profundidad: 500 mm altura 2,200 mm				

comprendiendo:

- 1 disyuntor tripolar, 600 V, 680 A
- 2 transformadores de corriente 600/5A
- 1 amperímetro 144,5 A
- 1 conmutador amperimétrico
- 1 voltímetro 144,250 V
- 1 conmutador voltimétrico
- 2 interruptores fusibles 400 A, 500 V.
- 3 interruptores fusibles 125 A, 500 V
- 4 cartuchos fusibles 80 A, 500 V
- Espacio para dos interruptores fusibles 100 A, 500 V.

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O	
				Unitario	Total
	- 4 cartuchos fusibles .35 A, 500 V	Pza	1	123,150	123,150
25	Ductos de 3 vías de 1m	Pza	90	75	6,750
26	Tubería conduit galvanizado pesado Ø 2" (10')	Pza	12	433	5,196
27	Tuberías conduit galvanizado liviano Ø 1.1/2"	Pza	20	320	6,400
28	Tuberías conduit galvanizado liviano Ø 1"	Pza	30	195	5,850
29	Tuberías conduit galvanizado liviano Ø 3/4"	Pza	30	133	3,990
30	Accesorios para tuberías (uniones, curvas, etc)	Lote	1	4,000	4,000
TOTAL MATERIALES:					7'959,534

DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S		
			Unitario	Total	
B. MANO DE OBRA					
01	Instalación celda de llegada	u	1	5,554	5,554
02	Instalación delca de salida	u	6	5,554	33,324
03	Instalación de transformadores 10 KV	u	3	9,907	29,721
04	Zanja para alimentador general	m ³	280	88.88	24886.4
05	Instalación cable NYSY 1 x 240 mm ² , 10 KV	m	2070	24.20	20094.
06	Instalación cable NYSY 1 x 50 mm ² , 10 KV	m	1000	17.16	17,160
07	Instalación cable NYN 3 x 70 mm ² , 1 KV	m	300	10.70	3210
08	Instalación cable NYN 3 x 35 mm ² , 1 KV	m	250	9.83	2457.5
09	Instalación cable NYN 3 x 10 mm ² , 1 KV	m	280	8.95	2506
10	Instalación bandeja 50 cm	m	90	167.20	15048
11	Instalación bandeja 30 cm	m	80	167.20	13376
12	Instalación bandeja 20 cm	m	190	167.20	31768
13	Instalación tablero cargador baterías	u	1	2021	2021
14	Instalación banco de baterías	u	1	2021	2021
15	Instalación grupo de emergencia	u	1	38522	38522
16	Instalación transformador 250 KVA	u	1	6011	6011
17	Instalación tablero de distribución	u	1	11699	11699
18	Instalación de auxiliares	u		24868.1	24868.1
TOTAL MANO DE OBRA					314,259

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	C O S T O S	
				Unitario	Total
C.	DIRECCION Y GASTOS GENERALES				393,350
	Total de A + B + C				8'467,143

NOTA: El valor no incluye impuestos,
ni utilidad del Contratista.

FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

<u>CLAVE</u>	<u>* INDICE UNIFICADO</u>	<u>ELEMENTO COMPONENTE</u>	<u>MONTO</u>	<u>INCI DENCIA</u>
A	019	Cables y otros	1'405,650	16.22
B	049	Maquinaria y equipo im- portado	3'433,288	39.61
C	048	Maquinaria y equipo <u>na</u> <u>cional</u>	3'040,150	35.08
D	057	Bandejas metálicas de - plancha LAF y perfiles	48,260	0.56
E	065	Tubería de acero	32,186	0.37
F	047	Mano de Obra	314,259	3.63
G	039	Gastos Generales	393,350	4.53

$$P_i = 8'667,143.$$

$$K = 0.1622 \frac{A_f}{A_i} + 0.3961 \frac{B_f}{B_i} + 0.3508 \frac{C_f}{C_i} + 0.0056 \frac{D_f}{D_i} +$$

$$0.0037 \frac{E_f}{E_i} + 0.0363 \frac{F_f}{F_i} + 0.0453 \frac{G_f}{G_i}$$

$$P_f = K P_o$$

donde: P_f = Precio final a la fecha del reajuste

P_o = Precio inicial a Julio de 1986

K = Factor de reajuste

Para la elaboración de la fórmula se ha considerado las partidas más representativas.

(*) Se ha considerado el índice de mayor influencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La instalación de la Planta Industrial N° 2 de Aceros Arequipa, tendrá un gran aporte en el desarrollo del país; - puesto que permitirá cubrir el deficit de barras de construcción y demás productos no planos. El consumo del mercado nacional es aproximadamente de 11,000 TM/mes, de los cuales un 50% serán suministrados por Aceros Arequipa S.A. En el proyecto eléctrico elaborado, se debe tratar en lo posible la utilización de materiales y equipos nacionales ahorrando divisas para el país.

El proyecto eléctrico desarrollado presenta una instalación de configuración sólida y funcional, permitiendo en algunos casos, de extrema necesidad, el intercambio de equipos, evitando paros largos y asegurando el normal funcionamiento de la planta.

Debido a la naturaleza de la carga, se recomienda un análisis exhaustivo de la operación de la planta para lograr un consumo de energía óptimo y no hacer uso irracional de la energía.

Para garantizar un buen funcionamiento de los equipos y por consiguiente la conservación de éstos; es necesario - la implementación de un programa de mantenimiento. Asi mismo es necesario instruir al personal en la correcta operación de los diferentes equipos para evitar fallas por falsas maniobras, así como prevenir accidentes.

BIBLIOGRAFIA

- "Estaciones de Transformación y Distribución"
Enciclopedia CEAC de Electricidad, Barcelona, España,
4ta. Edición, Febrero de 1979.

- "Estaciones Transformadoras y de Distribución"
Gaudeucio Zoppetti S, Editorial Gustavo Gili S.A. Es-
paña, 4ta. Edición 1972.

- "Manual de Instalaciones de Distribución de Energía
Eléctrica"
Brown Boveri BBC, URMO S.A. de Ediciones, 1ra. Edición
en Español, 1983.

- "Instalaciones Eléctricas"
Siemens A.G.

- "El arte y la ciencia de la Protección de Relevadores"
C. Russell Mason, Cía. Editorial Continental S.A.
México 8va. Edición, Junio 1980.

- "Electrónica y Automática Industriales"
Serie Mundo Electrónico, Editorial Marcombo, México -
1981.

- "Fundamental de la Electrónica de Potencia"
K. Heumann, AWG, Telefunken, Alemania.

- "Teoría y Análisis de las Máquinas Eléctricas"
Fitzgerald.

- "Accionamientos Eléctricos"
M. Chilikan, Editorial MIR, Rusia.

- "Siderurgia Latinoamericana"
Instituto Latinoamericano del fierro y el acero
ILAFSA, Chile, Julio 1985.

 - "Código Eléctrico del Perú"
Edición 1960
Lima-Perú

 - "Código Nacional de Electricidad"
- Catálogos diversos.