UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

INCREMENTO DE LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA ALIMENTACIÓN DE POZOS DE REGADÍO

Informe de suficiencia

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO - ELECTRICISTA

TOMÁS OMAR RIOJAS MARQUEZ

PROMOCION **2005-II**

LIMA-PERU

PROLOGO..... 1

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN 3

1.1 Objetivo 4

1.2 Justificación 4

1.3 Alcance..... .. 5

CAPITULO II – MARCO TEÓRICO..... 6

2.1 Selección de sistemas de protección 6

2.1.1 Media tensión en 13.8 KV..... 6

2.1.1. 1 Líneas de Transmisión Fusibles tipo K y T ...6

2.1.1.2 Transformadores..... 22

2.1.2 Baja Tensión..... 24

2.1.2.1 Sistemas de arranques de motores..... 24

2.2 Cálculo de costos de horas perdidas..... 29

CAPITULO III – SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELECTRICO DE ALIMENTACIÓN A LOS POZOS DE RIEGO 33

3.1 Descripción del sistema de generación..... 33

3.2 Descripción del sistema de transmisión 34

3.3 Descripción del sistema de distribución..... 35

CAPITULO IV –INCREMENTO DE LA CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO..... 37

4.1 Planeamiento del proyecto..... 37

4.2 Sistema de protección en el sistema de generación turbo generadores 41

4.3 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA PARA LA LÍNEA DE POZOS.....

..... 45

4.3.1 Selección de fusible para la protección de los transformadores 46

4.3.2 Selección de celdas de media tensión..... 47

4.3.3 Coordinación operativa de los fusibles de Media Tensión 13.8 KV 58

4.3 Distribución 65

4.3.1 Selección de protección de motores..... 65

CONCLUSIONES 70

RECOMENDACIONES..... 71

BENEFICIOS DEL PROYECTO..... .72

BIBLIOGRAFIA..... 73

ANEXOS..... 74

PRÓLOGO

El siguiente informe trata de las acciones que se tomaron para incrementar la confiabilidad del Sistema Eléctrico en la alimentación de pozos de regadío, la cual se basa en la selección de celdas de protección y fusibles en media tensión.

El problema principal es el desabastecimiento de energía eléctrica en la fábrica de azúcar. La planta de fuerza que suministra energía está compuesta por turbo generadores que son alimentados por vapor de alta presión. Estas Turbo máquinas tienen un sistema de protección, las cuales se protegen ante un corto circuito en sus líneas de transporte de energía las mismas que no tienen un adecuado sistema de protección. Por tal motivo se debe de dimensionar un Sistema de Protección de Media Tensión que contemple la selección del tipo de fusible que se debe de instalar en cada ramal y hacer una correcta coordinación operativa; esto permitirá proteger las líneas de transmisión y la planta de Fuerza; de esta manera la carga de pozos de regadío no se desconectara súbitamente, brindando la continuidad del servicio eléctrico a la fábrica de azúcar.

El informe consta de cuatro (04) capítulos que a continuación se describen:

En el capítulo 1, se presenta la descripción del informe, señalando los objetivos y alcances

En el capítulo 2 se desarrolla el marco teórico de los sistemas de protección en baja y media tensión; así mismo, se presenta el cálculo de costos de horas perdidas.

En el capítulo 3 se hace una descripción de los actuales sistemas eléctricos de generación, transmisión y distribución para poder analizarlos y dar soluciones a las mismas.

En el capítulo 4 presenta la metodología para incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico en el Área de Generación, Transmisión y Distribución.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realizó una fábrica de azúcar ubicado, aproximadamente a 40 Km., al Nor-Oeste de la ciudad de Trujillo, en la localidad de Cartavio, Distrito de Santiago de Cao, Provincia de Ascope, Región La Libertad, al Norte del Perú. En términos de Energía, se encuentra inmerso en la modalidad de Cogeneración, en consecuencia desde su Planta de Fuerza Eléctrica, genera y suministra energía eléctrica para su propio proceso, dentro del cual se encuentra el sistema de distribución eléctrica del área de pozos de uso agrícola, conformada por líneas de transmisión eléctrica en Media Tensión (13.8 KV), estaciones de transformación (13.8/0.44 KV) esparcidas en área de su propiedad y electro bombas sumergibles, puntuales, de extracción de agua para regadío. Asimismo recibe energía eléctrica, en 2.4 KV, a través del concesionario. La capacidad de generación propia es de 10 MVA y la capacidad de generación contratada es variable como Cliente Libre, establecida bajo contrato renovable anual.

La Fábrica de Azúcar depende energéticamente de su Planta de Fuerza el cual cumple un ciclo cerrado energético, el bagazo que sale de la molienda de caña de azúcar alimenta al caldero el cual provee de vapor a la Fabrica de Azúcar y la Planta de Fuerza en esta se tienen turbinas a vapor las cuales mueven generadores de energía, estos proveen de energía eléctrica a la Fábrica de Azúcar y la línea de media tensión que alimenta a los aproximadamente 123 pozos de agua, cumpliéndose así un ciclo cerrado de producción en el Ingenio Azucarero.

1.1 OBJETIVO

Incrementar la confiabilidad del sistema de auto-abastecimiento de energía eléctrica en la fábrica de azúcar disminuyendo los cortes de energía debido a que el sistema de protección de los generadores actúa por cortos circuitos provocados por constantes intentos de hurto de las líneas de media tensión; las celdas de protección cumplirán la función de apertura del seccionador cuando exista un corto circuito que no lo hayan detectado los fusible tipo K instalados en los ramales de las líneas de media tensión que alimentan a los motores de los pozos de regadío.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Debido a los constantes robos de cables de energía en la línea de media tensión haciendo cortos circuitos para des energizar la misma, los cuales ocasionan que las protecciones de los generadores actúen sacando de servicio a la Planta de Fuerza. La mala selección de protección en las líneas de media tensión hace que estas actúen sin coordinación dejando sin energía los pozos de agua.

Además que las Líneas de media tensión están divididas en tres ramales los cuales no están identificados ni sus protecciones ni sus cargas respectivas, no se podía identificar en donde debía de estar la falla ya que son más de 15 km de línea de media tensión y 50 mil hectáreas de cultivos de caña de azúcar.

Debido a este corte de energía las protecciones de las turbo – generadores actuaban sacándolos violentamente de servicio, cortando también la necesidad de consumo de vapor este a su vez se regresaba a la caldera generando un golpe de ariete provocando una sobre presión en el domo superior del caldero por lo que la válvula de seguridad se abría provocando la salida del caldero dejando de alimentar de vapor a fabrica, provocando una Parada de Planta de un mínimo de 1 hora.

Como se presenta no solamente es un corte de energía para el robo de cable si no también los siguientes puntos:

1.- Perdidas en Producción de Fabrica.

2.- Perdidas por consumo de energía comercial de la Barra del Distribuidor.

3.- Perdidas por horas de riego en los campos afectados.

4.- Pedidas en horas hombre parada.

1.3 ALCANCES

Para poder incrementar la confiabilidad del Sistema Eléctrico se debió de tomar las siguientes medidas:

- Levantamiento de información del sistema eléctrico en Transmisión y Distribución.
- Selección del tipo de fusibles y amperaje para cada ramal del sistema de transmisión de media tensión.
- Coordinación operativa de los fusibles de la línea de transmisión de energía.
- Selección de celdas en media tensión para la alimentación de los distintos pozos de regadío

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 SELECCIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA

2.1.1 Media Tensión en 13.8KV

La línea de transmisión de energía se tienen que protege asi como los centros de trasformación de voltaje para lo cual mostramos a continuación sus fundamentos:

2.1.1.1 Líneas de Media Tensión, fusibles tipo K y T.

A) Definición De Fusible

Los fusibles o cortacircuitos, según se ve en la figura no son más que una sección de hilo más fino que los conductores normales, colocado en la entrada del circuito a proteger, para que al aumentar la corriente, debido a un cortocircuito, sea la parte que mas se caliente, y por tanto la primera en fundirse. Una vez interrumpida la corriente, el resto del circuito ya no sufre daño alguno.

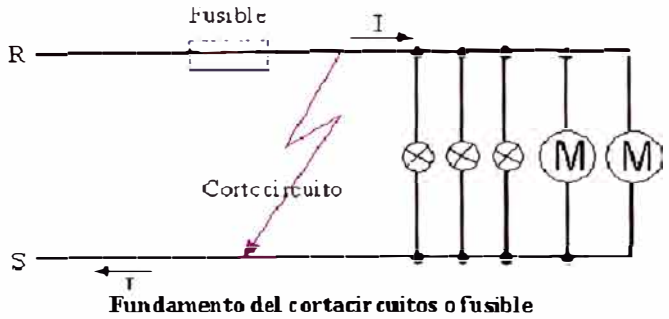


Fig. N° 2.1: Fundamentos de Corto Circuito

Los fusibles son los dispositivos de sobrecorriente más baratos y simples que se utilizan en la protección de redes de distribución. Al mismo tiempo son uno de los más confiables, dado que pueden brindar protección un tiempo muy prolongado (por arriba de 20 años) sin estar sujeto a tareas de mantenimiento. Antiguamente los fusibles eran finos hilos de cobre o plomo, colocados al aire, lo cual tenía el inconveniente de que al fundirse salta pequeñas partículas incandescentes, dando lugar a otras averías en el circuito. Actualmente la parte o elemento fusible suele ser un fino hilo de cobre o aleación de plata, o bien una lámina del mismo metal para fusibles de gran intensidad, colocados dentro de unos cartuchos cerámicos llenos de arena de cuarzo, con lo cual se evita la dispersión del material fundido; por tal motivo también se denominan cartuchos fusibles. Los cartuchos fusibles son protecciones desechables, cuando uno se funde se sustituye por otro en buen estado.

B) El cortocircuito fusible,

Fue el primer elemento de protección que se inventó en los albores de la electrotecnia, y aún continúa siendo adoptado en las instalaciones eléctricas modernas. Básicamente está formado por una lámina o alambre calibrado, que se denomina elemento fusible, contenido en un cartucho fusible removible y emplazado en una base o soporte portafusible, que lo permite conectar en serie con el circuito a proteger.

El elemento fusible, se construye de manera que tenga un punto de fusión menor que los conductores de la instalación protegida, y habitualmente se

disponen varios sectores más estrechos, en los que se obtiene una mayor densidad de corriente. Por lo tanto, cuando circula una sobrecorriente determinada, el calor generado por efecto Joule funde los estrechamientos del elemento e interrumpe el circuito. Una vez eliminada la causa de la sobrecorriente, para reponer el circuito debe instalarse un elemento fusible nuevo.

La construcción de los fusibles comprende una gran variedad de modelos, con distintos tamaños, formas y métodos de montaje; y para ser utilizados con diferentes gamas de tensión, corriente y tiempos de actuación. Así hay fusibles con montaje a rosca, a cuchilla o cilíndricos; hay fusibles de acción rápida o retardada; hay fusibles de alta y media capacidad de ruptura, etcétera. En ciertos casos, se fabrican en distintos tamaños, para evitar la instalación errónea de fusibles de características diferentes a las necesarias. Además, en algunos modelos se dispone una base portafusible diseñada para operar como seccionador en vacío o bajo carga, maniobrando simultáneamente los fusibles de las distintas fases.

Función de los fusibles de alta y media tensión

La función del fusible o cortacircuito de alta y media y media tensión es interrumpir el suministro a una instalación o parte de ella por la fusión de una de sus partes constitutivas, (Siendo esta la lámina del fusible) cuando la corriente que circula por éste excede un valor pre-establecido, en un tiempo dado, diseñados para las diferentes potencias de alta y media y media tensiones. Cumpliendo así con su función principal que es la de proteger los generadores, transformadores, redes y demás componentes de un sistema eléctrico. Un fusible seleccionado en forma adecuada debe abrir el circuito por destrucción del elemento fusible, eliminando el arco establecido durante la destrucción y luego mantener las condiciones del circuito abierto con tensión nominal aplicada en sus terminales, es decir que no haya arco a lo largo del elemento fusible. A pesar de que el fusible

es simple en apariencia su función es compleja. Para que actúe en forma adecuada debe de:

- Censar las condiciones tratando de proteger.
- Interrumpir la corriente rápidamente.
- Coordinar con otros dispositivos de protección.

Condiciones que deben cumplir los fusibles de media tensión

- Enfriar el metal vaporizado.
- Absorber el vapor metálico condensa.
- Extinguir el arco que pueda mantenerse en el vapor metálico conductor. La presencia de este polvo es la que confiere al fusible su alto poder de ruptura en el caso de cortocircuitos bruscos.
- Alta y media rigidez mecánicas.
- Brindar una buena estabilidad eléctrica para un el funcionamiento del sistema en buen estado.
- Ser resistentes a los cambios atmosféricos.
- Condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales, y Subestaciones y Centros de transformación.

Partes del fusible

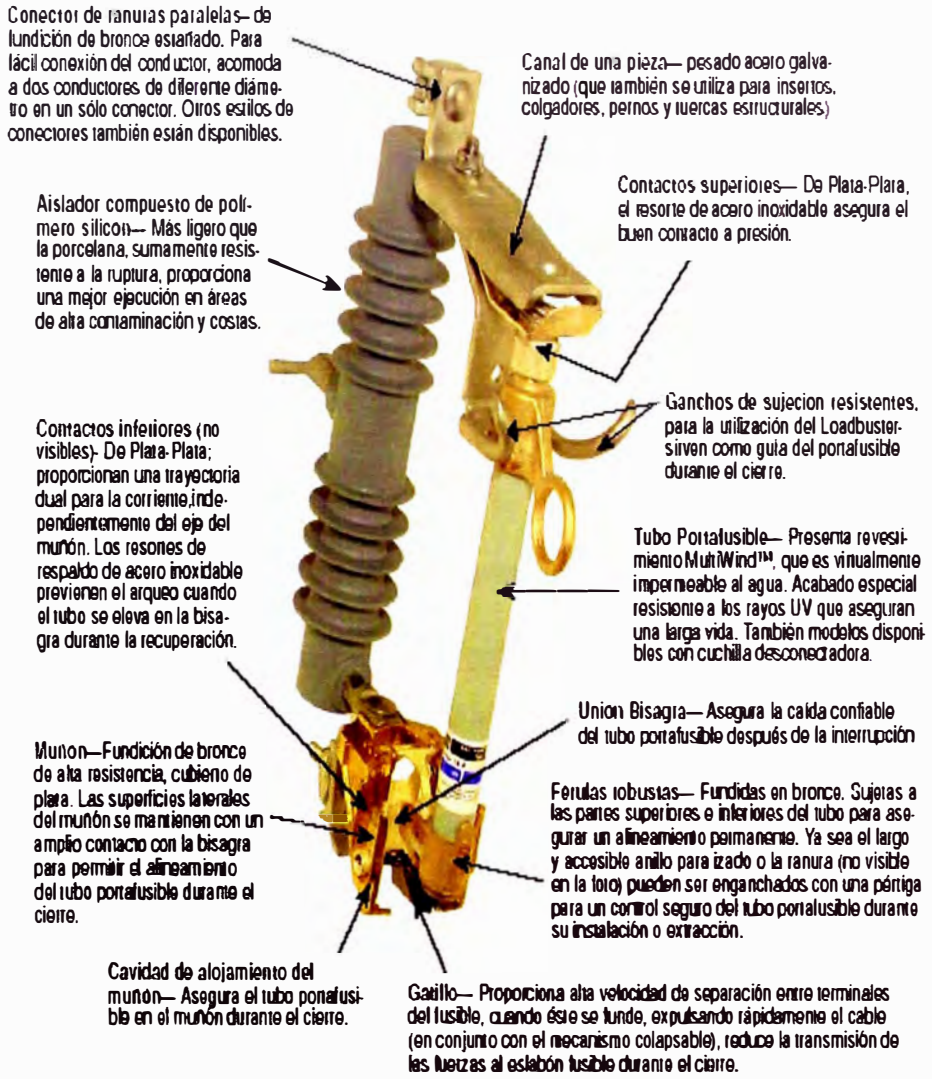


Fig. N°2.2 Partes del porta fusible

C) Características tiempo – corriente de los hilos fusibles universales para uso en cortacircuitos de distribución tipo abierto.

El criterio de selección se apoya básicamente en la **UNE 21-122** "Guía de aplicación para la elección de fusibles de alta y media tensión destinados a utilizarse en circuitos con transformadores", cuando se realiza la selección de fusibles no solamente se trata del cálculo dependiendo de la carga que sebera de proteger si no que también por el tema de logística de cuantos elementos de la mismas características se debe de tener en Stock

por un tema de mantenimientos y poder dar respuesta ante cualquier evento ya sea natural o por la mano del hombre.

Para la selección de un fusible tenemos que tener presente los siguientes conocimientos:

1. Tensión y nivel de aislamiento

2. Tipo de sistema

3. Máximo nivel de cortocircuito

4. Corriente de carga

Selección de la corriente nominal

La corriente nominal del fusible debe ser mayor que la máxima corriente de carga. Debe permitirse un porcentaje de sobrecarga de acuerdo a las condiciones del equipo protegido. En el caso de transformadores de potencia, los fusibles deben ser seleccionados de tal forma que su característica tiempo-corriente este por arriba de la curva de energización (inrush) y por debajo de su límite térmico. Algunos fabricantes confeccionan tablas para la asistencia en la apropiada selección del fusible para diferentes valores nominales y disposiciones.

Selección de la tensión nominal

La tensión nominal del fusible se determina a partir de las siguientes características:

- Tensión máxima de fase o de línea.
- Tipo de puesta a tierra.
- Número de fases (tres o una).

Las características del sistema determinan la tensión vista por el fusible en el momento en que interrumpe la falla. Tal tensión debe ser igual o

menor que la tensión nominal del fusible. Por lo tanto, debe aplicarse los siguientes criterios:

- En sistemas aislados, la tensión nominal debe ser igual o mayor que la tensión máxima de línea.
- En sistemas trifásicos puestos a tierra, para cargas monofásicas, la tensión nominal debe ser igual o mayor que la máxima tensión de fase y para cargas trifásicas la tensión nominal es seleccionada en base a la tensión de línea.

C.1) Características de Desempeño

Las características de tiempo – corriente de los hilos fusibles se basan en la aplicación de una corriente a un fusible nuevo y sin carga previa, instalado en el corta circuito especificado (15Kv, 27Kv y 38Kv).

Estas características tiempo – corriente deben presentarse como curvas de fusión mínimas y de interrupción total para todos los hilos fusibles de 1 a 200 Amperios nominales, determinado por los resultados obtenidos en los ensayos de verificación de las características tiempo – corriente.

C.1.1) Características de Tiempo – Corriente de Fusión Mínima: Estas curvas muestran el tiempo mínimo que tarda en fundir un hilo fusible por una corriente dada (ver Anexo 1 y 3).

C.1.2) Características de Tiempo – Corriente de Fusión Máxima y Despeje Total: Estas curvas muestran la relación entre la corriente del fusible y el tiempo de fusión mínimo más la tolerancia más el tiempo de arco del fusible (ver Anexo 2 y 4)

C.2) Características de Fusión (Prearco) Tiempo – Corriente de los Hilos Fusibles Tipo K y Tipo T

Las características tiempo – corriente para los hilos fusibles tipo K y Tipo T deben cumplir con las corrientes máximas y mínimas requeridas para

fundir el hilo fusible en tres zonas de tiempos designadas en las tablas 2 y 3, (ver Tablas No. 2.1 y 2.2):

A). 300 segundos para hilos fusibles de 1 a 100 Amperios nominales

B). 10 segundos

C). 0.1 segundos

C.3) Exactitud

La banda de tolerancia definida para las curvas mínima y máxima de los hilos fusibles tipo K y tipo T no debe exceder de la curva de fusión mínima en más del 20% para la corriente de fusión máxima.

Los tiempos de fusión o prearco en las zonas de 300 o 600 segundos – 10 segundos – 0.1 segundos obtenidos en los ensayos deben permanecer dentro de la banda de tolerancia para verificar el comportamiento en forma continua de los fusibles (ver Tablas No.2.3 y 2.4).

Tabla N° 2.1: Corrientes de fusión para hilos fusibles tipo K

CORRIENTE NOMINAL PERMANENTE	CORRIENTE DE FUSION 300 O 600		CORRIENTE DE FUSION 10 SEGUNDOS		CORRIENTE DE FUSION 0.1 SEGUNDOS		RELACION DE VELOCIDAD
(Amperios)	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
REGIMENES PREFERIDOS							
6	12	14.4	13.5	20.5	72	86	6.0
10	19.5	23.4	22.5	34	128	154	6.6
15	31	37.2	37	55	215	258	6.9
25	50	60	60	90	350	420	7.0
40	80	96	96	146	565	680	7.1
65	128	153	159	237	918	1100	7.2
100	200	240	258	388	1520	1820	7.6
140	310	372	430	650	2470	2970	8.0
200	480	576	760	1150	3888	4650	8.1
REGIMENES NO PREFERIDOS O INTERMEDIOS							
7	13.5	16	16	19.2	97	116	-
8	15	18	18	27	97	116	6.5
9	17.5	21	20	25.5	97	116	-
12	25	30	29.5	44	166	199	6.6
20	39	47	48	71	273	328	7.0
30	63	76	77.5	115	447	546	7.1
50	101	121	126	188	719	862	7.1
60	116	144	144	200	840	1000	7.0
80	160	192	205	307	1180	1420	7.4
REGIMENES INFERIORES A 6 AMPERIOS							
1	2	2.4	2.4	3	17.5	21	-
2	4	4.8	5	6	37.5	45	-
3	6	7.2	7.2	9	48	58	-
4	8	9.6	10	12.5	48	58	-
5	10	12	13	15.6	72	86	-

* TODOS LOS VALORES ESTAN INDICADOS EN AMPERIOS

+ NO SE INDICA NINGUN VALOR PUESTO QUE EL REQUISITO ES QUE LOS VALORES NOMINALES 2 Y 3 AMPERIOS DEBEN COORDINAR CON EL VALOR DE 6 AMPERIOS PERO NO NECESARIAMENT ENTRE ELLOS

~ 300 SEGUNDOS PARA HILOS FUSIBLES DE 100 AMPERIOS NOMINALES Y MENORES; 600 SEGÚN DOS PARA HILOS FUSIBLES DE 140 Y 200 AMPERIOS NOMINALES

(rápido)

|Tabla N°2.2: Corrientes de fusión para hilos fusibles tipo T (lento)

CORRIENTE NOMINAL PERMANENTE	CORRIENTE DE FUSION 300 O 600		CORRIENTE DE FUSION 10 SEGUNDOS		CORRIENTE DE FUSION 0.1 SEGUNDOS		RELACION DE VELOCIDAD
(Amperios)	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
REGIMENES PREFERIDOS							
6	12	14.4	15.3	23	120	144	10
10	19.5	23.4	26.5	40	224	269	11.5
15	31	37.2	44.5	67	388	466	12.5
25	50	60	73.5	109	635	762	12.7
40	80	96	120	178	1040	1240	13
65	128	153	195	291	1650	1975	12.9
100	200	240	319	475	2620	3150	13.1
140	310	372	520	775	4000	4800	12.9
200	480	576	850	1275	6250	7470	13
REGIMENES NO PREFERIDOS O INTERMEDIOS							
8	15	18	20.5	31	166	199	11.1
12	25	30	34.5	52	296	355	11.8
20	39	47	57	85	496	595	12.7
30	63	76	93	138	812	975	12.9
50	101	121	152	226	1310	1570	13
80	160	192	248	370	2080	2500	13
REGIMENES INFERIORES A 6 AMPERIOS							
1	2	2.4	2.4	3	17.5	21	-
2	4	4.8	5	6	37.5	45	-
3	6	7.2	7.2	9	48	58	-
4	8	9.6	10	12.5	48	58	-
5	10	11.6	11.6	17	95	125	-

* TODOS LOS VALORES ESTAN INDICADOS EN AMPERIOS

+ NO SE INDICA NINGUN VALOR PUESTO QUE EL REQUISITO ES QUE LOS VALORES NOMINALES 1 2 Y 3 AMPERIOS DEBEN COORDINAR CON EL VALOR DE 6 AMPERIOS PERO NO NECESARIAMENTE ENTRE ELLOS

~ 300 SEGUNDOS PARA HILOS FUSIBLES DE 100 AMPERIOS NOMINALES Y MENORES; 600 SEGÚNDOS PARA HILOS FUSIBLES DE 140 Y 200 AMPERIOS NOMINALES

Tabla N°2.3: Corrientes de fusión para hilos fusibles tipo K y tipo T

Corriente Nominal Permanente (Amperios) – Tipo	Corrientes de Fusión 300 segundos		Corrientes de Fusión 10 segundos		Corrientes de Fusión 0.1 segundos		Relación de Velocidad
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
6K	12	14.4	13.5	20.5	72	86	6
80T	160	192	248	370	2080	2500	13

Tabla N°2.4: Resultados de los ensayos de fusión tiempo – corriente

Hilo Fusible Amperios – Tipo	300 Segundos Mínimo		300 Segundos Máximo		10 Segundos Mínimo		10 Segundos Máximo		0.1 Segundos Mínimo		0.1 Segundos Máximo	
	Amp	Tie	Amp	Tie	Amp	Tie	Amp	Tie	Amp	Tie	Amp	Tie
6K	12	>300"	14.4	23"	13.5	86"	20.5	2"87	72	0"110	82	0"089
80T	160	>300"	192	156"	248	31"	370	4"91	2080	0"140	2480	0"097

C.4) Identificación de los Fusibles

Los hilos fusibles se designan por letras tales como K o T, de acuerdo con su cumplimiento con las características específicas de tiempo de fusión – corriente.

La relación de velocidad para cada tipo de fusible está dada por la relación entre la corriente de fusión a 0.1 segundo y la corriente de fusión a 300 segundos. En caso de un fusible con capacidad mayor a 100 Amperios nominales, se toma el valor de 600 segundos.

Tabla N°2.5: Relación de velocidad de apertura de los fusibles tipo K y T.

Corriente Nominal Permanente (Amperios) – Tipo	Corriente de Fusión 300 Segundos Mínimo	Corriente de Fusión 0.1 Segundos Mínimo	Relación de Velocidad
6K	12	72	72/12 = 6.0
80T	160	2080	2080/160 = 13.0

Denominación del Tipo K:

Los hilos fusibles tipo K son de alta velocidad cuya característica de (tiempo de Prearco / corriente) varía de 6.0 a 8.1

Las láminas fusibles tipo k se fabrican cumpliendo con las normas nacionales e internacionales ANSI, NEMA, IEEE, para los valores máximos y mínimos: 300, 10 y 0,1 segundos, atendiendo las, especificaciones técnicas y los valores normalizados para lograr una intercambiabilidad adecuada. Los fusibles tipo K se clasifican dentro de los rápidos.

Denominación del Tipo T:

Los hilos fusibles tipo T son de lenta velocidad cuya característica de (tiempo de prearco / corriente) varía de 10.0 a 13.1

Las láminas fusibles tipo t se fabrican cumpliendo con las normas nacionales e internacionales ANSI, NEMA, IEEE, para los valores máximos y mínimos: 300, 10 y 0,1 segundos, atendiendo en estas, especificaciones técnicas y los valores tiempo corriente normalizados para lograr al igual que los tipo K una intercambiabilidad adecuada. Los fusibles tipo T se clasifican dentro de los lentos o retardados.

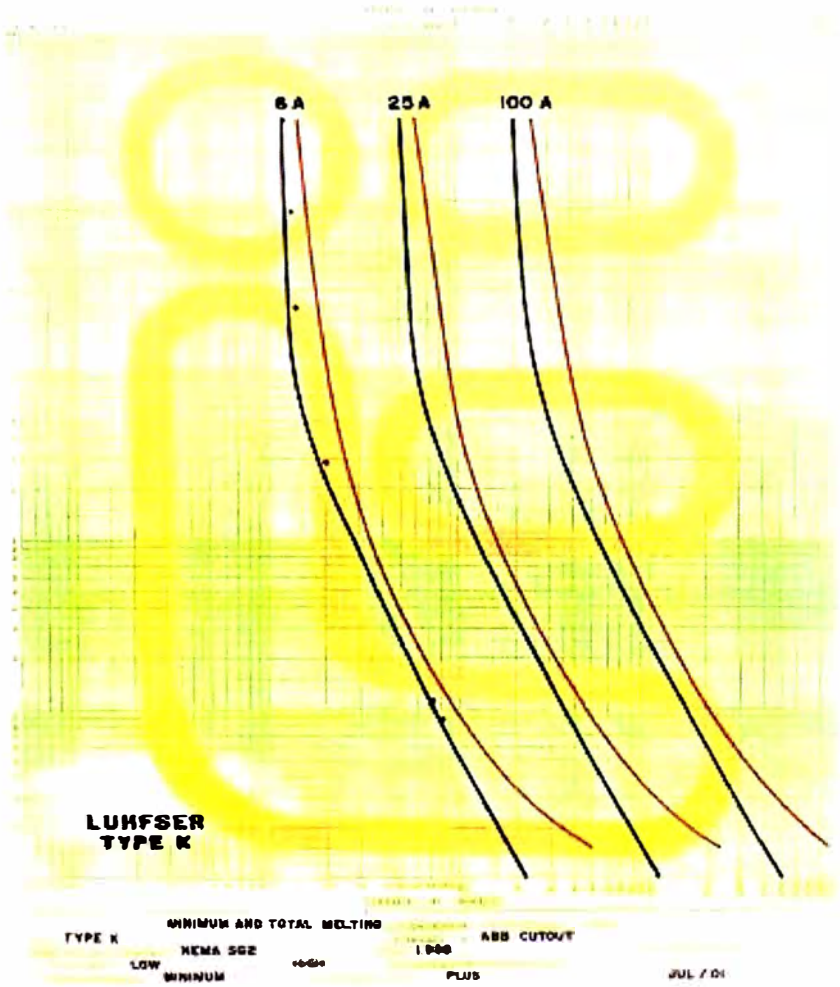


Fig. N°2.3: Curvas de fusión mínima y despeje total hilos fusibles Tipo K de 6 amperios graficando los resultados de la tabla N° 2.4

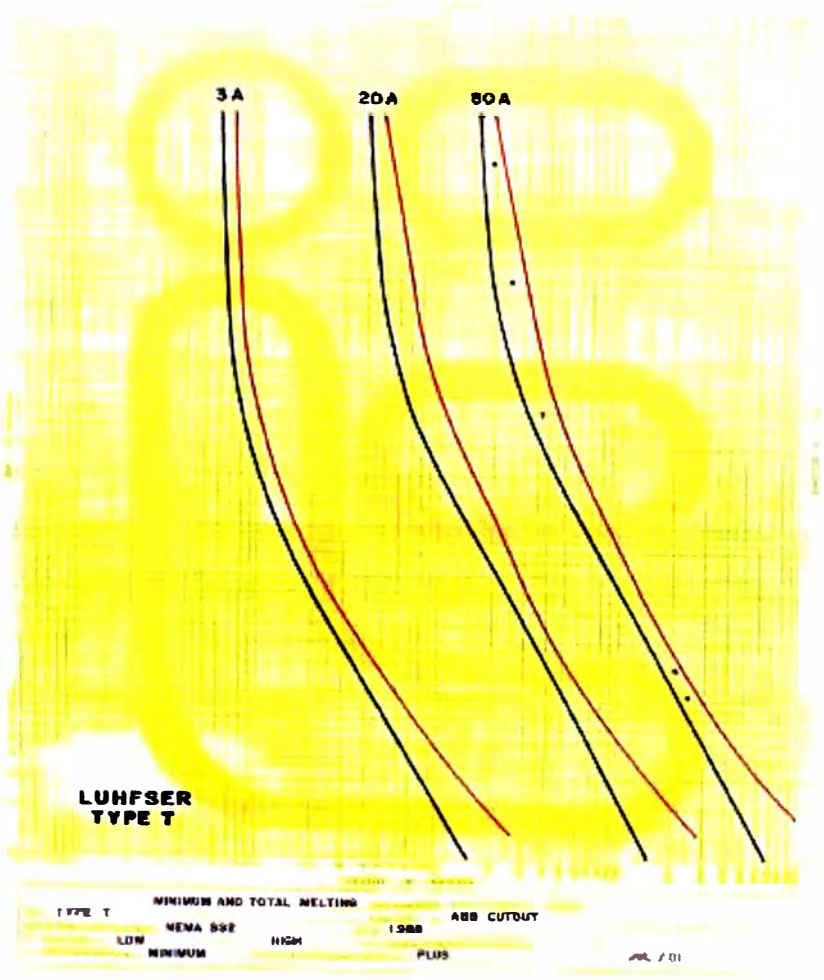


Fig. N°2.4: Curvas de fusión mínima y despeje total hilos fusibles Tipo T de 80 amperios graficando los resultados de la tabla N° 2.4

D) Selectividad de los fusibles en Líneas de Media Tensión

El fabricante deberá indicar, mediante un diagrama de limitación, los límites superiores de la corriente cortada limitada, correspondiente a cada valor de la corriente prevista de cortocircuito, hasta el poder de corte asignado del fusible en las condiciones especificadas. La característica del fusible es definida en realidad por dos curvas: la de mínimo tiempo de fusión (Melting) y la de tiempo total de despeje (Total Clearing).

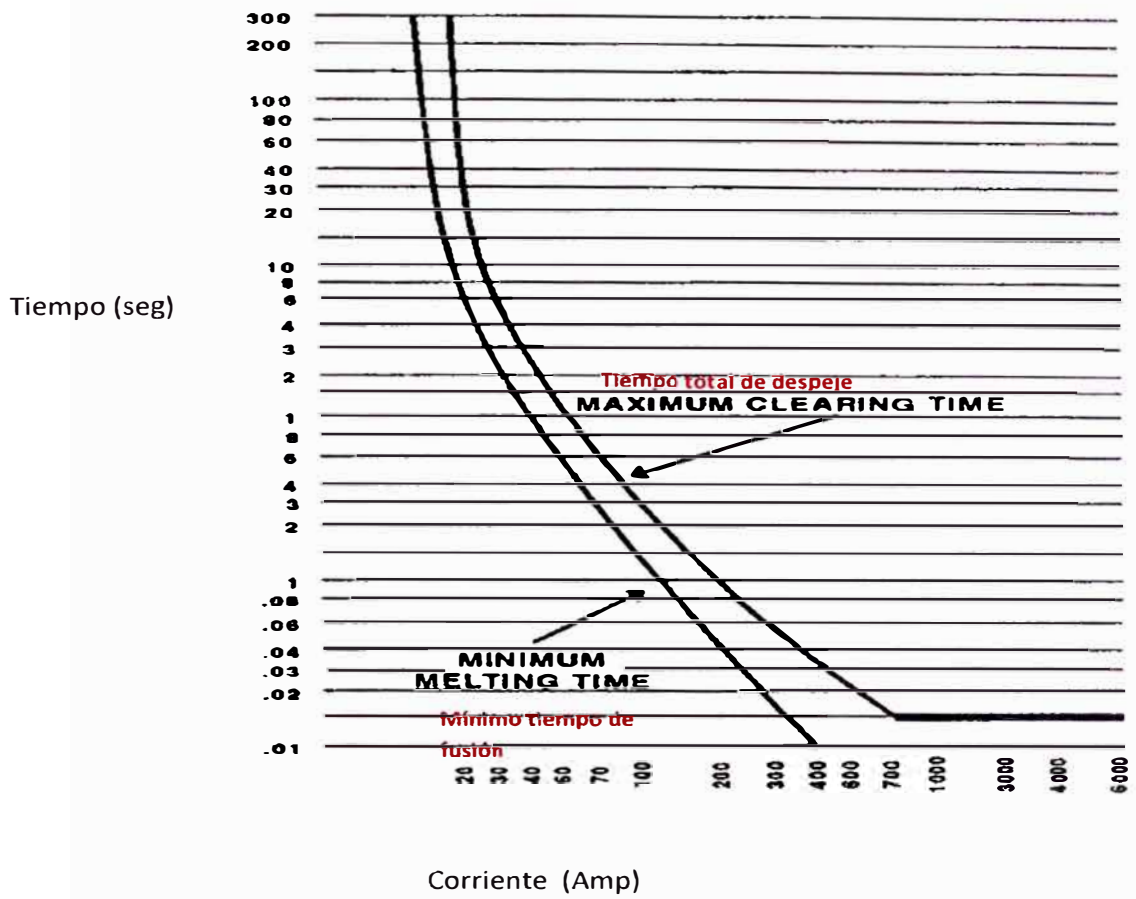
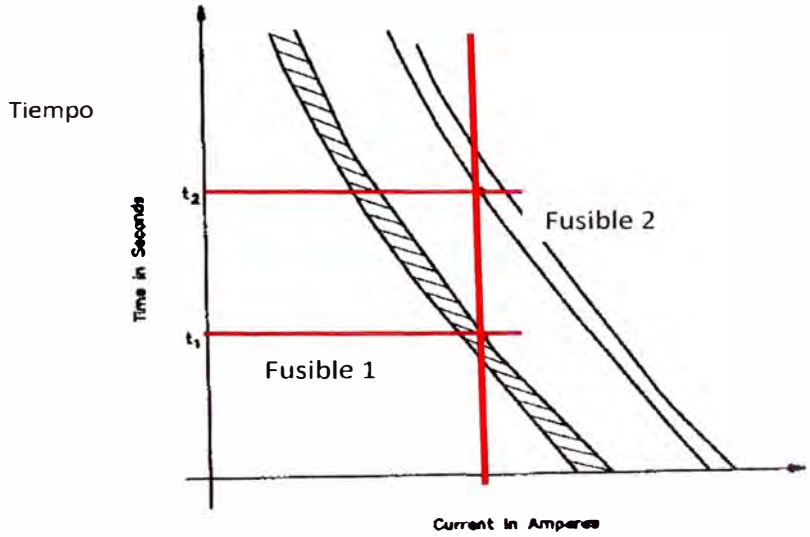


Fig. N° 2.5: Curva de Fusibles Tipo K, Tiempo mínimo de fusión y Tiempo total de despeje en un mismo fusible

La curva de mínimo tiempo de fusión se elabora mediante tests eléctricos. La magnitud de la corriente y el tiempo que toma para fundir son registrados y plotteados. Luego se traza una curva ajustada a los puntos obtenidos representando una curva promedio de fusión. Luego se substrae el 10% a los tiempos, y la curva obtenida así se denomina ", de tiempo mínimo". Sin embargo, el fusible tiene un tiempo de formación del arco asociado con él. Este tiempo es el que toma el fusible para interrumpir el circuito luego de que el fusible funda y se obtiene así mismo por test. Los tiempos de arco, los cuales se registran para diferentes magnitudes de corriente, se suman al "máximo tiempo de fusión" (110% del tiempo promedio de fusión). La curva resultante se denomina "de tiempo total de despeje". Estas dos curvas son los extremos de las características del fusible y son las curvas publicadas por los fabricantes.

La coordinación de dos fusibles (uno de lado fuente y otro de lado de carga) se lleva a cabo comparando las curvas respectivas. Para una falla delante del fusible (1) del lado carga hay que asegurar que este funda primero que el fusible (2) del lado de la fuente. Para ello, es práctica común tomar las condiciones más desfavorables; es decir, tomar la curva de mínimo tiempo de fusión para (2) y la de tiempo total de despeje para (1) (ver Fig. N°2.6). Para todas las corrientes de falla la curva de (2) debe quedar por arriba de la de (1). Un criterio ampliamente utilizado establece que el tiempo total de despeje del principal no debe exceder el 75% del tiempo mínimo del fusible back-up. Este factor compensa eso efectos tales como corriente de carga, temperatura ambiente, o fatiga del elemento fusible, causada por el efecto de calentamiento de corrientes de falla que han pasado por el fusible pero no han sido lo suficientemente elevadas para fundirlo



Criterio de coordinación de fusibles t1<0.75 t2

Fig. N° 2.6: Criterio de coordinación de fusibles

2.1.1.2 Transformadores

Los transformadores que se tienen en nuestro sistema son de distribución y las protecciones que se suelen tener son con respecto a:

- Sobrecarga.
- Corto Circuito

Dimensionamiento de protección por Corriente de Inserción (INRUSH)

La corriente de magnetización 'Inrush' es una condición transitoria que ocurre cuando se energiza un transformador, cuando el voltaje aumenta repentinamente después de haber aislado una falla y el sistema se restablece, ó cuando se energizan dos transformadores en paralelo. Esta corriente fluye solo de la fuente hacia el transformador (Sin fluir fuera del transformador) razón por la que aparece como una corriente diferencial. Sin embargo, esto no es una condición de falla y el relé o sistema de protección debe permanecer estable durante este transitorio.

La corriente Inrush puede aparecer en las tres fases y en el neutro aterrizado del transformador, su magnitud y duración dependen de factores externos y de diseño como:

- Impedancia de la fuente de alimentación, generador.
- Capacidad del transformador.
- Localización del devanado energizado (Interno o externo) con respecto al núcleo laminado.
- Conexión de los arrollamientos.
- Punto de la onda de Corriente Alterna donde se cierran los contactos del interruptor que energiza al transformador.
- Características magnéticas del núcleo
- Remanencia del núcleo.

- Uso de resistores de pre inserción, cuando se quiere magnetizar el transformador.
- Restablecimiento súbito de voltaje. Después de haber aislado una falla.
- Energización en paralelo de transformadores.

La impedancia de la fuente de alimentación y la reactancia del nucleo en el devanado energizado determinan la magnitud de la corriente Inrush cuando el núcleo se satura. Sin embargo, la probabilidad de que se presente la máxima corriente Inrush es muy baja.

La capacidad del transformador define en gran medida la duración y magnitud de la corriente Inrush. La constante de tiempo para este transitorio utilizada con gran aproximación en cálculos, es de 0.1 seg. para transformadores con capacidades menores a 100 kVA y arriba de 0.1 seg. para transformadores de mayor capacidad, se ha observado que en transformadores de gran capacidad, la corriente Inrush aún permanece después de 30 min de haberse energizado.

En transformadores de núcleo acorazado, la magnitud de la corriente Inrush es mayor en el devanado interno que en el externo. En el primer caso la corriente Inrush alcanza valores de 10 a 20 veces la corriente nominal, mientras que en el segundo, de 5 a 10 veces. Usualmente, el devanado de alto voltaje es externo y el de bajo voltaje es interno.

El valor de la corriente Inrush depende del punto en la onda de CA donde se cierran los polos del interruptor. El máximo valor de la corriente Inrush se presenta cuando el interruptor cierra sus polos en el momento en que el voltaje es cero y el nuevo flujo magnético de la corriente Inrush toma la misma dirección que el flujo remanente. La corriente Inrush es pequeña cuando los flujos toman direcciones opuestas. La energización de grandes transformadores de potencia

usualmente se realiza mediante el cierre simultaneo de los tres polos de un interruptor, dejando al azar el instante de la conexión, este proceso origina la presencia de grandes corrientes Inrush que pueden presentarse en las tres fases y en el neutro aterrizado. La corriente Inrush es diferente en cada fase del transformador, debido a que en sistemas trifásicos las ondas de voltaje correspondientes a las fases están separadas 120° eléctricos y el cierre del interruptor de potencia es simultaneo en los tres polos, por lo que en el momento del cierre del interruptor, las tres ondas de voltaje se encuentran en diferentes puntos.

Cuando ocurre una falla en un sistema de potencia el voltaje disminuye rápidamente hasta llegar a cero al aislarse la falla, sin embargo, cuando se restablece el sistema, el voltaje aumenta repentinamente hasta su valor nominal, repitiéndose un proceso similar al de energización inicial. Sin embargo, al ser muy rápido el proceso de restablecimiento de energía, La corriente Inrush es menor que la inicial.

Cuando un segundo transformador de potencia es energizado en paralelo con otro que esta en servicio, se presenta una corriente Inrush en el primer transformador de menor valor al de la energización inicial.

2.1.2 Baja Tensión.-

2.1.2.1 Sistema de Protección de arranque de motores.-

El Sistema de protección de los motores está basado netamente en el tipo de arranque que estos presentan, en nuestro caso se presentan motores de 10 KW – 50 KW por tal motivo se tiene que hacer un tipo de arranque estrella triangulo el cual se describe a continuación.

Arranque por cambio de la conexión de los devanados inductores en el momento del arranque. Arranque estrella-triángulo.

Este método de arranque se puede aplicar tanto a motores de rotor devanado como a motores de rotor en jaula de ardilla, la única condición que debe de cumplir el motor para que pueda aplicársele este método de arranque es que tenga acceso completo a los devanados del estator (6 bornes de conexión).

Procedimiento: consiste en aplicar en el arranque la tensión nominal del motor en la conexión de triángulo cuando éste está conectado en estrella, con lo que la tensión de alimentación se reduce en $\sqrt{3}$ y el par de arranque en 1/3. Una vez que el motor ha empezado a girar (se aconseja no pasar de la conexión estrella a la conexión triángulo hasta que el motor no haya adquirido, al menos, una velocidad del 80% de la nominal), se conmuta la conexión de los devanados a triángulo, con lo que se le está aplicando la tensión nominal de alimentación.

La corriente de arranque se reduce en $1/\sqrt{3}= 0.6$ en relación con la corriente de arranque directo. Este método presenta los siguientes inconvenientes:

- Disminuye el par de arranque al disminuir la tensión de alimentación en un factor de 1/3.
- El motor se deja de alimentar durante el cambio de la conexión de estrella a triángulo en los devanados del estator.
- Aumenta el tiempo de arranque.

En las figuras que se puede analizarse este método de arranque de los motores asíncronos trifásicos. Las diferentes implementaciones que se proponen están realizadas con automatismos eléctricos

(relés, pulsadores, temporizadores, contactores y sus contactos auxiliares).

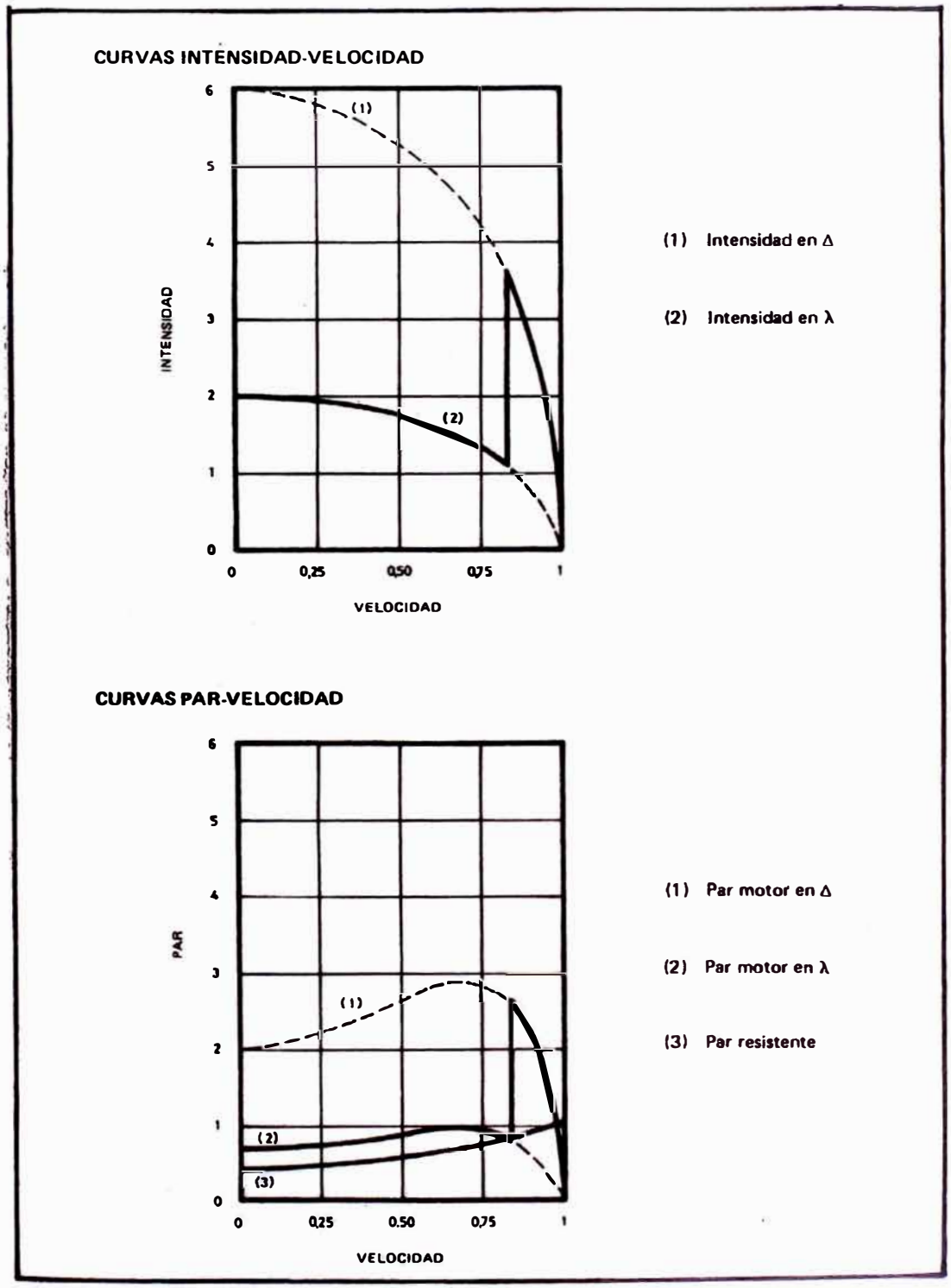
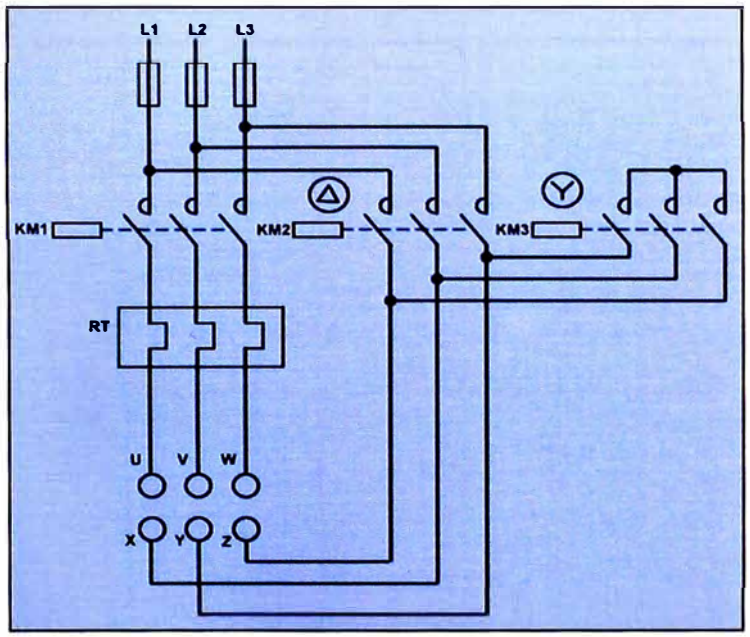


Fig. N° 2.7 Curvas de Arranque



L1: Línea de Fuerza 1 (U)

L2: Línea de Fuerza 2 (V)

L3: Línea de Fuerza 3 (W)

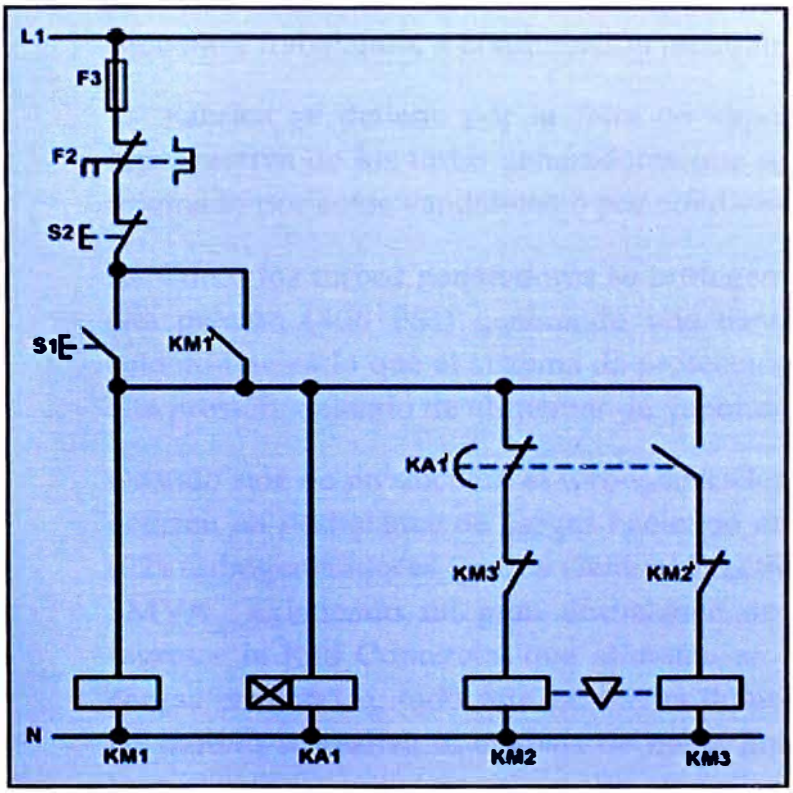
KM1 = CONTACTO DE FUERZA 1

KM2 = CONTACTO DE FUERZA 2

KM3 = CONTACTO DE FUERZA 3

RT= RELE TERMICO

Fig N°2.8: Diagrama de Fuerza



L1= Línea de alimentación.

N = Neutro.

F3= Fusible de protección.

F2= Relé termo magnético.

S2= Parada de Emergencia.

S1= Arranque de motor.

KM1 = Relé de Control 1

KM2 = Relé de Control 2

KM3 = Relé de Control 3

KA1 = Relé Temporizado

Fig N° 2.9: Diagrama de Mando

Explicación de arranque de motor en estrella

Si pulsamos sobre **S1** tenemos la conexión en estrella, porque entran en funcionamiento **KM1, KM2 y KA1**. Transcurrido un tiempo, pasamos a la conexión en triángulo por medio del temporizador **KA1**, se activa **KM3** y se desactiva **KM2**, el temporizador debe activarse cuando se alcance el 80% de la velocidad nominal del motor.

Parada de motor pulsando S2

Es el interruptor de paro. Desconecta a **KM1, KM3 y KA1.** Se inicia el paro del motor, por una inercia.

2.2 CÁLCULO DE COSTOS DE HORAS PÉRDIDAS.

Para realizar el cálculo de horas perdidas se debe se tomar como muestra los 3 primeros meses del año 2007, además de las condiciones en que se la fabrica se encuentra trabajando, a continuación mostramos el siguiente escenario:

1.- Fabrica se detiene por la falta de vapor y electricidad debido a la salida intempestiva de los turbo generadores que se protegen frente a un corto circuito originado por actos vandálicos ó por condiciones atmosféricas.

2.- Como los turbos generadores se protegen cierran la alimentación de vapor de alta presión (400 PSI) generando una contrapresión en el domo superior del caldero haciendo que el sistema de protección mecánico del caldero se active por alta presión, dejando de alimentar de vapor a Fábrica.

Cuando sale de producción el turbogenerador (MARCA NG 13.8 KV) de 5MVA ocurren un desbalance de cargas haciendo que tomen toda la carga los otros dos (02) turbogeneradores (marca General Electric y Echer Wise 2.3 KV) que suman 5MVA existiendo un gran desbalance de cargas, en ese momento debe de ingresar la Red Comercial que alimenta en 2.3 KV estabilizando el sistema de cargas en Fábrica, todo este problema demora en controlarse una hora(01), por tal motivo se realiza el análisis de horas hombre y producción perdida por una hora.

COSTO DE AZUCAR RUBIA –BOLSAS

Se produce 12,000.00 bolsas de azúcar al día → 500 bolsas en una hora

COSTO DE LITROS DE ALCOHOL

Se produce 60,000.00 litros de alcohol diario → 2500 litros por hora

COSTO DE HORAS HOMBRE FABRICA de Azúcar y Destilería de Alcohol

Se tiene 60 personas trabajando por turno → lo que sería 60 horas por hora

COSTO DE HORAS HOMBRE EN CAMPOS DE REGADIO.

Se tiene 53 personas trabajando por turno → lo que sería 53 horas por hora

Tabla N° 2.6 Cuadro de Costo de Pérdidas

	PRODUCCIÓN POR HORA	COSTO INTERNACIONAL EN US$	PERDIDA POR HORA
AZUCAR(bolsas)	500.00	15.50	7,750.00
ALCOHOL(litros)	2,500.00	0.50	1,250.00
H/H FABRICA	60.00	3.00	180.00
H/H CAMPO	53.00	3.00	159.00
		TOTAL DE PERDIDA x HORA	9,339.00

A continuación mostramos la tabla de índices en donde se muestra los estados de la fabrica en los cuales se muestra también las horas perdidas por falta de energía eléctrica en donde estamos interesados para evaluar posteriormente la factibilidad de las mejoras a realizarse en el sistema de transporte de energía.

Tabla N°2.7: Índices de Molienda Mensual

	ENERO	FEBRERO 2007	MARZO 2007
1.- RESULTADOS MOLIENDA			
Caña Propia	71,151.66	105,740.43	73,287.36
Sintuco	31,120.48	12,357.63	4,802.86
Chiquitoy	8,420.65	1,682.41	-
Sembradores	22,729.85	10,188.77	4,439.56
TOTAL CAÑA MOLIDA	133,422.64	129,969.24	82,529.78
% Caña Campos Cachaceros	19.05	44.54	55.17
HORAS DE QUEMA	31.60	29.87	36.17
4.- GENERACION DE ENERGIA			
PETROLEO CONSUMIDO (Gls)	1,958	588.00	*1,566.00*
Petróleo Equivalente(55 gls/ton)	0.00	-	-
Petróleo Neto Consumido	1,958.00	588.00	1,566.00
Petróleo Neto /Ton Caña	0.01	0	0
VAPOR TOTAL GENERADO (Lbs)	169,496,430	160,286,850	106,806,335
Calderas# 14, 15 y 16 de 180 psig	0	-	-
Caldera #17 y 20 de 600 psig	169,496,430	160,286,850	106,806,335
Ratio: Vapor%Caña	57.62	55.94	0.59
ENERGIA ELECTRICA KW-HR	2,995,988	2,677,374	1,857,929
Generado Turbogeneradores	3,518,610	3,254,300	2,064,370.00
Suministro de Hidrandina	341,578	55,474	173,659
Usada en Pozos	864,200	632,400	380,100
Ratio:Kw-Hr/Ton.Caña	22.45	20.60	22.51
5.- TIEMPO PERDIDO			
Falta de Caña	0.92	2.00	42.17
Conductor Principal # 7 & Machete	19.67	4.42	7.67
Conductor magnético	1.17	0.17	0.58
Conductores elevadores & Donne	1.67	2.83	19.42
Turbinas Y Reductores Trapiche	5.08	0.92	0.25
Bombas Imb y jugo crudo.	1.33	0.33	-
Tanque pulmón - Problemas	6.25	0.83	-
Fallas Mecánicas Trapiche y otros	4.50	9.92	3.00
Conductores de bagazo	0.00	0.17	3.33
Vapor Bajo, Calderos	6.08	1.08	0.92
Problemas en Elaboraciòn	17.75	11.25	5.75
Falta Energia Eléctrica y otros	2.00	2.40	1.89
Mala calidad de caña, exceso de n	0.00	-	-
Problema mecànicos en Elaboraci	9.50	14.67	5.42
Otros :Alcohol, Pozos,,etc.	0.08	-	0.08
Problemas Almacenes de bolsas	0.00	0.00	0.00
Total tiempo perdido	74.00	48.92	89.33
Tiempo Util	553.00	543.08	351.17
Tiempo disponible	627.00	592.00	440.50

Como se muestra en la Tabla N° 2.8 el tiempo perdido por "Falta de Energía Eléctrica y otros", es en el mes de enero dos horas (2.0), febrero dos punto cuatro

(2.4), marzo uno punto ochenta y nueve (1.89). Las pérdidas que se muestran por mes son las siguientes:

Tabla N° 2.8: Costeo promedio de Pérdidas horarias

Meses	Horas perdidas	Costo unitario US $	COSTO MENSUAL
Enero	2.00	9,339.00	18,678.00
Febrero	2.40	9,339.00	22,413.60
Marzo	1.89	9,339.00	17,650.71
	PERDIDA TRIMESTRAL		58,742.31
	PROMEDIO MENSUAL		19,580.77

De la tabla se muestra que en promedio mensualmente que se pierde es de US$ 19,580.77 los cuales se deben de invertir en diferentes elementos para la mejora de las líneas de transporte de energía como:

- Seleccionar adecuadamente los sistemas de protección de las líneas de media tensión, para discriminar correctamente las fallas de corto circuito, para su implementación.
- Seleccionar adecuadamente las celdas de protección en los tres (03) sectores de las líneas de trasporte de energía para discriminar fallas de sobretensión ó corto circuito.

CAPÍTULO III

SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ALIMENTACIÓN A LOS POZOS DE RIEGO

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN:

El sistema de generación está compuesto en la Planta de Fuerza por tres generadores los cuales suman una potencia instalada de 10.207 MW, y a la fecha se está llegando a superar la potencia instalada la cual describimos a continuación:

TABLA N° 3.1: turbogeneradores para producción de energía eléctrica

Turbogenerador	Capacidad (KW)	Puesta en Operación	Voltaje
GENERAL ELECTRIC	2,500	1,950	2,400
ESCHER WYSS	2,707	1,950	2,400
NG SIEMENS	5,000	Marzo 2004	13,800

El diagrama unifilar del Sistema eléctrico de la fábrica de azúcar donde se muestra la celda de salida de pozos se muestra en el plano – Diagrama Unifilar a Junio de 2007. Plano 1

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN:

El sistema de trasmisión está compuesto saliendo de la generación (5 MW en 2.4KV) en dicha barra está conectado el sistema de respaldo de energía del SEIN de HIDRANDINA (34.5 KV) el cual pasa por un transformador para ponerse en paralelo con la red de generación de CARATAVIO en 2.4 KV. La generación de 2.4KV se pone en paralelo con la generación en 13.8KV mediante un transformador 2.4/13.8KV logrando así todo un sistema de transmisión en 13.8 KV / 10MW, de esta manera la alimentación al Sistema de Pozos de Riego es en 13.8 KV, la cual sale de una celda de protección.

La celda de protección de la Línea de Pozos debe se dispuso para poder proteger los continuos cortes y salidas de bruscas de carga que tiene la Línea de Pozos por los continuos robos (cortos circuitos intencionales).

El Sistema de Transmisión es Radial, el cual presenta serias deficiencias debido a la mala selección de las protecciones en sus ramales. El sistema de transmisión está repartido en 3 sectores:

- Parte Alta
- Parte Baja
- Parte Tamarindo Chiquitoy

Todo el sistema está protegido mediante seccionadores fusibles tipo K los cuales protegen sobrecarga mas no un corto circuito franco, causado para poder robar, Todo el sistema de protección tiene una infraestructura instalada para la instalación de los fusibles, pero estos no están debidamente seleccionados por tal motivo que cuando existe cualquier problema de cortocircuito ningún fusible se acciona haciendo que llegue hasta la celda de distribución de pozos. La celda de distribución si esta calibrada para proteger, por eso es que DESCONECTA toda la carga de pozos provocando un desbalance en la Planta de Fuerza, haciendo que se pare toda la Fábrica.

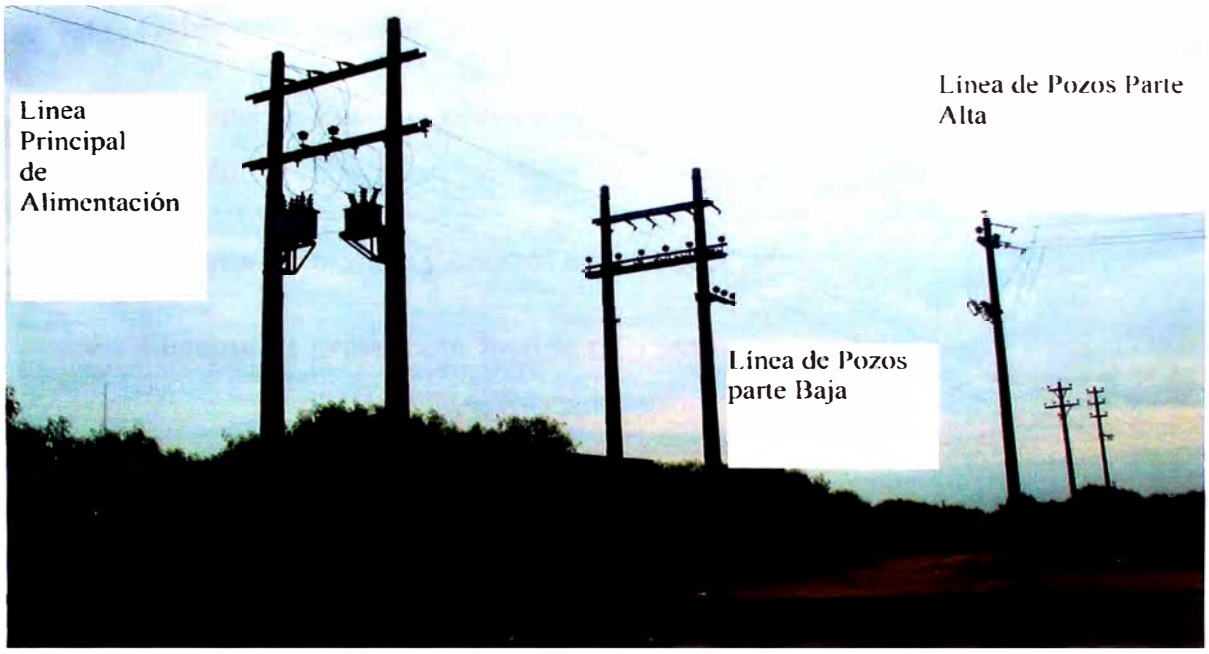


Fig. N°3.1: Disposición de Líneas de Media Tensión

3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN PARA LOS POZOS DE AGUA.

El sistema de distribución que alimenta los pozos de agua cuenta con aproximadamente unos 128 pozos de bombeo de agua el cual tiene la siguiente potencia instalada:

Parte Baja	: 46 Pozos de Bombeo de Agua que hacen una potencia instalada de 900 KW
Parte Alta	: 49 Pozos de Bombeo de Agua que hacen una potencia instalada de 1102.215 KW
Parte Chiquito y Tamarindo	: 33 Pozos de Bombeo de Agua que hacen una potencia instalada de 1182.41 KW

Po lo que se tiene una potencia instalada de 3184 KW. El 98% de los pozos de agua tienen un sistema de arranque estrella triangulo los cuales están compuestos por los siguientes elementos:

- Gabinete con protección IP54
- Sistema de Fuerza conformado por 2 contactores, conexionado en delta y estrella.
- Sistema de mando y control en 220VAC.
- Sistema de protección fusible tipo lento.

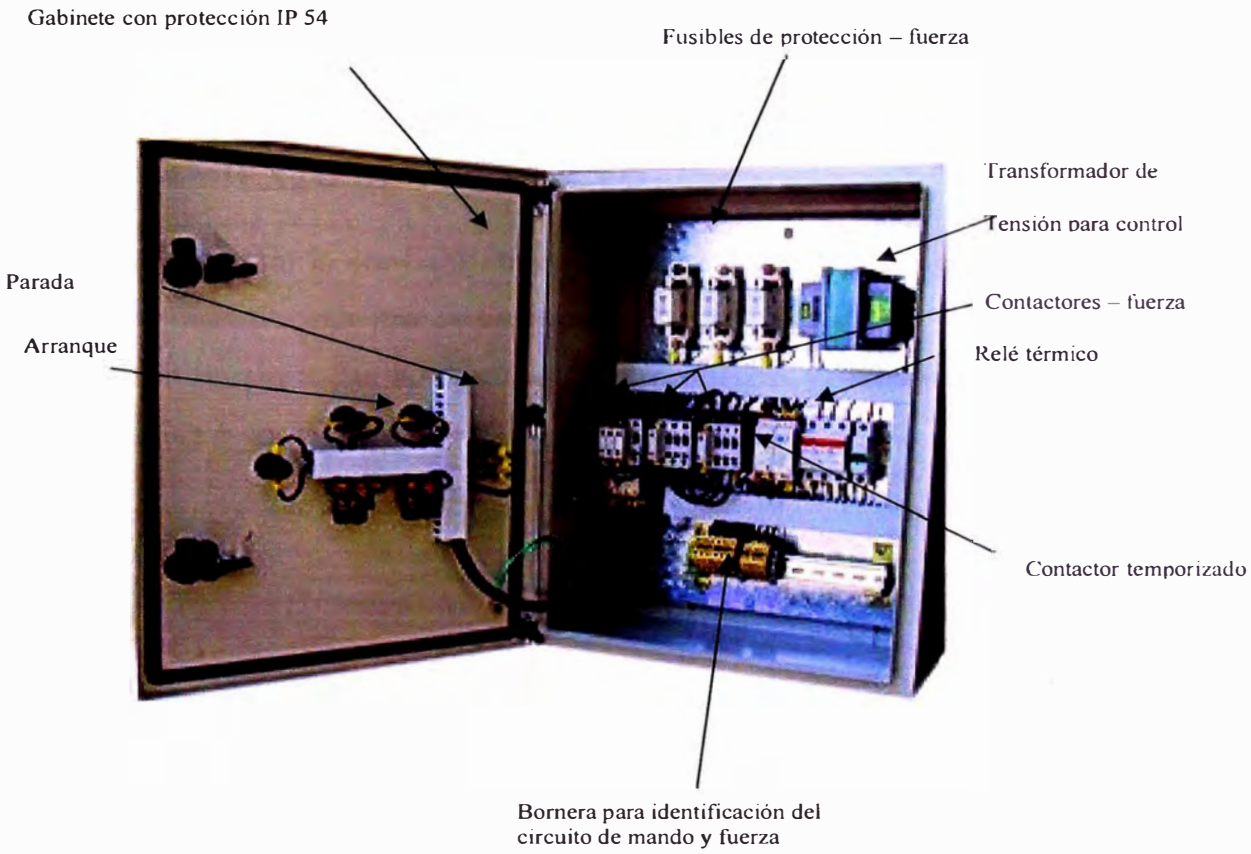


Fig. N° 3.2 Tablero de Arranque estrella Triangulo para arranque de motores de bombeo de agua.

CAPÍTULO IV

INCREMENTO DE CONFIABILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO

4.1 PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

Para incrementar la confiabilidad se debe de planificar en que etapa estamos del proyecto. En nuestro esquema estamos en la etapa de **Preinversión** en donde se toman todas las variables del problema y se analiza si es factible económica ó socialmente

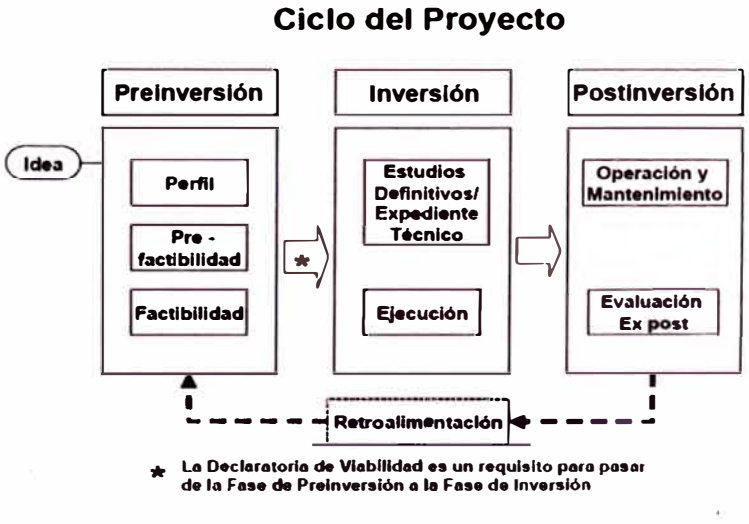


Fig. N° 4.1: Planeamiento del Ciclo del Proyecto

Las medidas que se tomaron estuvieron enmarcadas en la parte de Preinversión, para así poder realizar una próxima licitación de los estudios Definitivos y Ejecución en la cual se entregará los lineamientos para la Ingeniería de Detalle e Implementación.

Estructura de desglose del Trabajo (EDT)

En el siguiente diagrama se muestra todas las etapas de las acciones para realizar la ingeniería conceptual en la etapa de pre inversión.

A. Evaluación de Costos y tiempos de ejecución.

Se tienen que hallar estos tiempos y costos en el mercado para saber la factibilidad de proyecto.

A.1. Estadística de horas de pérdida por parada de fábrica por causas de falla de energía eléctrica.

A.2. Comparativo entre horas de perdida producción con costos de elementos de protección.

B. Selección de fusibles para realizar Coordinación de protecciones en la Línea de Media tensión.

Documento por el cual se pone por escrito los cambios que se tienen que realizar en cada subestación para poder tener un mejor comportamiento de las protecciones.

Entregables

B.1. Levantamiento de datos de toda la red de transporte de energía mediante GPS (Ground Position Satelital).- Mediante un GPS se registraron los puntos donde existen:

- Postes de 10 metros
- Postes mayores a 10 metros

- Subestaciones Eléctricas
- Seccionadores Principales y sus valores
- Seccionadores Secundarios y sus valores
- Pozos de agua

B.2. Validación de la data dibujándola en Autocad.- Toda la información se descarga para ser luego re dibujada y procesada para la presentación en un plano.

B.3. Coordinación operativa para las líneas de media tensión._ Bajo el esquema de coordinación operativa de protecciones eléctricas se comienza a calcular los fusibles que se deben de tener para cada subestación y ramal para una correcta operación frente a una corto circuito.

B.4. Cambio y verificación de fusibles tipo K en todas la estaciones de bombeo y principales líneas de distribución.- Con la cuadrilla de mantenimiento de líneas de media tensión y un camión grúa se realizará los cambios de fusibles tipo K, además de limpieza y ajustes a los seccionadores.

C. Perfil técnico de celdas para Líneas de Media Tensión

Los parámetros que se tomaron para la selección de estas celdas son, las dimensiones y la corriente de corto circuito que debería de soportar.

C.1. Descripción de celdas de protección de llegada y de salida.-

El Proyectista deberá de realizar los cálculos donde se tome en cuenta lo siguiente:

- Resistencia a la corriente de corto circuito

- Tipo de cubículo que albergaran las celdas
- Espacio de instalación,
- Tipo de comunicación entre la Planta de Fuerza y celdas de protección.

C.2. Descripción de posible lugar de instalación de celdas de media tensión.-

Actualmente se tiene una caseta las cuales se pretende instalaran las celdas de protección, por cuestiones de mantenimiento y seguridad esta celda debería de estar dentro de las instalaciones de la empresa.

Descripción de la operación de la Fábrica de Azúcar.

El objetivo es que la fabrica no deje de producir azúcar, por tal motivo revisando el histórico de operaciones cada falla en el sistema de energía eléctrica implicaba como mínimo 2 horas de parada de planta, lo cual sumando todos los gastos operativos, hace una perdida por hora de S/. 9,339.00 (Tabla N° 2.11)

Como el sistema de alimentación al sistema de regadío está basado en: generación, transmisión y distribución, cada una de estas partes debe de tener sus sistemas de protección y contingencia en el caso existan problemas.

Todo sistema de protección está basado en la coordinación operativa que va desde la generación, en nuestro caso Turbo generadores, hasta la estación de bombeo de agua con motor eléctrico.

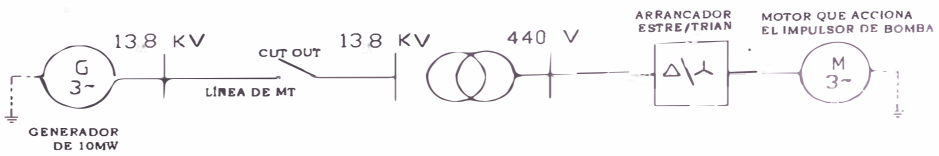


Fig. N°4.2: Sistema de Generación, Transmisión y Distribución

El objetivo principal de esta ingeniería conceptual es dejar en claro cuáles son las falencias del sistema de transporte de energía y las posibles soluciones para hacer del sistema de transporte de energía uno de los más confiables operativamente y la codificación de todo el sistema para un mejor sistema de mantenimiento.

4.2 SISTEMA DE PROTECCIÓN EN EL SISTEMA DE GENERACION TURBO GENERADORES.

La planta de fuerza es antigua (1960), pero en la última década todos sus sistemas de protección mecánicos fueron cambiados por sistemas de protección electrónicos basados en microprocesadores. Estos sistemas son los que protegen actualmente al sistema de generación y son los que "sacan" repentinamente las unidades de generación cuando existe un corto circuito provocado o por otras causas.

A continuación presentamos los sistemas instalados en las unidades de generación de energía:

Turbogenerador General Electric, tiene las siguientes Protecciones.-

Tabla N° 4.1: Protección del Turbo General Electric

EQUIPOS DE PROTECION Y MEDICION EXCITACIÓN, SINCRONIZACIÓN	**MARCA**	UBICACIÓN Y USO
Amperímetro AC	General Electric	Corriente del GE
Vatímetro AC	General Electric	Potencia del GE
Medidor de factor de potencia	General Electric	COS ϕ
Overcurrent relay with voltage restrain	General Electric	Del GE
Medidor de trabajo eléctrico (kw/h)	General Electric	Del GE
Indicador de temperatura	General Electric	Del alternador del GE
Amperímetro DC	General Electric	Corriente de excitación del generador GE
High speed diffrencial relay	General Electric	diferencial de alta velocidad
Controlador de excitación digital DECS	Basller Electric	Regulación automática del voltaje de campo de la excitatriz en la GE

Turbogenerador Escher Wyss, tiene las siguientes Protecciones.-

Tabla N°4.2: Protección del Turbo Escher Wyss

EQUIPOS DE PROTECION Y MEDICION EXCITACIÓN, SINCRONIZACIÓN	**MARCA**	UBICACIÓN Y USO
Analizador de redes	Satec p/m 172 e	Indica todos los parámetros de la EW
Sincronizador automático		EW
Controlador de velocidad de turbina	HENGSTHER	Control de las rpm del Generador 2
Controlador de temperatura de aire refrigerado	DATASENSOR	Controla la Temp del aire en EW
Relee de protección del generador	BECKWITH ELECTRIC	Controla los fallos en Generador
Amperímetro DC	General Electric	Corriente de campo en Generador 2
Controlador de excitación digital DECS-200	BASLER ELECTRIC	Regulador de tensión de campo de EW

Turbogenerador NG SIEMMES, tiene las siguientes protecciones.-

Tabla N°4.3: Protección del Turbo NG SIEMMES.

EQUIPOS DE PROTECION Y MEDICION EXCITACIÓN, SINCRONIZACIÓN GENERADORESW	**MARCA**	UBICACIÓN Y USO
Amperímetro dc	ABB	Corriente de excitación principal de Generador Siemens
Sincronizador automático	WOODWARD	
Analizador de redes	SATEC P/M 172 E	Consumo de potencia y energía del Generador Siemes
Relee de protección de generador	BECKWITH ELECTRIC	Fallos de generador siemens
Controlador de excitación digital	BASLER ELECTRIC	Tensión de campo del Generador Siemes
Voltímetro	ABB	Generador siemens

4.3 TRANSMISIÓN DE ENERGÍA PARA LA LÍNEA DE POZOS

Identificación de la Línea de Media Tensión

Para poder realizar una identificación del sistema de transporte de energía se hizo la adquisición de un GPS Ground Position Satelital Anexo 4, con este se identificaron plenamente todos los postes de 12 metros y 14 metros, pozos de bombeo de agua, transformadores y sistema de protección cut –out.

El personal de mantenimiento previa instrucción fue quien realizo el mapeo de toda la línea de media tensión, el cual contaba con una camioneta y personal rotativo. Este trabajo demoro como 2 semanas debido a que no se tenía un personal dedicado a esta labor si no que era personal que estaba de guardia en ese momento.

Con la ayuda de un GPS – Ground Position Satelital se llevo a cada poste, transformador y bomba de extracción de agua para tomar datos en donde exactamente estaba ubicado. Esta data se llevará a AUTOCAD (Software de Dibujo), para poder procesarla y constatarla con la realidad.

Para realizar este trabajo se entreno a la gente de mantenimiento de líneas de media tensión para que haya una seguridad de los datos obtenidos, El tipo de GPS, fue marca Garmin GPSMAP 60 CS Anexo 6. Esta tarea como no era parte exclusiva del trabajo de mantenimiento duro unos 15 días, pero cada vez que se recogía los datos se validaba.

Después de haber tomado toda la data, esta se procesa para pasarlo a AUTOCAD (Software de Dibujo), en donde se define con el personal de mantenimiento y proyectos donde está ubicado cada elemento del sistema de transporte de energía. Habiendo definido cada elemento del sistema eléctrico se procede a realizar la selección de las celdas de protección y fusibles tipo K en cada sub estación de pozos. El plano de distribución mostramos toda la línea de media tensión Planos N° 3

4.3.1 Selección de fusible para la protección de los transformadores.

Como se describió en el Capitulo 2 se tiene dos tipos de fusibles a instalar:

- Tipo K- rápido
- Tipo T – lento.

La decisión de instalar fusibles tipo K es porque son más rápidos frente al corto circuito provocado, por lo tanto se ajustó en su momento a la necesidad.

La selección del fusible para cada sub estación depende de su potencia, como se tiene potencias menores a 1000 KVA, se tienen las siguientes curvas de los fusibles tipo K instalados en los CUT OUT´s de cada Sub estación, las mismas que es una *protección de sobrecorriente tiempo inverso.*

Se debe de tomar en cuenta la corriente de inserción de los transformadores en cada sub estación por lo que se debe de tomar el siguiente criterio:

Pongamos como ejemplo un transformador de 160 KW 3ϕ 10/.23 KV

$$\mathbf{In(primario)} = \frac{\mathbf{160}}{\sqrt{\mathbf{3}}\ \mathbf{x\ 10}} = \mathbf{9.25Amp}$$

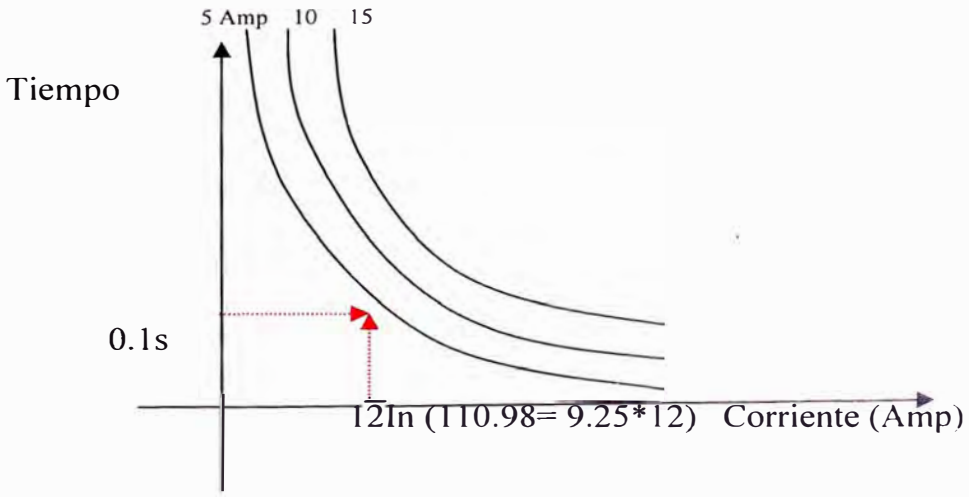


Fig. N° 4.1 Curva Melting (comienzo de fusión del fusible) Anexo 01

Esta curva es cuando el fusible teóricamente comienza a fundirse por lo que doce (12) veces la corriente nominal debe estar por debajo de las curvas en un tiempo de 0,1 segundos.

Después de haber calculado que el comienzo de la fusión del fusible, se realiza el cálculo cuando este se tiene que fundir en su totalidad por tal motivo se le llama TOTAL CLEARING ó tiempo de despeje, el cual es el tiempo en que se abrió ó fundió totalmente el fusible el cual se selecciona con un tiempo de 2s y veinte (20) la corriente nominal

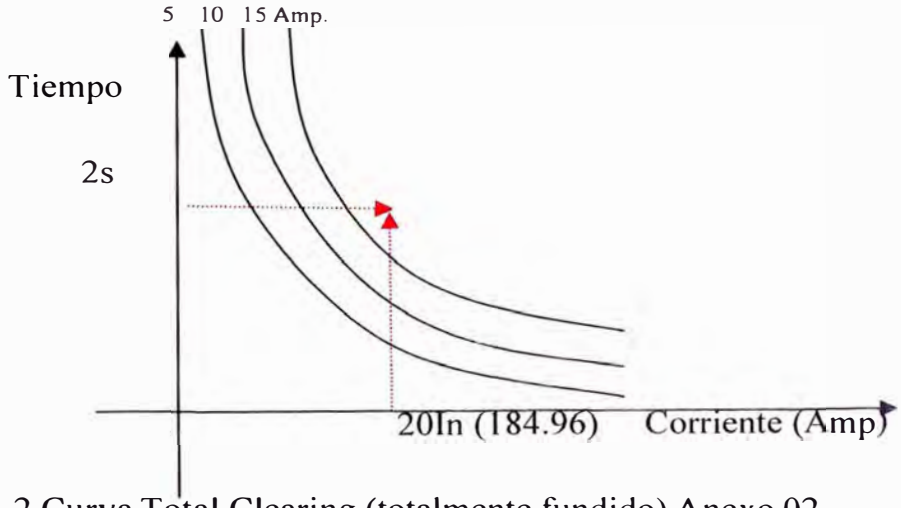


Fig. N° 4.2 Curva Total Clearing (totalmente fundido) Anexo 02

Entonces se nota que existen 3 fusibles probables que pueden cumplir este requerimiento que son los fusibles de 5, 10 y 15 Amp, pero por criterio se utilizaría el fusible de 10 Amp.

La conclusión es que pueda soportar la corriente ´Inrush´ de magnetización y frente a cualquier falla ó corto circuito pueda fundirse el fusible y proteger el transformador.

4.3.2 Selección de celdas de media tensión.

Como se tiene 3 líneas de alimentación a la Línea de Pozos se determino que serían 3 celdas las cuales debía de estar en perfecta coordinación para no tener ningún problema en la Planta de Fuerza.

Con el Estudio de Calidad de la Potencia Eléctrica (nombrado en la bibliografía) se definió cuales son los parámetros técnicos de cada celda de protección.

Además se tiene que definir cuál sería el protocolo de comunicación que se tendrá que utilizar basado en la simplicidad del sistema el cual emitirá como mínimo los siguientes parámetros de control y medición:

- Medición de voltaje, corriente, frecuencia, los cuales serán enviados a una memoria flash.
- Envío de data a una página web o central de monitoreo donde se muestre que líneas están fallando. También deberá de enviar las alarmas a las mismas direcciones para que el personal de mantenimiento trabaje eficazmente.

Con los datos obtenidos de la identificación de cada pozo de bombeo se presenta el cuadro de cargas general en la línea de pozos:

Tabla N°4.4: Potencias Instaladas

SISTEMA ELECTRICO POZOS: 13.8 KV

1.- POTENCIA INSTALADA : 3184 Kw

Nº de Pozos : 128

2.- POTENCIA MAXIMA SUMINISTRADA: 2200 KW(Octubre 2006 a Abril 2007)

Pozos Parte Alta:		760 Kw
Pozos Parte Baja	:	800 Kw
Tamarindo Chiquitoy	:	570 Kw
Otros	:	70 Kw
TOTAL:		**2200 Kw**

La distribución de los pozos se encuentra en el Anexo 07

Para poder seleccionar la corriente de cada celda se tiene que tomar en cuenta la corriente de corto circuito en el punto de las celdas de alimentación a Pozos, la cual tiene una celda dedicada en planta de fuerza que es la AH3 (ver diagrama unifilar Plano N° 2) y el punto de repartición de la cargas a las afueras del perímetro de la fábrica.

Cuando se realizo el estudio de cargas se tomaron 2 escenarios. El primero mostraba como normalmente la planta trabaja en la actualidad:

Flujo de Carga escenario 2 con bancos de condensadores y motor Gevisa

Tabla N° 4.5 Flujo de Carga escenario 2 (Bibliografía N°2 pagina 27)

Parámetros	Generador 2 Escher Wyss	Generador3 Siemens	Hidrandina
P Activa (MW)	3,36	4,77	1,18
P. Reactiva (MVAR)	0,33	0,75	0,17
P. Aparente (MVA)	3,38	4,83	1,19
Factor de potencia	1,0	0,99	0,99

Este escenario se tomara en cuenta cuando se trabaje en forma aislada para que pueda soportar toda la carga es el siguiente:

Flujo de Carga escenario 4, con bancos de condensadores y Motor Gevisa

Tabla N° 4.6: Flujo de Carga escenario 4 (Bibliografía N°2 pagina 27)

Parámetros	Generador 1 General Electric	Generador 2 Escher Wyss	Generador3 Siemens
P Activa (MW)	2,20	2,60	4,51
P. Reactiva (MVAR)	0,35	0,23	0,65
P. Aparente (MVA)	2,23	2,61	4,56
Factor de potencia	0,99	1	0,99

Mostrados estos dos escenarios se tiene que las potencias de corto circuitos se definen con un simulador de flujo de potencia llamado SINCAL V5.2. Bibliografía N°2

Corriente de corto circuito dependiendo de los escenarios N° 2 y 4

Tabla N° 4.7: Corriente de Corto Circuito (Bibliografía N°2 pagina 29)

	Cortocircuito Trifásico		Cortocircuito Monofásico	
	Escenario2	Escenario4	Escenario2	Escenario4
Barra de 2,4kV	22,89	21.88kA	13,73	18,4kA
Barra de 13,8kV	3,53	3,46kA	5,37	5,27kA

Con estos resultados se tiene que la corriente de corto circuito a la cual el relé deberá de reaccionar es de 1.82KA a 13.8KV como máximo por lo que se debe de tomar en cuenta para la selección de las celdas de protección.

Las celdas que se seleccionaron fueron las siguientes:

Tabla N° 4.8 : Especificaciones de las Celdas de Media tensión

Ítem	DESCRIPCION	CTD.
1	**CELDA DE INGRESO**	1
	Módulo de Interruptor	1
	Switchgear 31.5 KA, 17.5 KV, 1250 AMP	1
	Módulo de Baja Tensión	1
	Equipo de mando y señalización	1
2	**CELDAS DE SALIDAS**	3
	Módulo de Interruptor	3
	Switchgear SIMOPRIME 31.5 KA, 17.5 KV, 1250 AMP	3
	Módulo de Protección	3
	Relé de protección multifuncional 50/51,50N/51N,27/59,21,Modbus.	3
	Medidores Multifuncionales clase 0,5	3
	Módulo de Baja Tensión	3
3	**CELDAS DE SS.AA.**	1
	Módulo de Interruptor	1
	Switchgear SIMOPRIME 630A, 31.5 KA, 17.5 KV	1
	Módulo de Protección	1
	Relé de protección multifuncional 50/51,50N/51N,.	1
	Módulo de Baja Tensión	1

El sistema de protección de las líneas de media tensión tienen relees de protección los cuales se conectan de la siguiente manera:

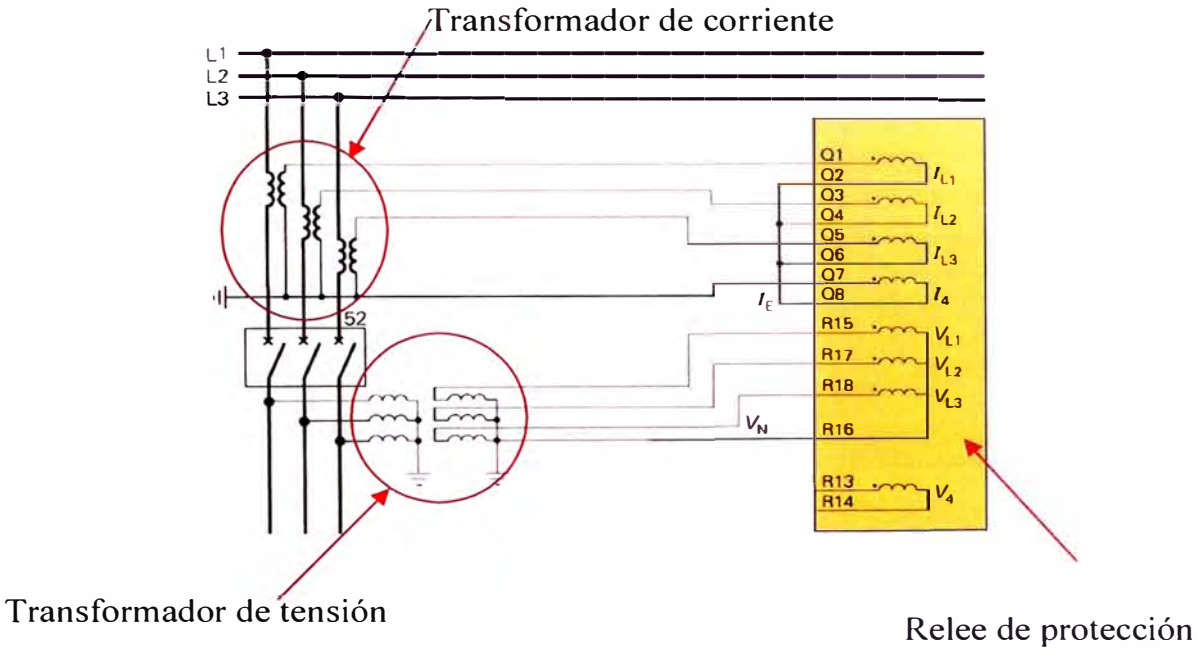
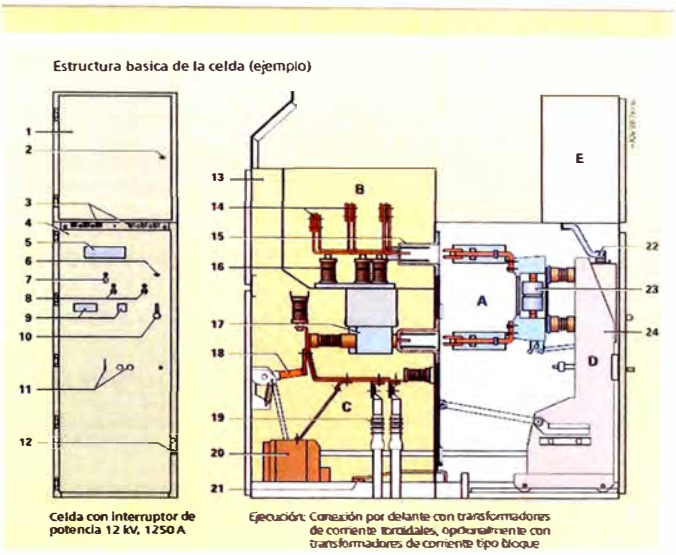


Fig. N° 4.3: Sistema de protección de la Celda de Salida de Media Tensión

Descripción de las celdas de media tensión – Ingreso.

Leyenda para el diseño
de la celda:

1 Puerta del compartimento de baja tensión
2 Abertura para bloquear o desbloquear la puerta del
compartimento de baja tensión
3 Opción: Sistema de detección de tensión capacitivo para la derivación y las barras
4 Puerta de media tensión al compartimento del aparato de maniobra
5 Ventanilla de inspección para observar el carro del aparato de maniobra
6 Abertura para bloquear o desbloquear la puerta de media tensión
7 Abertura para tensar el resorte de cierre del interruptor
de potencia mecánicamente
8 Aberturas paramando manual (CIERRE/APERTURA) del interruptor de potencia
9 Ventanilla para leer los indicadores
10 Manilla de la puerta
11 Aberturas paramaniobrar el carro del aparato demaniobra
12 Aberturas paramaniobrar el seccionador de puesta a tierra
13 Canal de descarga de presión
14 Barras
15 Pasamuros
16 Aisladores de apoyo
17 Opción: Transformadores de corriente tipo toroidal o tipo bloque
18 Opción: Seccionador de puesta a tierra con capacidad de cierre
19 Terminales de cables
20 Opción: Transformadores de tensión
21 Barra de puesta a tierra
22 Conector de baja tensión, enchufable
23 Tubos demaniobra al vacío
24 Carro del aparato demaniobra



A Compartimento del aparato de maniobra
B Compartimento de barras
C Compartimento de conexión
D Carro del interruptor de potencia al vacío
E Compartimento de baja tensión

Fig. N° 4.4: Descripción de las celdas de Media Tensión – Ingreso

En el mercado se encuentran varias marcas de celdas de media tensión y ya se tiene normalizado ciertos parámetros los cuales

CELDA DE PROTECCION HASTA 17.5 KV	
Datos eléctrico (máximum values) of SIMOPRIME	
Tensión nominal	**17.5kV**
Frecuencia nominal	50/60Hz
Tensión nominal resistida de breve duración a frecuencia industrial	38kV
Tensión nominal resistida de impulso	95kV
Corriente nominal de breve duración, 3 s	31.5kA
Corriente nominal de pico a 50/60 Hz	80/82kA
Corriente nominal de corte en cortocircuito	31.5kA
Corriente nominal de cierre en cortocircuito a 50/60 Hz	80/82kA
Corriente nominal de servicio de las barras	3150ª
Corriente nominal de servicio de las derivaciones – con interruptor de potencia	3150A

A continuación se muestras fotos de cómo se realizo la instalación de las celdas de media tensión

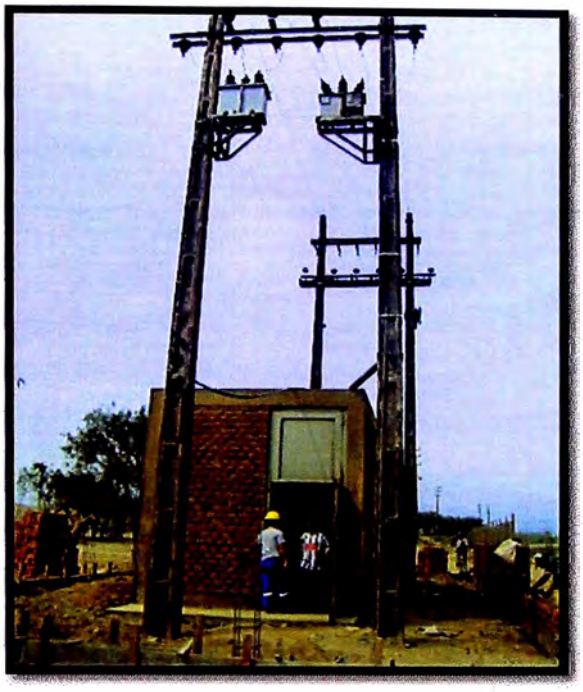


Fig. N° 4.5: Disposición de las Celdas de Media Tensión

4.3.3 Coordinación operativa de los fusibles en Media Tensión 13.8KV

En la realización de la coordinación operativa se tuvieron que realizar los siguientes pasos:

Identificación de la red de media tensión, realizar planos de toda la línea de media tensión identificando transformadores de que tipo y potencia, seccionadores con fusibles, diámetros de cables y postes.

Luego de tener la identificación de estos elementos se comenzó a realizar los cálculos de protección y coordinación operativa que debería de tener cada subestación con su bomba de agua y la línea de media tensión. Para saber identificar la falla y aislarla del resto del sistema.

Se utilizará el método de coordinación operativa de acuerdo a las cargas que se presenten en cada punto de la red, como se puede apreciar la configuración de la Red es Radial por lo que la potencia de corto circuito va disminuyendo en función de la distancia del generador.

Luego de tener todos los fusibles seleccionados en cada transformador (cada pozo de agua) se deberá de realizar una *coordinación de las protecciones de todas las ramas* de alimentación a los pozos.

Cuando se seleccionaron los fusibles tipo K para toda la Red de Media Tensión, se realizó primeramente por cada transformador, luego se hace un respaldo en cada ramal el cual soporta mas de un transformador como carga mientras se avanza se tiene mas cargas las cuales deben de ser respaldadas por fusibles de mas amperaje. Aquí daremos un ejemplo de cómo se hizo la selección de los fusibles en una línea radial la cual alimenta los transformadores que a su vez alimentan la electrobomba de regadío. :

Seccionador 1 -- Pozos Chiclin 9, 10, 11 : 8Amp.

Seccionador 2 -- Re bombeo : 30Amp.

Seccionador 3 -- Tamarindo : 40Amp.

Seccionador 1:

N°	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	MOTOR ELECTRICO (HP)	TRANSFORMADOR (KVA)	FUSIBLES (Amp)
54	PT-54	1C	Chiclin 10	15	50	6
55	PT-55	8C	Chiclin 10	10	30	6
	PT-118		Chiclin 9	25	30	6
	PT-62		Chiclin 9	25	50	6
	PT-63		Chiclin 11	15	50	6
	PT-64		Chiclin 12	25	30	6
				115	240	8

Seccionador 2:

Solamente se instalo la protección del transformador que era un re-bombeo:

N°	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	MOTOR ELECTRICO (HP)	TRANSFORMADOR (KVA)	FUSIBLES (Amp)
	REBOMBE	RB1A	Re bombeo	150	200	30

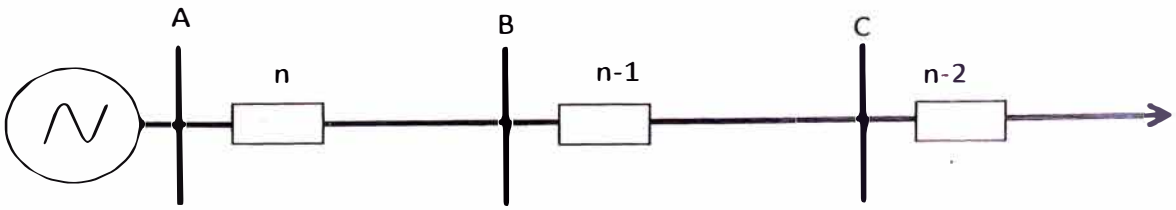
	O	/ RB1B				

Seccionador 3:

El seccionador 3 debe de soportar a los seccionadores 1 y 2 como respaldo ante un corto circuito y que los mismos no lo puedan despejar.

SECCIONADOR 1				115HP	240KVA	8AMP
SECCIONADOR 2				150HP	200KVA	30AMP
N°	**NOMBRE ACTUAL**	**POZO**	**UBICACIÓN**	**MOTOR ELECTRICO (HP)**	**TRANSFORMADOR (KVA)**	**FUSIBLES (Amp)**
56	PA-56	PZ-8	Tamarindo	25	50	6
57	PT-57	SH-57	Tamarindo	40	64	6
58	PT-58	SH-58	Tamarindo	40	50	6
59	PT-59	SH-59	Tamarindo	50	50	6
60	PT-60	SH-60	Tamarindo	40	50	6
61	PT-61	SH-61	Tamarindo	40	50	6
65	PT-65	SH-173	Chiclin 10	25	30	6
	REBOMBEO RB2A / RB2B			75	100	10
	CARGA CHIQUITOY 25 Pozos			1250	1500	10
				1850	**2384**	**40**

La red que se tiene es netamente radial por tal motivo se diagrama de esta manera además del siguiente grafico de aperturas dependiendo de donde se produce la falla.



= Planta de Fuerza

Fig. N° 4.6: Descripción del Sistema de Transmisión con sus Protecciones

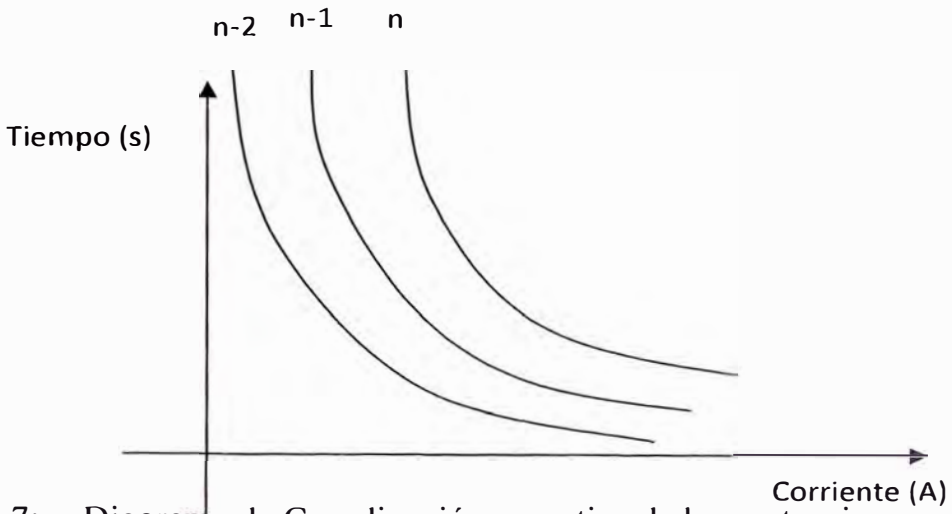


Fig. N° 4.7: Diagrama de Coordinación operativa de las protecciones

.n = fusible en la barra A con I1

.n -1 = fusible en la barra B con I2

.n -2 = fusible en la barra C con I3

$$I1 \geq I2 \geq I3$$

Las medidas que se tomaron fueron mediatas, pero el problema seguía persistiendo en las zonas más cercas a la planta de fuerza, por lo que se tenía que instalar celdas de protección en la salida de la alimentación de la línea de pozos.

CASO DE SECCIONADORES 1, 2 Y 3

Para el seccionador 2 se tiene un transformador de 200KVA por lo que se selecciona de la siguiente manera:

Corriente nominal (In) = 8.36 Amp.

Corriente de Inserción = 12In = 100.32 Amperios en un tiempo de 0,1 segundos.

Curva Melting

Corriente de Admisión = 20In = 167.2 Amperios en un tiempo de 2,0 segundos.

Curva Total Clearing

Entre estas dos curvas se debe de seleccionar que capacidad de fusible se necesita y de lo que se observa en la ***curva total clearing*** se necesita el fusible **TIPO K DE 30 AMP** en el Seccionador 2.

Por lo tanto el Seccionador 3, debe de ser de mayor capacidad para tener una selectividad en el caso haya un corto circuito, en este caso el inmediato superior que sería de 40 Amp, entonces si existiera una corriente de la cual no pueda apertura el fusible de 30Amp el de 40 Amp reaccionaran en el tiempo de la siguiente manera, por ejemplo para una falla la cual registre 20In = 167Amp:

Seccionador 2 : 1.5 segundos (Línea amarilla)

Seccionador 3 : 4.0 segundos (Línea verde)

El mismo criterio se utilizo para seleccionar los demás fusibles en los diferentes ramales de la Línea de Media Tensión.

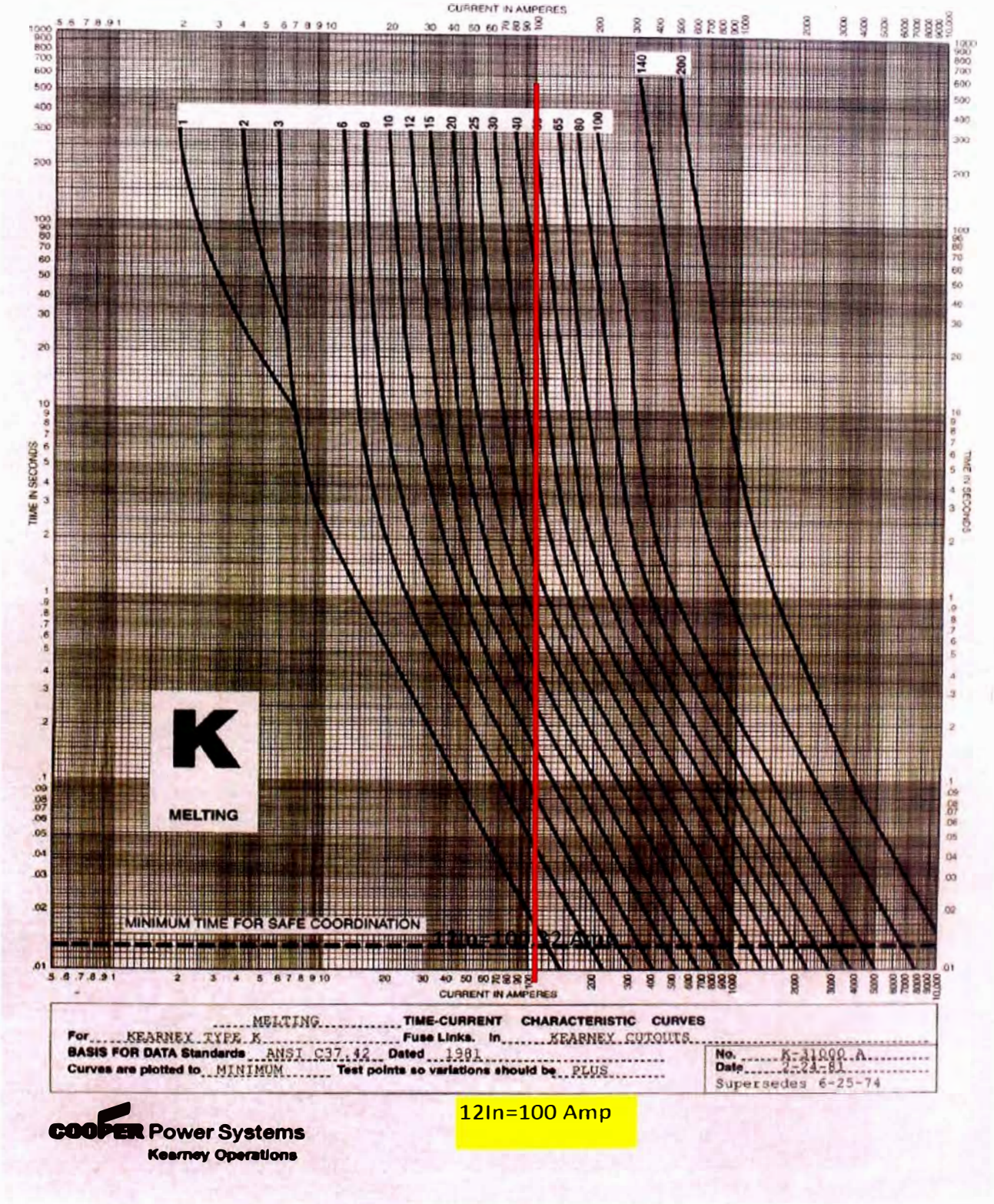


Fig 4.8: Curva Melting del Fusible Tipo K

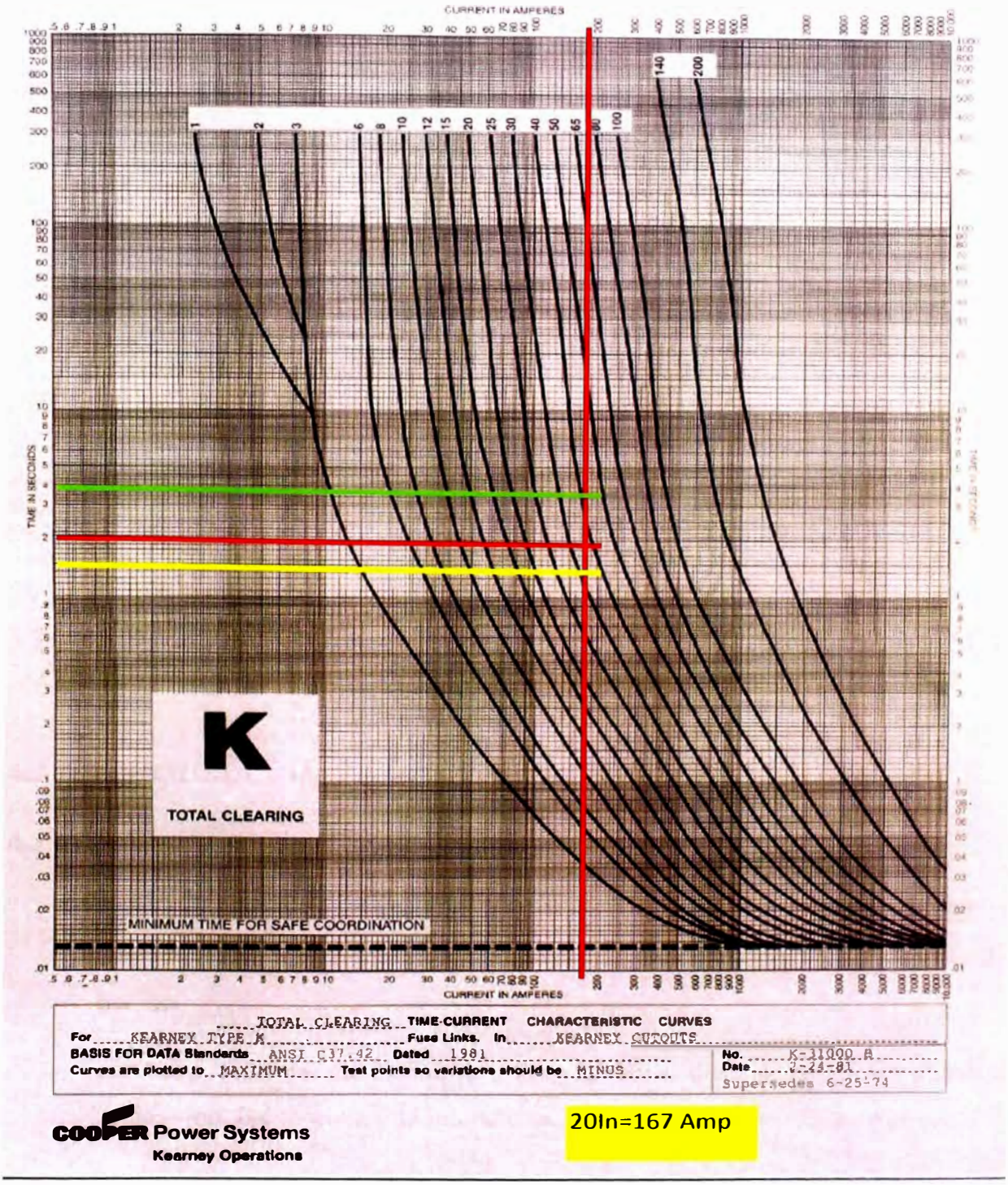


Fig 4.9: Curva Total Clearing del Fusible Tipo K

En el plano N° 4 se muestra los pozos de bombeo de agua, los centros de transformación y fusibles que se tiene en cada ramal de la línea de media tensión con lo cual se realizo la selección y coordinación de fusibles tipo K y celdas de protección.

Diagrama Unifilar Simple de cómo están distribuidas las cargas y sus protecciones con fusibles tipo K

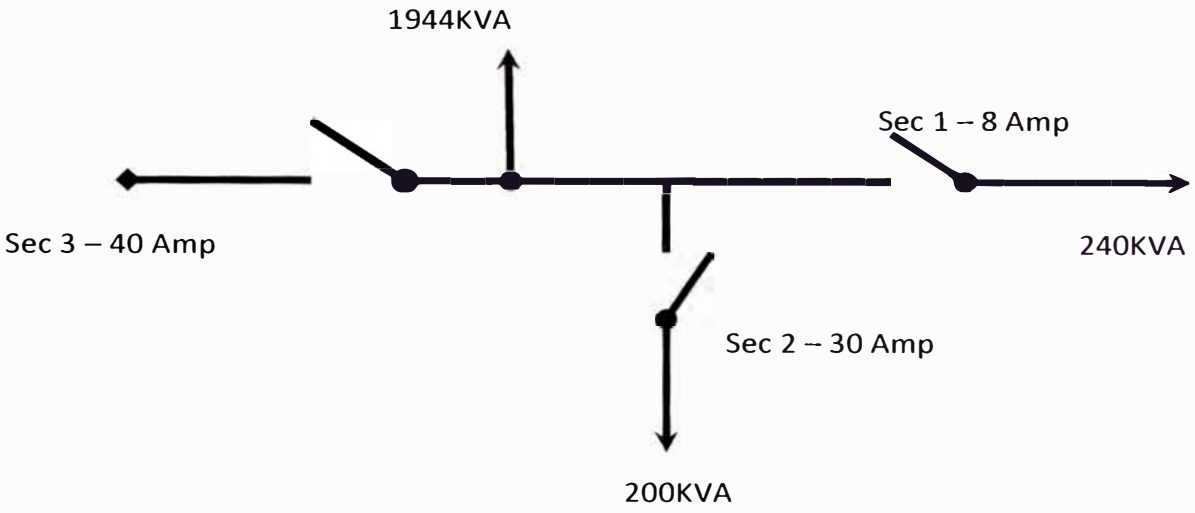


Fig 4.10: Diagrama Unifilar de las cargas que protegen los seccionadores N° 1, 2 y 3

4.3 DISTRIBUCIÓN

4.3.1 Selección de protección de motores

Los motores que accionan los impulsores de agua son entre 7.5 a 125 HP los cuales se toman en referencia para poder realizar los cálculos respectivos de cada bomba.

En cada Sistema de arranque como ya se a descrito se tiene dos tipos de protección, las térmica y la magnética.

Protección con Fusibles

La protección de los fusibles es térmica que es una corriente mayor a la nominal en un tiempo prolongado. Para poder hacer los cálculos de los fusibles en los motores normalmente se toman el tipo H para el arranque del motor. A continuación mostramos el cálculo de fusibles para este tipo de motor:

Motor de 40HP 440V, 60Hz, In= 65.68 Amp.

Como se tiene la letra de Código H la relación de corriente será 6.3 – 7.09 Tabla 5.I del Código Eléctrico Nacional, Letras de código indicadoras de KVA/HP con rotor bloqueado.

Entonces se tiene lo siguiente $40\ HP\ \times 7.09\frac{KVA}{HP} = 465{,}71 KVAarrq$

Luego se tiene que los $KVAarrq = \sqrt{3}V\ Iarrq$ $\rightarrow Iarrq = 465.71\ amp. para\ t = 5seg. de\ la\ tabla\ de\ fusible\ se\ tiene\ que$

Se utilizara un fusible de 125 Amp.

Corriente de Corto Circuito

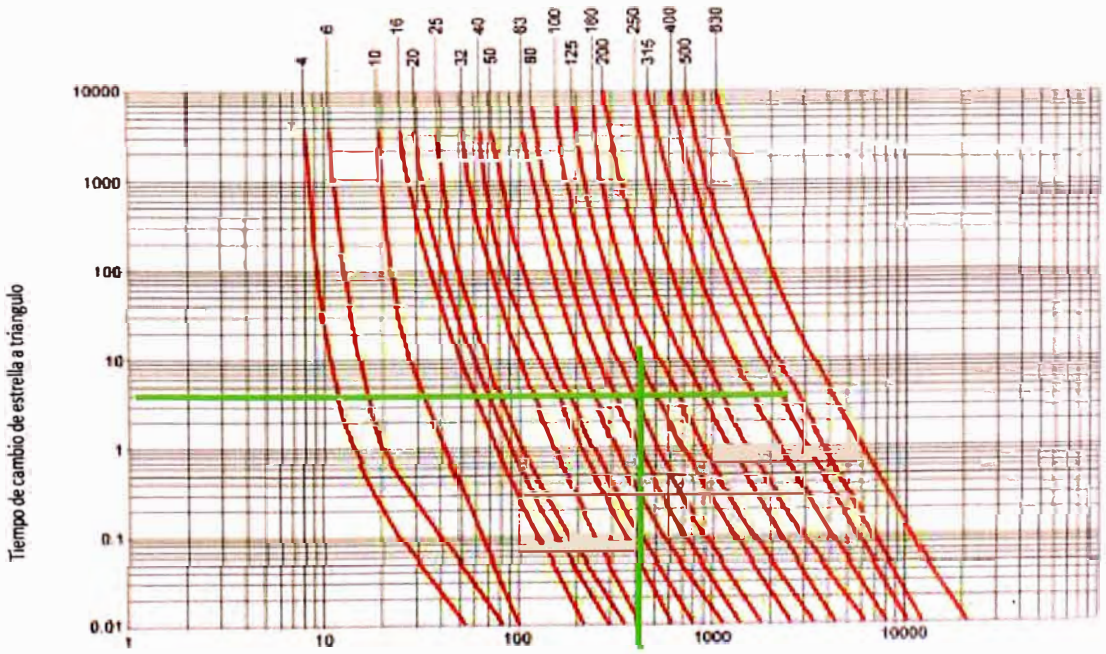


Fig. N° 4.11: Curvas de Fusión de Fusibles tipo OFAA

Protección termo-magnética

En nuestro tablero de arranque se tiene que seleccionar un interruptor temo magnético para lo cual se debe de respetar 2 parámetros la protección térmica que se aciona en el tiempo y la magnética que es instantánea dependiente de la corriente de corto circuito y corriente de arranque la cual de debe de respetar para su libre funcionamiento.

En nuestro detalle tenemos motores de arranque tipo H, lo cual muestra lo siguiente:

- Corriente de arranque : 465.71 Amperios.
- Corriente nominal : 65.68 Amperios.

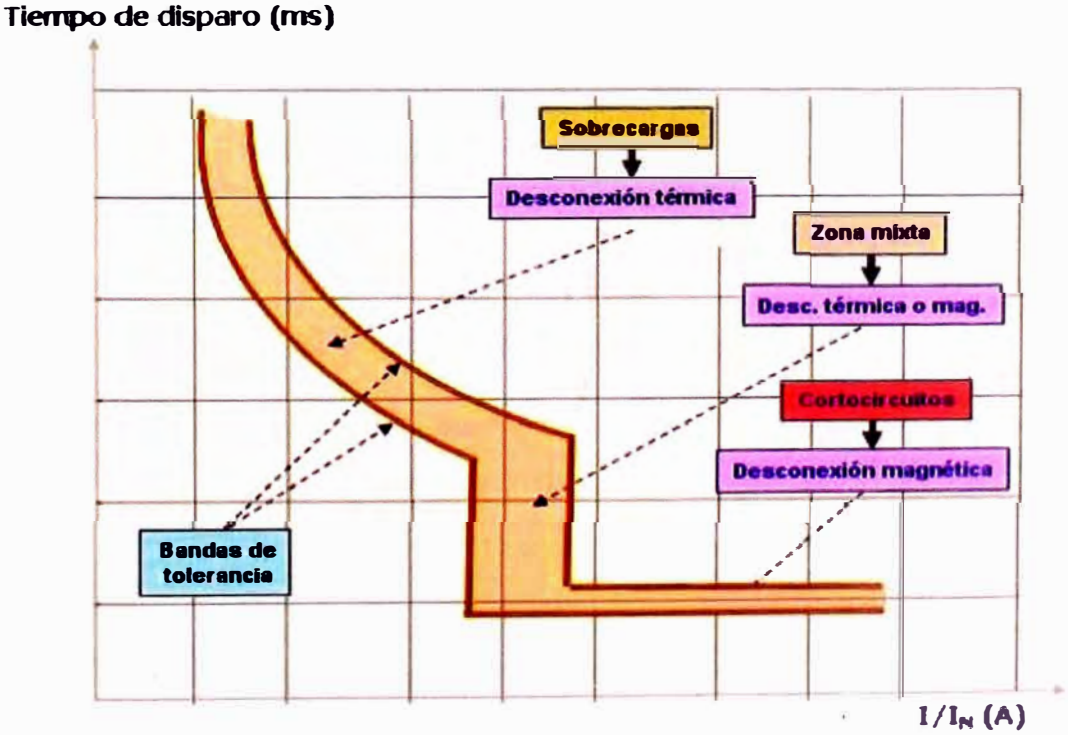


Fig. N° 4.12 Curva de interruptor termo magnético.

En la curva del interruptor se muestra que esta diseñado para accionarse por sobre tensión y corto circuito, en esta curva se muestra que para 1.2 veces la corriente nominal el interruptor se accionara a los 110 segundos.

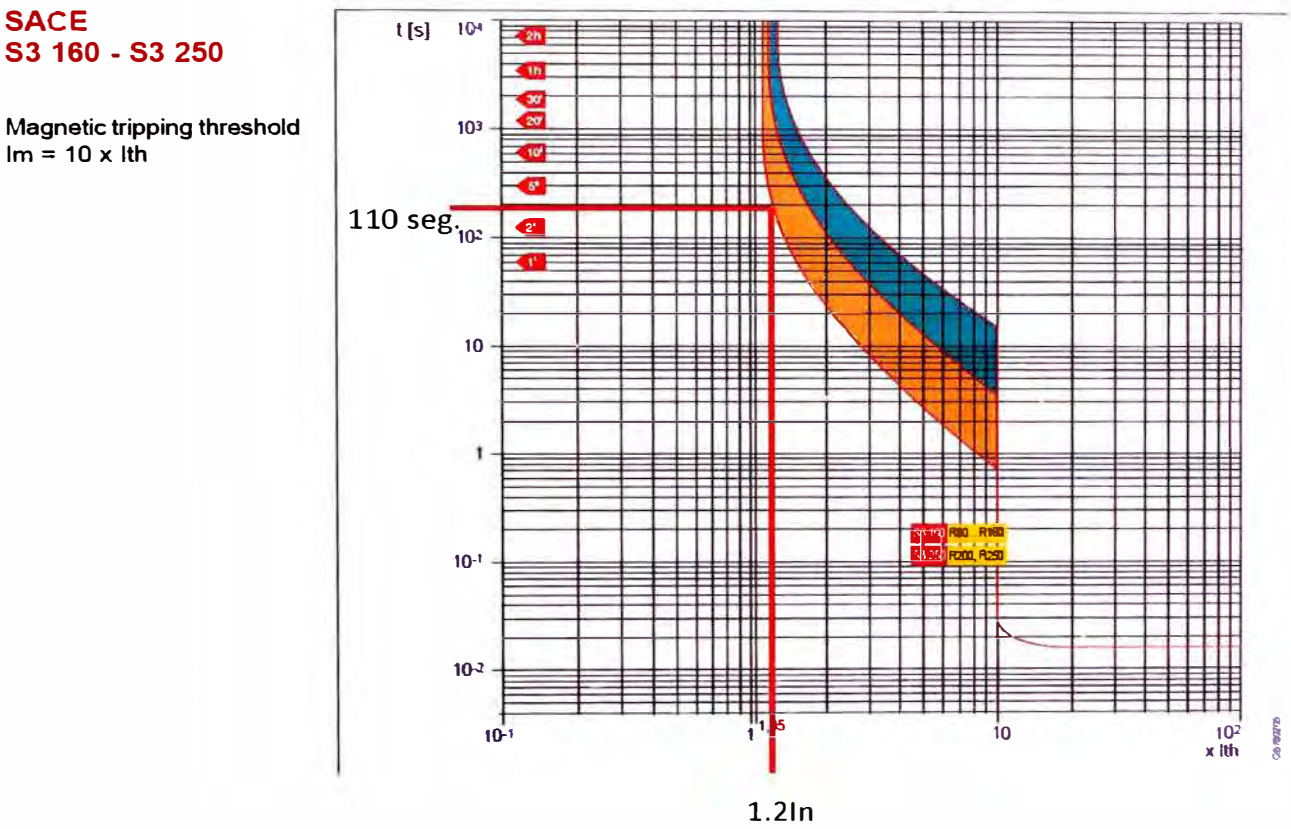
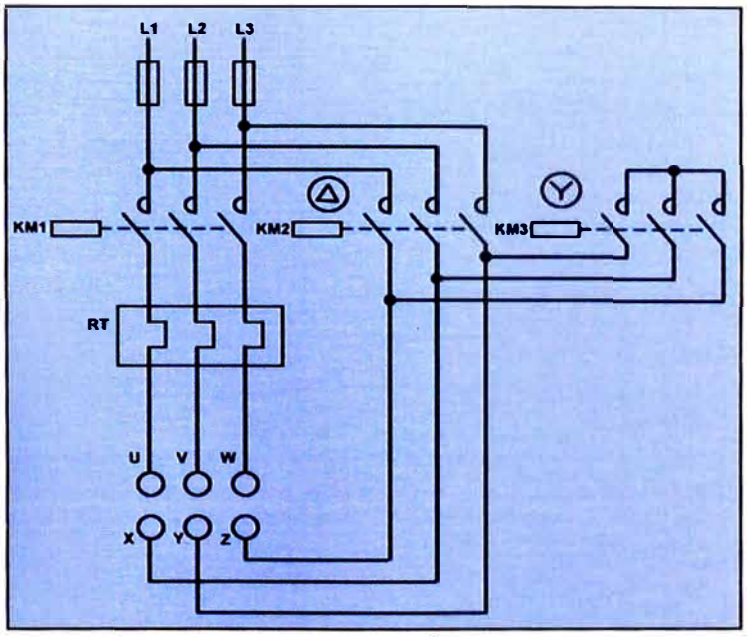


Fig. N° 4.13 Curva de interruptor termo magnético

A continuación se muestra cual es el esquema de fuerza y control que se tiene para un arranque estrella triangulo.

Fig. N° 4.14 Diagrama de Fuerza



L1: Línea de Fuerza 1 (U)

L2: Línea de Fuerza 2 (V)

L3: Línea de Fuerza 3 (W)

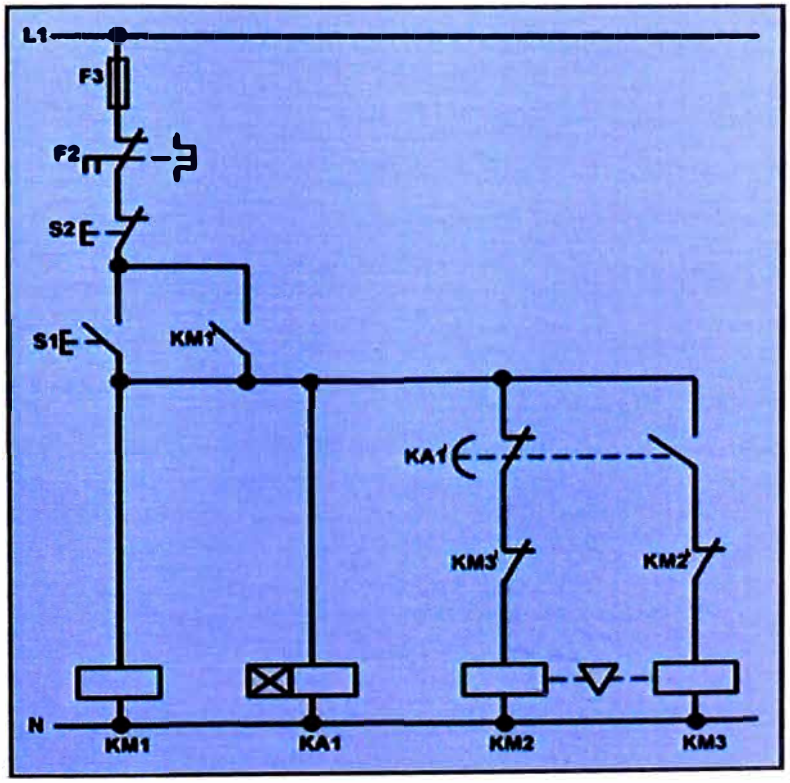
KM1 = CONTACTO DE FUERZA 1

KM2 = CONTACTO DE FUERZA 2

KM3 = CONTACTO DE FUERZA 3

RT= RELE TERMICO

Fig N° 4.15: Diagrama de Mando



L1= Línea de alimentación.

N = Neutro.

F3= Fusible de protección.

F2= Relé termo magnético.

S2= Parada de Emergencia.

S1= Arranque de motor.

KM1 = Relé de Control 1

KM2 = Relé de Control 2

KM3 = Relé de Control 3

KA1 = Relé Temporizado

CONCLUSIONES

1. La selección de celdas y fusibles en media tensión viene permitiendo el trabajo continuo de la fábrica de azúcar y mayores tiempos de riego en los campos de cultivo, incrementando los índices de productividad.

2. El aumento de la confiabilidad del sistema la instalación de las celdas y la correcta coordinación del sistema de protección se ha logrado ganar más de 2 horas mensuales lo que se refleja en un costo operativo de aproximadamente US$ 20,000 dólares americanos mensuales

3. Se elimino el problema del golpe de ariete en los turbo generadores a través de la selección de las celdas que permitieron discriminar la falla eléctrica.

4. Para la proteger los transformadores de distribución, cada 500 metros se instalaron pozos de puesta a tierra con un ohmiaje de 2 Ohm

RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar un programa de mantenimiento predictivo, para optimizar la operación el sistema eléctrico.
2. Como las Bombas de 200 Hp arrancan mediante el método estrella triangulo, se recomienda cambiar este sistema de arranque por un autotransformador.
3. Se debe realizar una coordinación del sistema de protección entre la planta de fuerza y las celdas de protección de la línea de alimentación de pozos de ragadío.

BENEFICIOS DEL PRESENTE PROYECTO

1. Como resultado de los cambios realizados en el presente estudio los niveles de producción del Ingenio aumentaron, a la fecha cuenta con altos niveles de confiabilidad en el sistema energético aminorando los riesgos en la producción de azúcar y alcohol.
2. El sistema de transmisión de energía es selectivo por tal motivo despajara la falla en el área afectada dejando operar a la fabrica y los de mas pozos, aumentando horas de productividad.
3. El personal de Mantenimiento identificara el lugar donde ocurrió la falla ó vandalismo rápidamente debido al sistema de coordinación de protecciones, aminorando los tiempos fuera de producción.
4. El hospital local es dependiente de la energía que entrega planta de fuerza, por lo que ahora en adelante se tendrá un funcionamiento continuo sin ningún corte.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aplicación de redes Neuronales artificiales en la identificación de corrientes de INRUSH en transformadores. Ernesto Vázquez Martinez Doctorado en Ingeniería Eléctrica,2003, FIME, UANL
2. Estudio de la calidad de Potencia Eléctrica "Complejo Agroindustrial Cartavio S.A.A.", SIEMENS , 2006, D. Rondon, J. Montaña, M. Vargas.
3. Curva de fusibles Tipo OFAA gG690V http://www.abb.com.pe/product/seitp329/4d0b46475eef17cbc1256fbf004d499e.aspx?productLanguage=es&country=PE
4. Manual de Liniero dirección electrónica: http://www.electricosinter.com/cms/Default.asp?Page=189
5. Manual técnico de Distribución MT 2.13.40 Edición 02 Abril 2003 IBERDROLA
6. Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de media tensión para centros de transformación.
7. Apunte de clase de Instalaciones Eléctricas Industriales ML-452.

Anexos:

Anexo 1: Curva Melting de Fusibles tipo K de Media Tensión.

Anexo 2: Curva Total Clearing de Fusibles tipo K de Media Tensión.

Anexo 3: Curva Melting de Fusibles tipo T de Media Tensión.

Anexo 4: Curva Total Clearing de Fusibles tipo T de Media Tensión

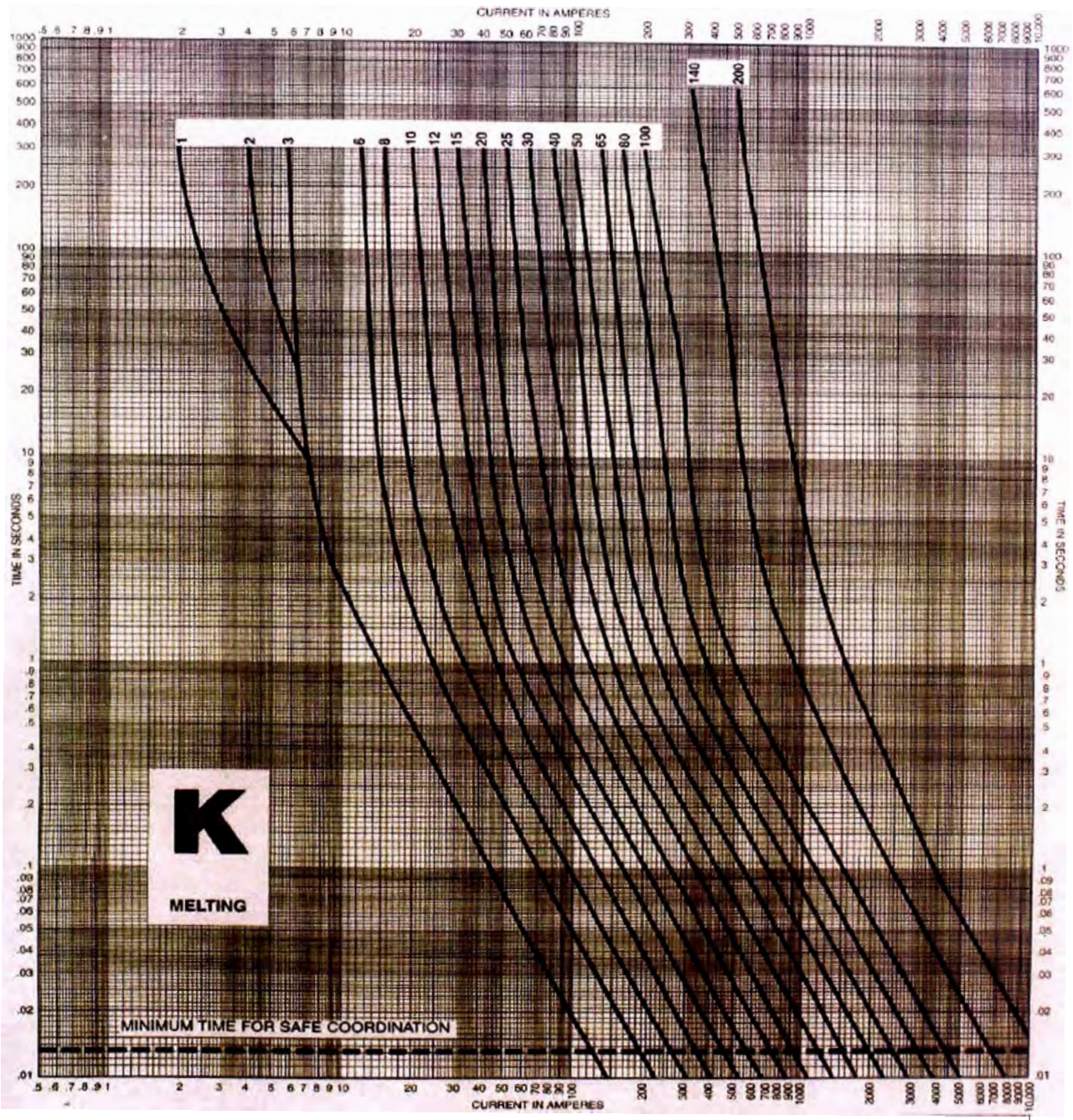
Anexo 5: GPS, Ground Position Satelital – GPSMAP 60 CS

Anexo 6: Distribución de Pozos de Agua

Anexo 1

Curva Melting de Fusibles tipo K de Media Tensión.

CURVA DE FUSIBLE TIPO K MELTING



MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

For KEARNEY TYPE K Fuse Links. In KEARNEY CUTOUTS

BASIS FOR DATA Standards ANSI C37.42 Dated 1981

Curves are plotted to MINIMUM Test points so variations should be PLUS

No. K-31000 A

Date 2-24-81

Supersedes 6-25-74

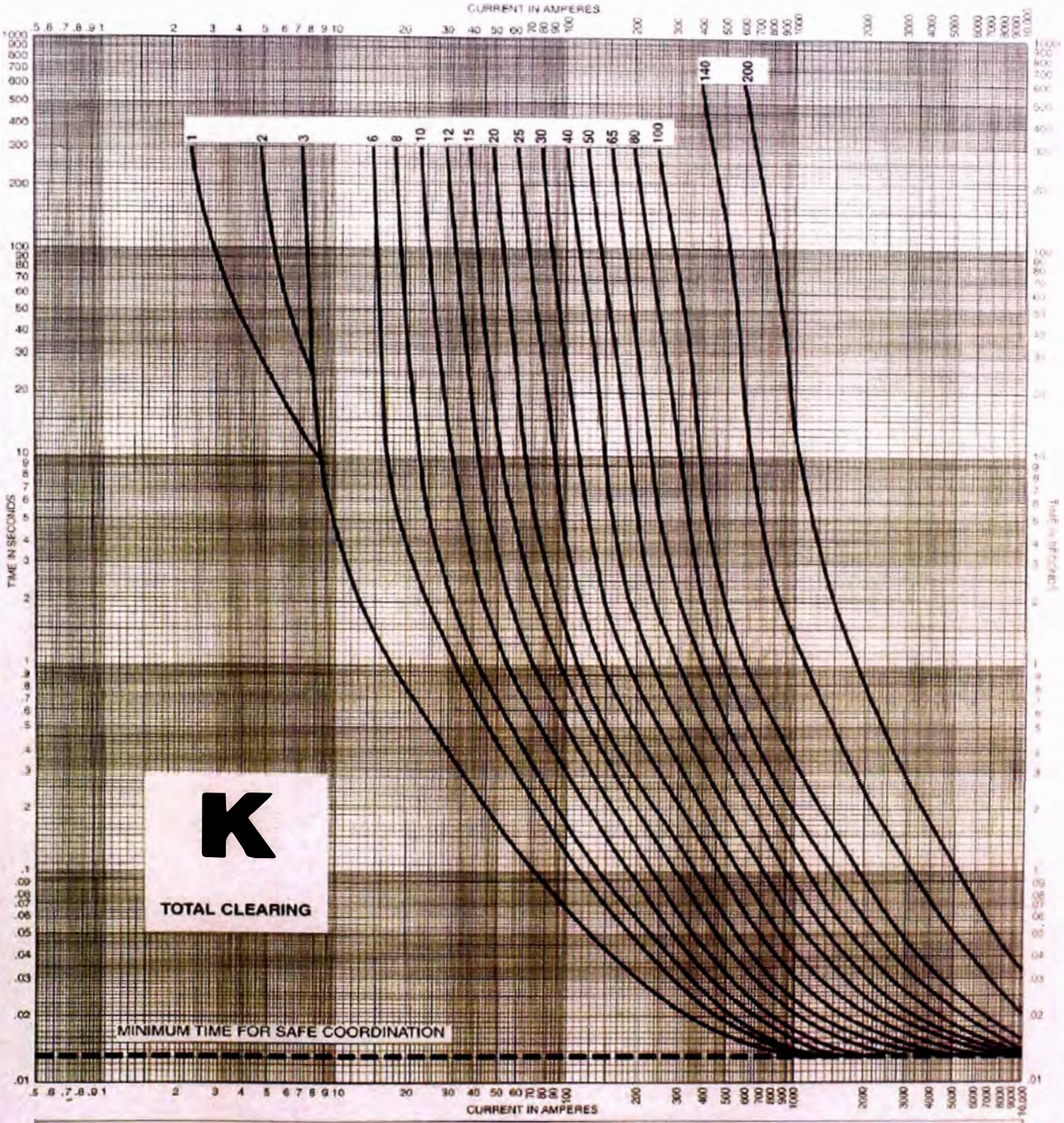
COOPER Power Systems

Kearney Operations

Anexo 2

Curva Total Clearing de Fusibles tipo K de Media Tensión.

CURVA DE FUSIBLE TIPO K TOTAL CLEARING



TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

For KEARNEY TYPE K Fuse Links. In KEARNEY CUTOUTS

BASIS FOR DATA Standards ANSI C37.42 Dated 1981

Curves are plotted to MAXIMUM Test points so variations should be MINUS

No. K-31000 B

Date 2-24-81

Supersedes 6-25-74

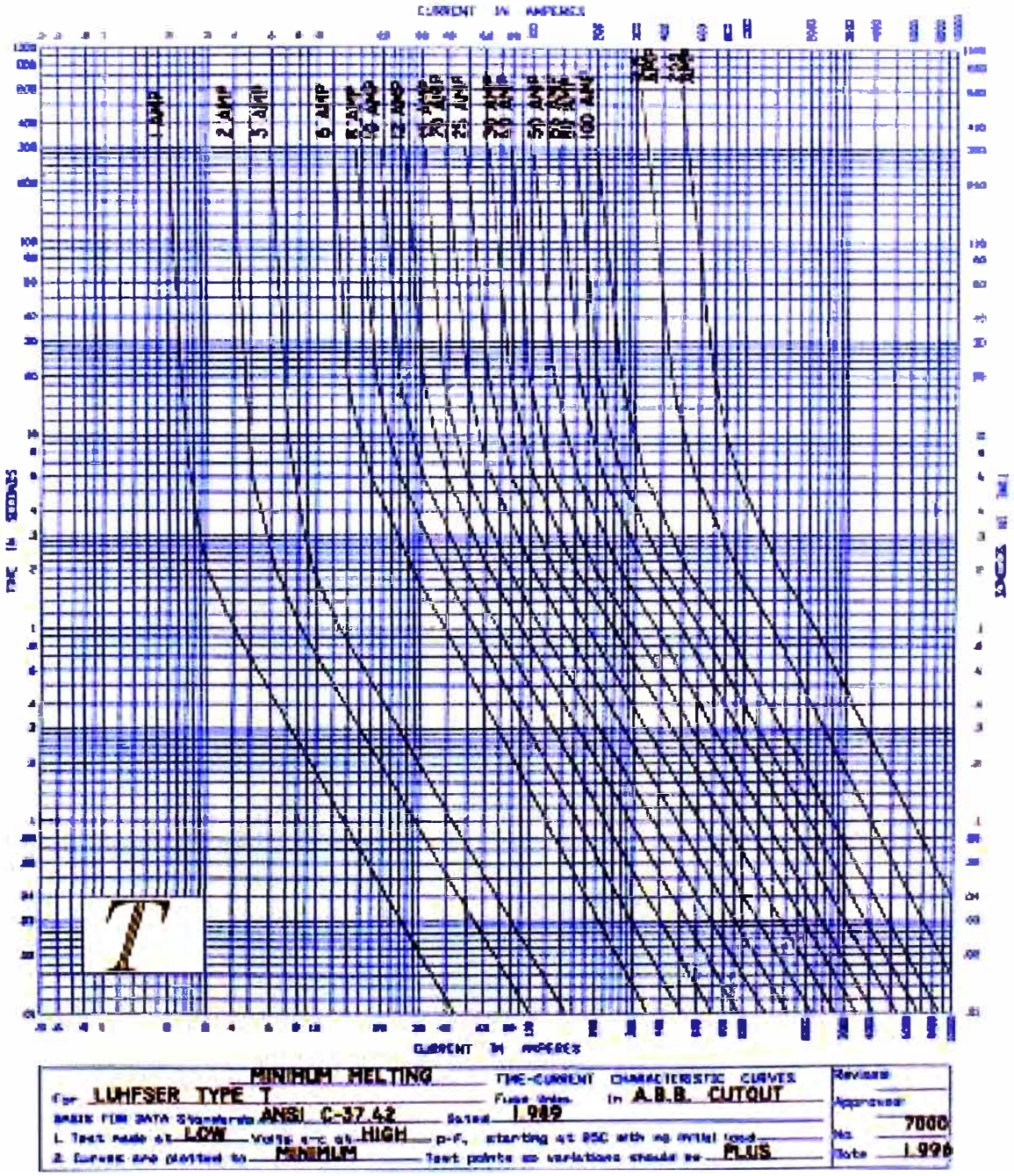
COOPER Power Systems

Kearney Operations

Anexo 3

Curva Melting de Fusibles tipo T de Media Tensión.

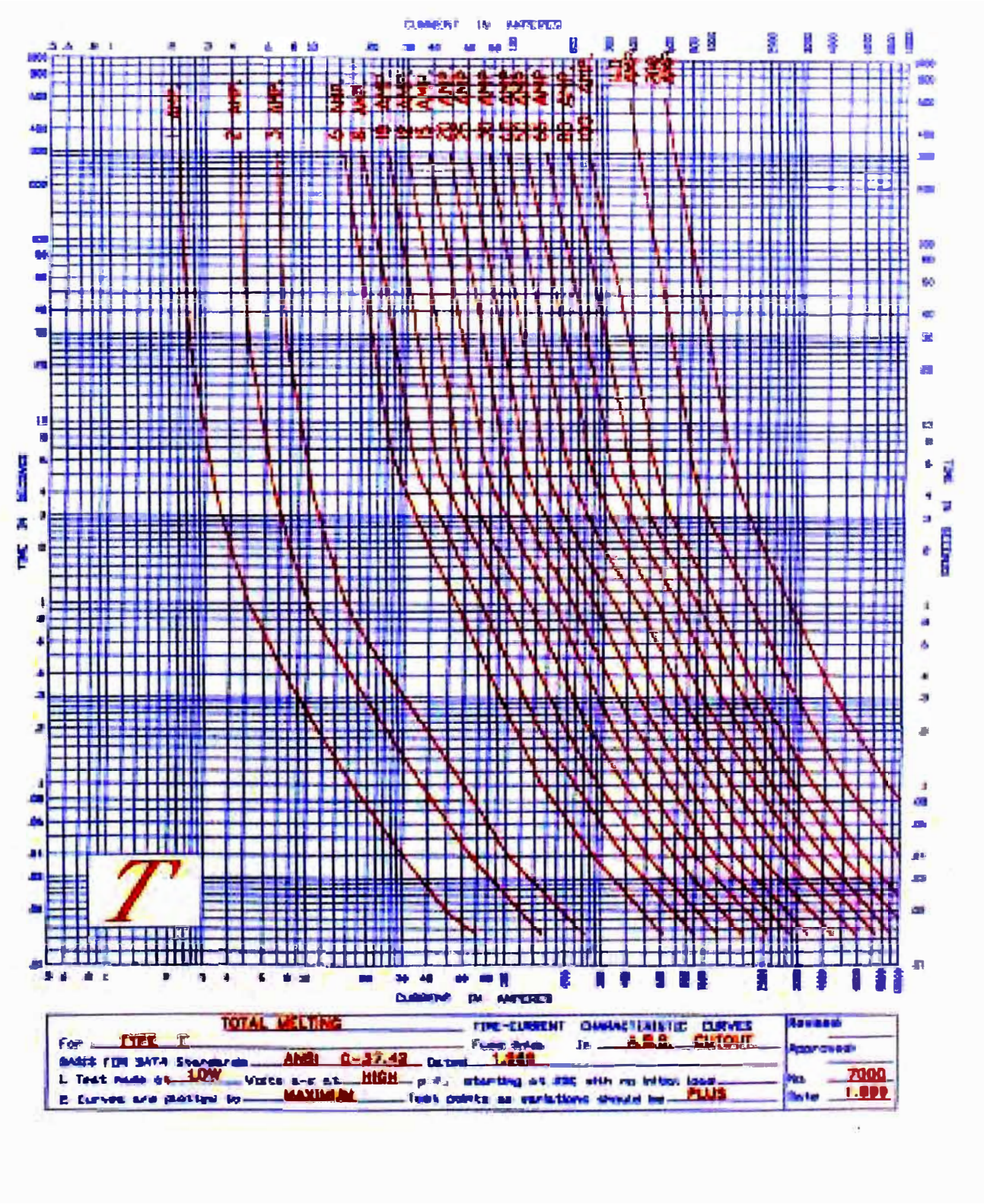
CURVA DE FUSIBLE TIPO T MELTING



Anexo 4

Curva Total Clearing de Fusibles tipo T de Media Tensión.

CURVA DE FUSIBLE TIPO K TOTAL CLEARING



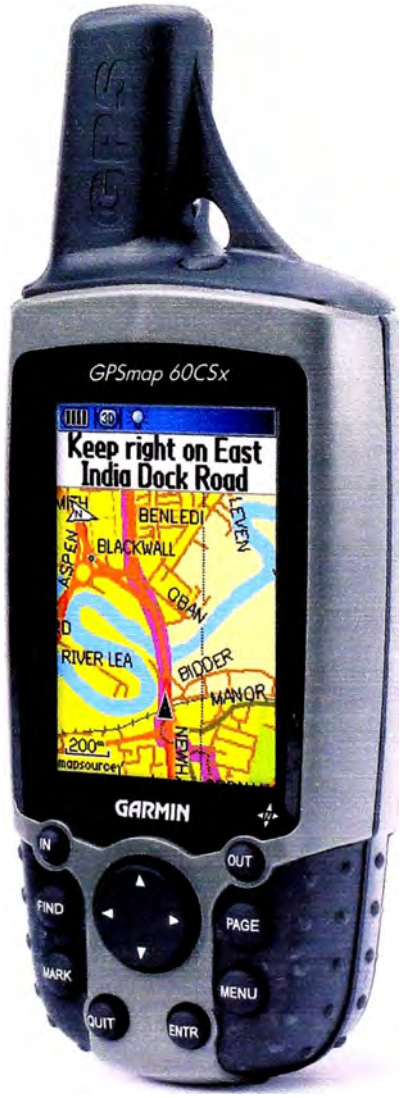
Anexo 5

GPS, Ground Position Satelital – GPSMAP 60 CS

n the road, on the trail, or on the w ɜr, the Garmin GPSMAP® 60 series

Add a dash of color to your outdoor adventures

is your ideal guide to the great ɩtdoors. Both the 60Cx and 60CSx versions are rugged, waterproof, full- ɔlor navigators that feature a built- in utorouting basemap and include a 54 MB microSD card for storage of c tional MapSource® topo, marine or y street map detail. High-sensitivity GPS receivers assure improved rec ɔtion in tree cover or canyons. And ɔth units feature auto-save of track data to help guide you back to any pc ɩt along your route. In addition, the "sensor version" 60CSx includes an electronic compass and barometric alti ɜter – making it the trailblazing tool of choice for hikers and climbers.



GARMIN GPSMAP® 60Cx and 60CSx

WAAS enabled · SiRF Powered · BlueChart® compatible

avigation features

aypoints/icons:	1000 with name and graphic symbol, 10 nearest (automatic), 10 proximity
outes:	50 reversible routes with up to 250 points each, plus MOB and TracBack® modes
acks:	10K point automatic track log; 20 saved tracks 500 points each let you retrace your path in both directions
ip computer:	Current speed, average speed, resettable max. speed, trip timer and trip distance
larms:	Anchor drag, approach and arrival, off-course, proximity waypoint, shallow water and deep water
ables:	Built-in celestial tables for best times to fish and hunt, sun and moon rise, set and location
lap datums:	More than 100 plus user datum
osition format:	Lat/Lon, UTM/UPS, Maidenhead, MGRS, Loran TDs and other grids, including user UTM grid only

GPS performance

eceiver:	12 channel SiRFstar III™ high-sensitivity GPS receiver (WAAS-enabled) continuously tracks and uses up to 12 satellites to compute and update your position
Acquisition times*:	
warm:	<1 sec
cold:	<38 sec
AutoLocate™:	<45 sec
Update rate:	1/second, continuous
GPS accuracy:	
position:	<10 meters, typical
velocity:	.05 meter/sec steady state
DGPS (WAAS) accuracy:	
position:	<5 meters, typical
velocity:	.05 meter/sec steady state
Protocol messages:	NMEA 0183 output protocol
Antenna:	Built-in quad helix receiving antenna, with external antenna connection (MCX)

Movi | map features

Basemap:	Detailed routable basemap with cities, highways, interstates, exit info, rivers, lakes; preloaded with worldwide cities
Uploadable maps:	Accepts downloaded or plug-in microSD map detail from a variety of optional MapSource media (64 MB microSD card included)

Electronic compass feature:
(GPSMAP 60CSx only)

Accuracy:	±2 degrees with proper calibration (typical); ±5 degrees extreme northern and southern latitudes
Altimeter feature:	(GPSMAP 60CSx only)
Resolution:	1 foot
Range:	–2,000 to 30,000 feet
Elevation computer:	Current elevation, resettable minimum and maximum elevation, ascent/descent rate, total ascent/descent, average and maximum ascent/descent rate
Pressure:	Local pressure (mbar/inches HG)

Power

Source:	Two "AA" batteries (not included)
Battery life:	18 hours, typical; up to 30 with battery saving

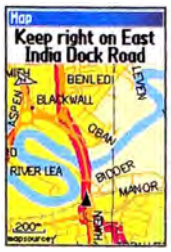
Physical

Size:	2.4W x 6.1H x 1.3D inches (61mm x 155mm x 33mm)
Weight:	7.5 oz. (213 g) est.
Display:	1.5 x 2.2 inches (38.1mm x 56mm) 256-color transflective TFT (160 x 240 pixels) (160 x 240 pixels)
Case:	Waterproof to IPX-7 standards
Temp. range:	5°F to 158°F (-15°C to 70°C)

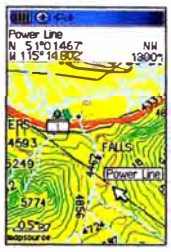
Accessories

Standard:
- 64 MB microSD data card
- Belt clip
- USB PC interface cable
- MapSource Trip & Waypoint Manager CD
- Users manual
- Quick reference guide
- Wrist strap

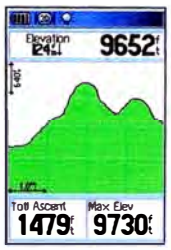
Optional:
- Automotive Navigation Kit (includes City Navigator™)
- Automotive mount
- Marine mount
- Suction cup mount
- Carrying case
- 12-volt adapter cable
- Power/data cable
- Remote GPS antenna



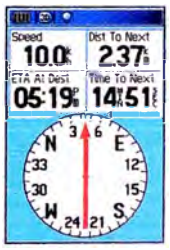
With enhanced street map detail from optional MapSource software, you can look up destinations and view automatic point-to point routes.



The GPSMAP 60 series accepts downloaded map detail, including topo maps with elevation information.



The barometric altimeter feature on the GPSMAP 60CSx provides elevation profiles for climbers and hikers.



Garmin's "sensor version" GPSMAP 60CSx also features a large, easy-to-read electronic compass display.

©2006 Garmin Ltd. or its subsidiaries

GARMIN

Garmin International Inc.
1200 East 151st Street
Olathe, Kansas 66062, U.S.A.
913/397.8200 fax 913/397.8282

Garmin (Europe) Ltd.
Unit 5, The Quadrangle
Abbey Park Industrial Estate
Romsey, SO51 9DL, U.K.
44/1794.519944 fax 44/1794.519222

Garmin Corporation
No. 68, Jangshu 2nd Rd.
Shijr, Taipei County, Taiwan
886/2.2642.9199 fax 886/2.2642.9099

www.garmin.com

Specifications are preliminary and subject to change without notice.

* Subject to accuracy degradation to 100m 2DRMS under the U.S. Department of Defense imposed Selective Availability Program.

** These units are also able to transfer waypoint routes and tracks between the PC and GPS using MapSource.

Anexo 6: Distribución de Pozos de Agua

Nº	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	Potencia del Motor (HP)	TRANSFORMADOR
1	PA-1	PQ-1	Cartavio 23	125	PRELMID INGENIEROS SRL. SERIE : 1583 , VOLT :14490 -460 POTENCIA : 160 KVA AÑO :2003, AMP. 6.7
2	PA-2	PQ-2	Cartavio 23	75	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE 3077, SAERIE : 141699T1 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 75 KVA AMP : 3.1 AÑO : 2000
3	PT-3	PQ-3	Cartavio 23	75	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TUBINI S.A. TIPO : TOAAWB , SERIE : L12313 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 80KVA , AÑO : 1975
4	PA-4	PZ-2	Cartavio 26	15	MARCA : DELCROSA , TIPO : TED3058 , SERIE : 114897T3 , VOLT : 13800-480 AÑO : 1978
5	PT-5	SH-5	Cartavio 26	25	MARCA : DELCROSA , SERIE : 102211T , VOLT : 13800-440 , AÑO : 1968
6	PT-6	SH-6	Cartavio 26	15	MARCA : DELCROSA , SERIE : 105691 , VOLT : 13800-440 , AÑO : 1968
7	PT-7	SH-139A	Cartavio 26	7.5	MARCA : GENERAL ELECTRIC, POTENCIA : 40 KV ENE-42
8	PT-8	SH-157A	Cartavio 18	25	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE 3072, SAERIE : 141699T5 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : KVA AMP : 2.1 AÑO : 2000
9	PT-9	SH-168	Cartavio 23	20	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE3072 , SERIE : 141892T1 , VOLT : 13800-460 AMP : 2.1 AÑO :2001
10	PT-10	SH-10	Cartavio 18	7.5	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT33 SERIE : 105649T3 , VOLT : 13860-440 , POTENCIA : 25KVA , AÑO : 1971
11	PT-11	SH-11A	Cartavio 22	20	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT33 SERIE : 107555T2 , VOLT : 13200-440 , POTENCIA : 25KVA ,AMP : 1.09 AÑO : 1973
12	PT-12	SH-12	Cartavio 22	7.5	MARCA :DELCROSA , TIPO : TECE 3072 SERIE : 141699T1 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA ,AMP. 2.1 , AÑO : 2000 ,
13	PT-13	SH-63	Cartavio 14	7.5	MARCA : PRELMID INGENIEROS, POTENCIA : 10 KV , SERIE : 1022 AÑO DE FABRICACION : 2002
14	PT-14	SH-64	Cartavio 16	7.5	MARCA : DELCROSA , TIPO : AVN34 , SERIE : 102318T , VOLT: 13860-440 , POTENCIA :40 KVA , AMP : 1.75 - 52.5 , AÑO : 1969
15	PA-15	PZ-5	Cartavio 21	20	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. , TIPO : TEO SERIE : 11475 , VOLT : 13200-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.19 - 62.80, AÑO : 1973
16	PT-16	SH-16	Cartavio 22	15	MARCA : DELCROSA ,TIPO : TED3058 ,SERIE : 114897T1 , VOLT : 13800-480 , POTENCIA : 40KVA , AMP: 1.68, AÑO : 0978
17	PT-17	SH-17	Cartavio 21	18.5	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT35 , SERIE : 108487T3, VOLT : 13860-440 , POTENCIA : 64 KVA, AMP : 2.8 -84 , AÑO : 0971
18	PT-78	SH-9	Nazareno 01	75	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE3088 , SERIE : 141696T1, VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 125 KVA AMP : 5.2 - 149 AÑO : 2000
18	PT-18	SH-152	Cartavio 21	15	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT33 , SERIE : 102210T, VOLT : 13200-440 , POTENCIA : 25 KVA, AMP : 1.092 - 32.8 , AÑO : 1969

Nº	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	Potencia del Motor (HP)	TRANSFORMADOR
19	PT-79	SH-14A	Nazareno 01	40	MARCA : DELCROSA, TIPO : AVT35, SERIE : 105486 , VOLT : 13860-440, POTENCIA : 75 KVA , AMP : 3.3 - 98.5 AÑO : 1971
19	PT-19	SH-19	Cartavio 21	15	524858 - 64P , VOLT : 13200-440 , POTENCIA : 30 KVA
20	PT-20	SH-20	Cartavio 21	50	PRELMID INGENIEROS SRL. SERIE : 1030 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 75 KVA , AMP : 3.1 - 94,AÑO : 2002
21	PT-21	SH-145	Cartavio 21	40	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. , SERIE : L129052 , VOLT : 13860-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.2 - 52.7, AÑO : 1969
22	PT-22	SH-147	Cartavio 22	20	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TO AA WB , SERIE : L12504 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.1 - 62.8 , AÑO : 1975
23	PT-23	SH-154	Cartavio 22	15	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TO AA WB , SERIE : 11701 , VOLT : 13200-460 , POTENCIA : 40 KVA , AMP :1.75 , AÑO : 1973
24	PT-24	SH-114	Cartavio 22	15	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT33 , SERIE : 108904T1, TENSION : 13200-440 , POTENCIA : 25 KVA , AMP : 1.09-32.8 , AÑO : 1974
25	PT-25	SH-97	Cartavio 22	7.5	MARCA : DELCROSA , TIPO : TED3058 , SERIE : 114897T4, TENSION : 13800-460 , POTENCIA : 40 KVA , AMP : 1.68-48.1 , AÑO : 1978
26	PT-26	SH-170	Cartavio 22	30	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRiAL CANEPA TABINI S.A. , SERIE : 11478 , VOLT : 13200-440 , POTENCIA : 75 KVA , AMP :3.28 -48.4 , AÑO : 1967
27	PT-27	SH-115	Cartavio 22	7.5	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TO AA WB , SERIE : L12498 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.1 -62.8 , AÑO : 1975
28	PT-28	SH-57	Cartavio 21	25	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT33 , SERIE : 107555T1, TENSION : 13200-440 , POTENCIA : 25 KVA , AMP : 1.09-32.8 , AÑO : 1973
29	PT-29	SH-146	Cartavio 22	50	MARCA : DELCROSA , TIPO : AUT35 , SERIE : 105487T2, TENSION : 13800-440 , POTENCIA : 64 KVA , AMP : 2.8 - 84 , AÑO : 1971
30	PT-30	SH-151	Cartavio 22	25	MARCA : DELCROSA , TIPO : TED3046 , SERIE : 114066, TENSION : 13800-460 , POTENCIA : 25 KVA , AMP : 1.05 - 31.4 , AÑO : 1977
31	PT-31	SH-100	Cartavio 22	25	
32	PT-32	SH-149	Cartavio 22	50	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 64 KVA , sin placa
33	PT-33	SH-148	Cartavio 22	50	PRELMID INGENIEROS SRL. SERIE : 1029 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50KVA , AÑO : 2002
34	PT-34	SH-159	Cartavio 22	40	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TUBINI S.A. TIPO : TO AA WB , SERIE : L12513 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 50 KVA , AÑO : 1975
35	PT-35	SH-153	Cartavio 22	15	MARCA :DELCROSA , TIPO : TECE 3072 SERIE : 141698T1 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 37.5 KVA , AÑO : 2000 ,
36	PT-36	SH-61	Cartavio 22	10	CEA CIA ELECTRO ANDINA S.A., SERIE : 31366 - 1 , TIPO : T3DO , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 75 KVA , AÑO : 1998
37	PT-37	SH-71	Cartavio 26	15	MARCA : PRELMID INGENIEROS S.R.L. Nº 362 POTENCIA : SERIE : 13800-460 AÑO DE FABRICACION : 2002

Nº	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	Potencia del Motor (HP)	TRANSFORMADOR
38	PT-38	SH-165	Cartavio 26	20	MARCA : DELCROSA Nº 362 ,TIPO : AVT.34 VOLT. T3860-440 POTENCIA : , SERIE : 105651T2 AÑO DE FABRICACION : 1971
39	PT-39	SH-39	Cartavio 16	7.5	MARCA : DELDROSA ,TIPO : TECE3043 , SERIE : 141697T3 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 25 KVA , AMP : 1.0 - 29.8 , AÑO : 2000
40	PT-40	SH-166	Cartavio 23		
41	PT-41	SH-87	Cartavio 23	20	MARCA : FCT FACTORIA CANEPA TABINI S.A. SERIE : 11314 POTENCIA :50 KVA TIPO : ON/AN-T3 VOLT. : 13200 , AÑO DE FABRICACION : 2002
42	PT-42	SH-88	Cartavio 18	7.5	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 35 KVA , Sin placa
43	PT-43	SH-66	Cartavio 19	10	MARCA : FACTORIA CANEPA TABINI , SERIE : 11371 , POTENCIA : 25 KVA
44	PT-44	SH-67	Cartavio 19	7.5	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE : 12508 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.1-62.8 , AÑO : 1975
45	PT-45	SH-106	Cartavio 19	15	**FUNCIONA CON EL MISMO TRANSFORMADOR DEL SH-67**
46	PT-46	SH-82	Cartavio 04	15	MARCA : PRELMID INGENIEROS, POTENCIA : 25 KV , SERIE : 117342 AÑO DE FABRICACION : 2002
47	PT-47	SH-160	Linea Firme	15	MARCA : EPLY SAC, MODELO : TRR-2005-0116-01 , POTENCIA : 75 KVA , VOLT : 13800 - 230, AÑO : 2005
48	PT-48	SH-48	Cartavio 19	15	MARCA : PRELMID ING. S.R.L, SERIE : 359 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA, AMP : 2.09-67 , AÑO : 2002
49	PT-49	SH-49A	Cartavio 19	30	**FUNCIONA CON EL MISMO TRANSFORMADOR DEL SH-48**
50	PT-50	SH-167	Cartavio 11		
51	PT-51	SH-161	Chiclin 17/HA		
52	PT-52	SH-163	Chiclin 17/HA		
53	PT-53	SH-176	Cartavio 18	50	
54	PT-54	1C	Chiclin 10	15	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 50 KV SERIE : TR2006-0177-02. AÑO DE FABRICACION : 11-02-06
55	PT-55	8C	Chiclin 10	10	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 30 KV SERIE : TR2006-0178-01 AÑO DE FABRICACION : 28-02-2006
56	PA-56	PZ-8	Tamarindo	25	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 50KV SERIE : TR2005-0640-04. AÑO DE FABRICACION : 08-07-2005
57	PT-57	SH-57	Tamarindo	40	MARCA : DELCROSA, POTENCIA : 64 KV SERIE :105650-T-2
58	PT-58	SH-58	Tamarindo	40	MARCA : DELCROSA, POTENCIA : 50 KV SERIE : 141699-T-4 AÑO DE FABRICACION : 2002
59	PT-59	SH-59	Tamarindo	50	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 50 KV SERIE : TR2005-0040-02 AÑO DE FABRICACION : 08-07-2005

Nº	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	Potencia del Motor (HP)	TRANSFORMADOR
60	PT-60	SH-60	Tamarindo	40	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 50 KV SERIE : TR2005-0640-05. AÑO DE FABRICACION : 08-07-2005
61	PT-61	SH-61	Tamarindo	40	MARCA : PRELMID , POTENCIA : 50 KV SERIE : 1100 AÑO DE FABRICACION : 2000
62	PA-62	PZ-9	Chiclin 11	25	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 50 KV SERIE : TR2006-0177-01. AÑO DE FABRICACION : 11-02-06
63	PT-63	SH-25	Chiclin 11	15	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 30 KV SERIE : TR2006-0178-03. AÑO DE FABRICACION : 28-02-2006
64	PA-64	PZ-10	Chiclin 11	20	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 30 KV SERIE : TR2006-0178-02. AÑO DE FABRICACION : 28-02-2006
65	PT-65	SH-173	Chiclin 10	25	MARCA : EPLIC, POTENCIA : 30 KV SERIE : TR0639-01 AÑO DE FABRICACION : 2005
66	PT-66	SH-174	Chiclin 13/HA		
67	PT-67	SH-175	Chiclin 13/HA		
68	PA-68	PZ-12	San José B	40	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE : L1249 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.1 -62.8 , AÑO : 1975
69	PA-69	PZ-13	San José B	50	H & P INDUSTRIAL SRL. POTENCIA : 50 KVA , VOLT: 14490-460, AMP : 2.09-62.6 , SERIE : 268 , AÑO : 2000
70	PT-70	SH-23	San José B	7.5	MARCA :GENERAL ELECTRIC ,SERIE : F524247 - 64P , POTENCIA : 15 KVA.
71	PT-71	SH-26	San José B	20	MARCA : H & P INDUSTRIAL S.R.L. SERIE : 270 , VOLT : 14490-460, POTENCIA : 37.5 KVA , AMP : 2.56 - 47 , AÑO : 2000
72	PT-72	SH-27	San José B	25	MARCA : EPLI S.A.C. SERIE : TR-2005-0640-01 , TIPO : TTA-15KV , POTENCIA : 50 KVA , AMP : 2.092-65.6 , AÑO : 2005
73	PT-73	SH-135	San José B	20	MARCA : TRAUS , POTENCIA : 40 KV, SERIE : 1148712 AÑO DE FABRICACION : 1980
74	PT-74	SH-136	Nepen 01	25	MARCA : DELCROSA, POTENCIA : 50KV, SERIE :
75	PT-75	SH-45	Yucutinamo	20	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE3072 , SERIE : 141699T7, VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA AMP : 2.1-59.6 AÑO : 2000
76	PT-76	SH-46	Yucutinamo	10	MARCA : PRELMID INGENIEROS SRL. SERIE : 1026 , VOLT : 14490-460 POTENCIA : 15 KVA, AMP : 0.62-18.3 AÑO : 2002
77	PT-77	SH-3	Nazareno 01	15	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE3072 , SERIE : 141698T2, VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 37.5 KVA AMP : 1.6-44.7 AÑO : 2000
80	PT-80	SH-10	Nazareno 01	25	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE3077 , SERIE : 141695T2, VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 75 KVA AMP : 3.1 - 89.4, AÑO : 2000
81	PA-81	PZ-9	Nazareno 02	25	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO :7P , SERIE : L120049 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 32 KVA , AÑO : 1966
82	PT-82	SH-26	Nazareno 03	40	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE : L12511 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.1 -62.8 , AÑO : 1975
83	PT-83	SH-142	Nazareno 04	40	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE : L12505 , VOLT : 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.1 -62.8 , AÑO : 1975

Nº	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	Potencia del Motor (HP)	TRANSFORMADOR
84	PT-84	SH-144	Nazareno 03	40	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE : 11772 , VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.09 -62.8 , AÑO : 1974
85	PT-85	SH-23	Nazareno 04	15	MARCA : GENERAL ELECTRIC, SERIE : F54875S-6SP , VOLT : 13200-440 , POTENCIA : 45 KVA.
86	PT-86	SH-128	Nazareno 08	50	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE :L12512, VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP :2.09 -62.8 , AÑO : 1975
87	PT-87	TPL-01	Nazareno 08	25	MARCA : DELCROSA, POTENCIA : 50 KV , SERIE :
88	PT-88	SH-138	Nazareno 09	40	MARCA : PRELMID INGENIEROS , SERIE : 358 , VOLT: 14490-460, POTENCIA : 50KVA , AMP : 2.09 - 62.7 , AÑO :2002
89	PT-89	SH-137	Nazareno 09	60	MARCA : BROWN BOVERI INDUSTRIAL CANEPA TABINI S.A. ,TIPO : TOAAWB , SERIE :L12282, VOLT : 13800-460 , POTENCIA : 125 KVA , AMP : 5.23 - 156, AÑO : 1975
90	PT-90	SH-172	Nazareno 08	30	MARCA : GENERAL ELECTRIC , POTENCIA : 30 KV , SERIE : NF524857-64P
91	PT-91	TPL-02	Nazareno 04	20	MARCA : DELCROSA, POTENCIA : 75 KV , SERIE : 14169591
92	PT-92	SH-22	Nazareno 04	7.5	MARCA : PRELMID INGENIEROS , SERIE : 1021 , VOLT: 14490-460, POTENCIA : 10KVA , AMP : 0.41 - 12.5 , AÑO :2002
93	PT-93	SH-25	Nazareno 03	40	MARCA : ENGLISH ELECTRIC CANEPA TABINI, SERIE : 11448 , POTENCIA : 75 KVA , VOLT : 13400 - 440 , AÑO : 1967
94	PT-94	SH-20	Nazareno 02	50	
95	PT-95	SH-19	Nazareno 02	40	MARCA : DELCROSA , SERIE : 141699T2 , AÑO :2002 , POTENCIA : 50 KVA , VOLT : 14400-440 , AMP : 2.1 - 59.6/62
96	PT-96	SH-24	Nazareno 03	10	MARCA : DELCROSA , MODELO : TECE3072, SERIE : 141698T3 , POTENCIA : 37.5 KVA , AÑO : 2000 , VOLT : 14400-460 , AMP : 1.6 - 49.7
97	PT-97	SH-155	Moncada	15	MARCA :H & P INDUSTRIAL SRL, VOLT : 14490-460, AMP : 1.56-47 , POTENCIA : 37.5 KVA SERIE : 269
98	PT-98	SH-118	Moncada 01	30	MARCA : DELCROSA , TIPO : TECE3072 , SERIE : 141699T3 , VOLT: 14490-460 , POTENCIA : 50 KVA , AMP : 2.1-59.6
99	PT-99	SH-126	Moncada	7.5	MARCA : PRELMID INGENIEROS SRL. VOLT : 14490-460, AMP : 1-31 , POTENCIA : 25 KVA , SERIE : 1026, AÑO : 2002.
100	PT-100	SH-140	Moncada	15	MARCA : PRELMID INGENIEROS SRL. VOLT : 14490-460, AMP : 2.09-62.7, POTENCIA : 50 KVA , SERIE : 360, AÑO : 2002.
101	PT-101	SH-171	Moncada 01		
102	PT-102	SH-133	Garaje	15	
103	PT-103	SH-113A	Gerencia Gener	15	
104	PT-104	SH-117	Los Sauces	30	MARCA :BROWN CANEPA TABINI, POTENCIA : 50 KVA , AÑO : 1973 , VOLT :2400-220 , SERIE : 11699 ,
105	PT-105	SH-158	Juan Velasco	20	MARCA : DELCROSA , MODELO : TED3046 , SERIE : 114067 , AÑO : 1977 , POTENCIA : 25 KVA , AMP : 6.01 - 31.4 , VOLT : 2400 -460

Nº	NOMBRE ACTUAL	POZO	UBICACIÓN	Potencia del Motor (HP)	TRANSFORMADOR
106	PT-106	SH-98	Sr.de los Milag.	15	**FUNCIONA CON EL MISMO TRANSFORMADOR DEL SH-156/Me**
107	PT-107	SH-156	Mercado	20	MARCA : H & P INDUSTRIAL , POTENCIA : 50 KVA , SERIE : 271 , VOLT : 14490-230 , AMP : 2.09 - 62.6 , AÑO : 2000
108	PT-108	SH-54A	Pesebre	20	MARCA : GENERAL ELECTRIC , SERIE : B712140 , B712145 , B713491 , (SON TRES TRANSFORMADORES DE BOTELLA)POTENCIA : 25 KVA , VOLT : 13200 - 240
109	PT-109	SH-116	Racioneria	15	
110	PA-110	PZ-8	Sindicato	30	MARCA :BRONN POVERY MAUST CANEPA , MODELO :TOAAWB , SERIE : 11695 , AÑO : 1973 , POTENCIA : 50 KVA , VOLT: 2400 - 460 , AMP : 12.00 - 62.7
111	PT-111	SH-53A	Ingenio	30	**FUNCIONA CON EL MISMOTRANSFORMADOR DEL SH-53**
112	PT-112	SH-119	Nepen 02	7.5	MARCA : CEI INGENIEROS , SERIE : 5062 , AÑO : 2003 , POTENCIA : 50 KVA , VOLT : 14490-220 , AMP : 3.2 - 108.69 (1) MARCA : CEI INGENIEROS , SERIE : 5065, AÑO : 2003 , POTENCIA : 50 KVA , VOLT : 14490 - 220 , AMP : 3.2 - 108.69.(2)
113	PT-113	SH-120A	Nazareno	15	MARCA : PRELMID INGENIEROS SRL, VOLT : 13800 - 460 , POTENCIA : 25 KVA , SERIE : 1854 , AÑO : 2004
114	PT-114	SH-113B	Jardin		
115	PT-115	SH-DA1	Destileria	30	
116	PT-116	SH-53	Destileria		MARCA : BROWN POVERY CANEPA TABINI , SERIE : 12509, VOLT : 13800 - 460, AMP : 2.1 - 62.8 AÑO : 1975
117	Bombeo			50	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 50 HP, 60HERZ, 1760RPM, TIPO : R22SCSM , SERIE : 07551M1 , 440 VOLT. 63 AMP.
118	Bombeo			50	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 50 HP, 60HERZ, 1760RPM, TIPO : R22SCSM , 440 VOLT. 63 AMP.
119	Bombeo			50	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 50 HP, 60HERZ, 1760RPM, TIPO : R22SCSM , 440 VOLT. 63 AMP.
120	Bombeo			50	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 50 HP, 60HERZ, 1760RPM, TIPO : R22SCSM , 440 VOLT. 63 AMP.
121	Bombeo			50	MARCA : DELCROSA , POTENCIA : 50 HP, 60HERZ, 1760RPM, TIPO : R22SCSM , SERIE : , 440 VOLT. 63 AMP.
122	Bombeo			75	POTENCIA:55KW(75HP)MARCA:RENMIN SHANGHAI MODELO : YLB-250-1-4 , 60HERZ,380/220 VOLT, 1775 RPM, SERIE : 11182 . 100/74 AMP.

PLANOS

PLANO N°1: Diagrama Unifilar antes de la instalación de las celdas de media tensión

PLANO N° 2: Diagrama Unifilar después de la instalación de las celdas de media tensión

PLANO N°3: Plano de distribución de las líneas de Media tensión

PLANO N°4: Diagrama Unifilar de la Línea de media Tensión

Plano N° 1: Diagrama Unifilar antes de la instalación de las celdas de media tensión

DIAGRAMA UNIFILAR - PLANTA DE FUERZA - 21 Julio 2007

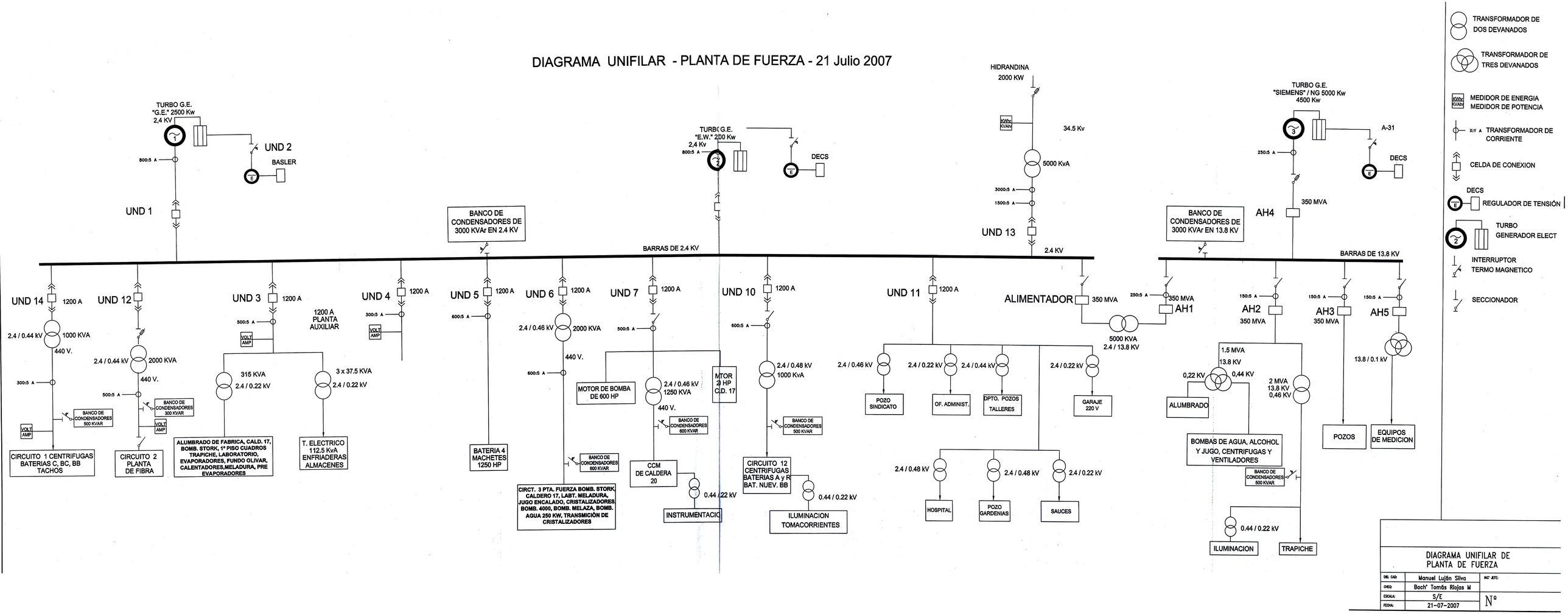
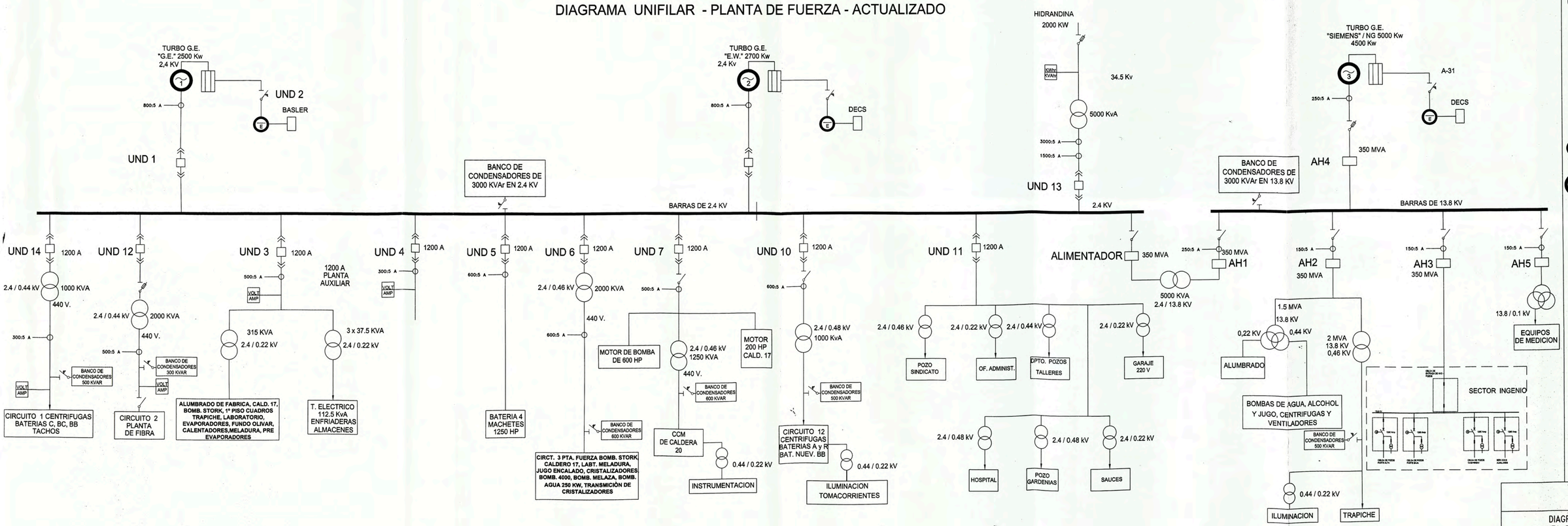


DIAGRAMA UNIFILAR DE PLANTA DE FUERZA		
DIB. CAD:	Manuel Luján Silva	ING° JEFE:
CHEQ:	Bach° Tomás Riojas M	
ESCALA:	S/E	Nº
FECHA:	21-07-2007	

Plano N° 2: Diagrama Unifilar después de la instalación de las celdas de media tensión

DIAGRAMA UNIFILAR - PLANTA DE FUERZA - ACTUALIZADO



TRANSFORMADOR DE DOS DEVANADOS

TRANSFORMADOR DE TRES DEVANADOS

MEDIDOR DE ENERGIA
MEDIDOR DE POTENCIA

X:Y A TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

CELDA DE CONEXION

DECS
REGULADOR DE TENSIÓN

TURBO GENERADOR ELECT

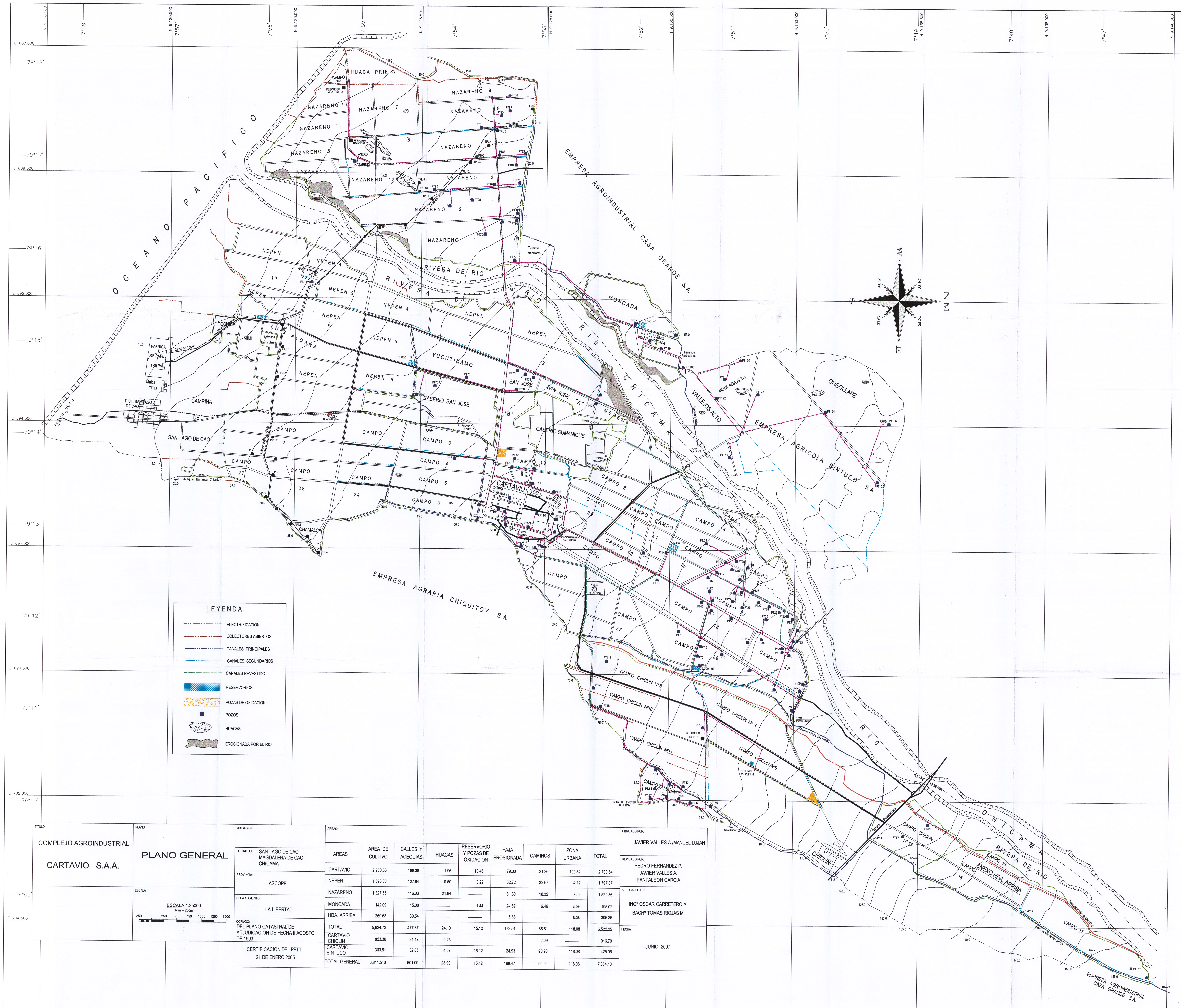
INTERRUPTOR TERMO MAGNETICO

SECCIONADOR

CELDA EN 13.8KV / 1250 AMP

DIAGRAMA UNIFILAR DE PLANTA DE FUERZA ACTUALIZADO		
DIB. CAD:	Manuel Luján Silva	ING° JEFE:
CHEQ:	Bach° Tomás Riojas M	
ESCALA:	S/E	Nº
FECHA:	21-07-2007	

Plano N°3:Plano de distribución de las líneas de Media tensión.



TITULO: COMPLEJO AGROINDUSTRIAL CARTAVIO S.A.

PLANO: PLANO GENERAL

ESCALA: ESCALA 1:25000 (1cm = 250m)

UBICACION:

DISTRITOS: SANTIAGO DE CAO, MAGDALENA DE CAO, CHICAMA

PROVINCIA: ASCOPE

DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD

COPIADO: DEL PLANO CATASTRAL DE ADJUDICACION DE FECHA II AGOSTO DE 1993

CERTIFICACION DEL PETT 21 DE ENERO 2005

AREAS:

AREAS	AREA DE CULTIVO	CALLES Y ACEQUIAS	HUACAS	RESERVORIO Y POZAS DE OXIDACION	FAJA EROSIONADA	CAMINOS	ZONA URBANA	TOTAL
CARTAVIO	2,288.66	188.38	1.96	10.46	79.00	31.36	100.82	2,700.64
NEPEN	1,596.80	127.84	0.50	3.22	32.72	32.67	4.12	1,797.87
NAZARENO	1,327.55	116.03	21.64	——	31.30	18.32	7.52	1,522.36
MONCADA	142.09	15.08	——	1.44	24.69	6.46	5.26	195.02
HDA. ARRIBA	269.63	30.54	——	——	5.83	——	0.36	306.36
TOTAL	5,624.73	477.87	24.10	15.12	173.54	88.81	118.08	6,522.25
CARTAVIO CHICLIN	823.30	91.17	0.23	——	——	2.09	——	916.79
CARTAVIO SINTUCO	363.51	32.05	4.57	15.12	24.93	90.90	118.08	425.06
TOTAL GENERAL	6,811.540	601.09	28.90	15.12	198.47	90.90	118.08	7,864.10

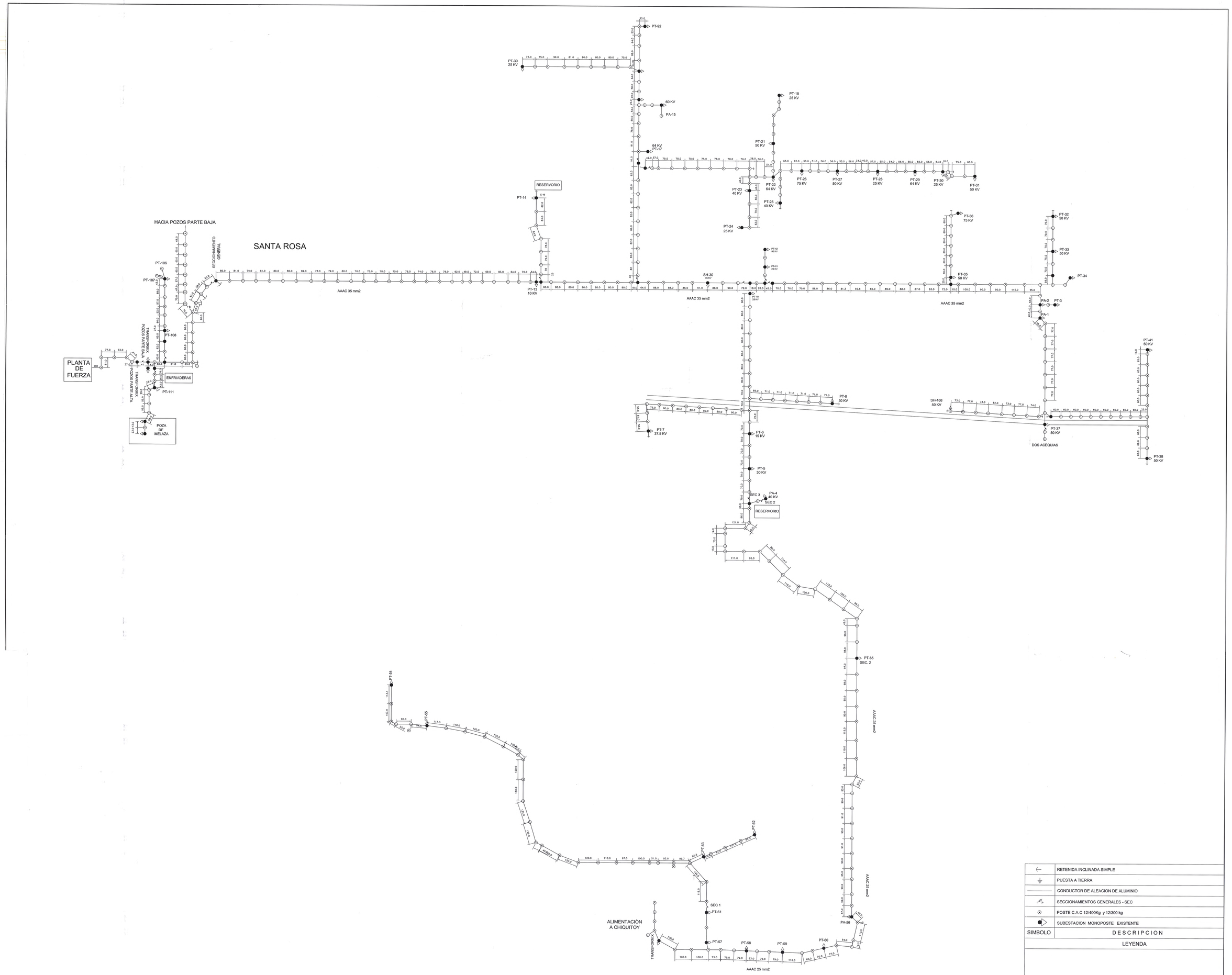
DIBUJADO POR: JAVIER VALLES A./MANUEL LUJAN

REVISADO POR: PEDRO FERNANDEZ P., JAVIER VALLES A., PANTALEON GARCIA

APROBADO POR: INGº OSCAR CARRETERO A., BACHº TOMAS RIOJAS M.

FECHA: JUNIO, 2007

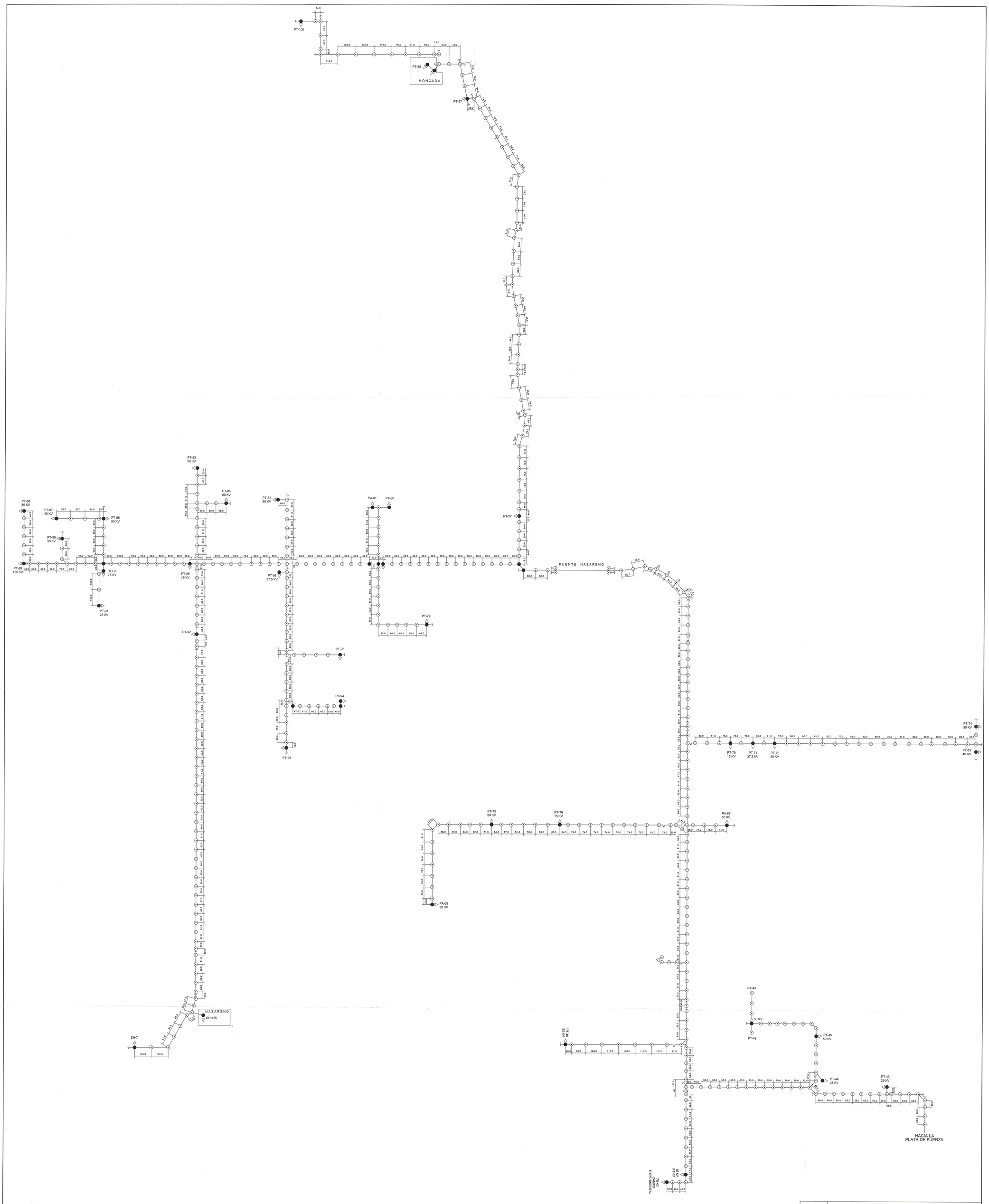
Plano 4: Diagrama Unifilar de la Línea de media Tensión



	RETENIDA INCLINADA SIMPLE
	PUESTA A TIERRA
	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO
	SECCIONAMIENTOS GENERALES - SEC
	POSTE C.A.C 12/400Kg y 12/300 kg
	SUBESTACION MONOPOSTE EXISTENTE
SIMBOLO	DESCRIPCION

LEYENDA

DIB. CAD	*Manuel Lajón Silva*	LINEA DE MEDIA TENSION 13.8 KV POZOS PARTE ALTA	AREA: DIRECC. DE PROYECTOS
DISEÑO			
REVISADO	*Badr T. Riojas*		
FECHA	*07-02-07*		N° PLANO: LMT-01
ESCALA	*s/e*		REV.



SIMBOLO	DESCRIPCION
	RETENIDA INCLINADA SIMPLE
	PUESTA A TIERRA
	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO
	SECCIONAMIENTOS GENERALES - SEC
	POSTE C.A.C 12/400Kg y 12/300 kg
	SUBESTACION MONOPOSTE EXISTENTE

LEYENDA

DIB. CAD:	*Manuel Luján Silva*	LINEA DE MEDIA TENSION EN 13.8 KV POZOS PARTE BAJA	AREA: DIBUJO & PROYECTOS
DISEÑO:			
REVISADO:	*Bach° T. Riojas*		
FECHA:	*07-02-07*		N° PLANO: LMT-02
ESCALA:	*s/e*		REV.

4/12