

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



TESIS

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO CONTROL DE MOTORES
PARA LA PLANTA TEXTIL FIBRAS GENERALES”**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

AUTORES:

Bach. CHUCHON SANCHEZ, Ever Cristian

Bach. VARGAS ROMERO, Carlos Eduardo

ASESOR:

Mg. Lic. LLACZA ROBLES, Hugo Florencio

Callao, 2021

PERÚ

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD
DE TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 09 días del mes de abril Del 2021 siendo las 11:00 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Res. Resolución **DECANAL N°021-2021-DFIEE**)

Dr. Ing. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA	Presidente
MG. ERNESTO RAMOS TORRES	Secretario
ING. FREDY ADAN CASTRO SALAZAR	Vocal

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres **VARGAS ROMERO, CARLOS EDUARDO y CHUCHÓN SÁNCHEZ, EVER CRISTIAN**. quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Eléctrica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada **“IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO CONTROL DE MOTORES PARA LA PLANTA TEXTIL FIBRAS GENERALES”**, con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO Calificativo BUENO nota: 14 a los expositores Bachilleres **VARGAS ROMERO, CARLOS EDUARDO y CHUCHÓN SÁNCHEZ, EVER CRISTIAN** con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 12:30 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N°167 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
PRESIDENTE
Dr. Ing. JUAN HERBER GRADOS GAMARRA


.....
SECRETARIO
MG. ERNESTO RAMOS TORRES.


.....
VOCAL
ING. FREDY ADAN CASTRO SALAZAR.

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. Juan Herber Grados Gamarra
SECRETARIO : Mg. Ing. Ernesto Ramos Torres
VOCAL : Mg. Ing. Fredy Adán Castro Salazar

ASESOR : Mg. Lic. Hugo Florencio Llacza Robles

DEDICATORIA

Está presente tesis se la dedicamos a Dios por permitirnos desarrollarlo satisfactoriamente y a nuestros padres por su apoyo incondicional en todo momento logrando ser parte de este logro. Todo este trabajo ha sido gracias a ellos y nuestros familiares.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos principalmente a Dios quien con su bendición nos llena siempre de vida y a toda mi familia. Asimismo, agradezco a nuestros padres quienes, a lo largo de toda nuestra vida, en especial la formación profesional nos ha apoyado, motivado en todo momento.

Gracias también a mis familiares, amigos y personas que contribuyeron para el poder culminar con éxito y satisfacción la meta propuesta durante todo el periodo de estudio universitario en la prestigiosa Universidad Nacional del Callao.

ÍNDICE

Pág.

ÍNDICE 1

INDICE DE TABLAS	6
INDICE DE FIGURAS.....	8
INDICE DE ESQUEMA.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Determinación del problema.....	14
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Objetivos de la investigación.....	15
1.4. Justificación.....	16
II. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	17
2.1 Antecedentes.....	17
2.2 Generalidades.....	18

2.2.1	Descripción del proyecto	18
2.2.2	Descripción del sistema eléctrico	19
2.2.3	Códigos y normas	21
2.2.4	Condiciones de servicio	22
2.2.5	Alcance de los trabajos	23
2.3	Diseño del CCM	24
2.3.1	Especificaciones técnicas generales.....	24
a)	Gabinete metálico	24
b)	Conductores de cobre (barras y cables).....	25
d)	Soportes de barras.....	27
e)	Interruptores termomagnéticos	27
f)	Contactores	28
g)	Arrancadores suaves (Soft Starter)	29
h)	Equipos multimedida.....	29
i)	Transformadores de corriente	31
j)	Materiales varios y/o consumibles.....	32
2.3.2	Consideraciones de diseño	36
2.3.3	Memoria de datos de cargas	54
2.3.4	Referencias y cálculos justificativos	55
a)	<i>REFERENCIAS PARA EL CÁLCULO DE MÁXIMA DEMANDA DEL CCM 440VAC:</i>	62

b)	<i>CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE MÁXIMA DEMANDA DEL CCM 440VAC:</i>	62
c)	<i>REFERENCIAS PARA EL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE FUERZA DEL CCM 440VAC:</i>	65
d)	<i>REFERENCIAS PARA CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE FUERZA DEL CCM 440VAC</i>	67
e)	<i>CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DEL CCM 440VAC (COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA):</i>	68
f)	<i>RESUMEN DE CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL CCM 440VAC:</i>	96
g)	<i>DETERMINACION DEL ARCO ELÉCTRICO</i>	97
2.3.5	Actividades para la valorización del CCM	102
2.3.6	Actividades para el proceso constructivo	104
2.3.7	Selección de equipamiento y materiales	118
2.4	Registro de diseño y fabricación	122
2.5	Glosario de términos	123
2.6	Abreviaturas	127
III.	VARIABLES E HIPÓTESIS.....	128
3.1.	Variables de la investigación.....	128
3.2.	Operacionalización de las variables	128
3.3.	Hipótesis general e hipótesis específica	129
IV.	METODOLOGÍA	131

4.1.	Tipo de investigación	131
4.2.	Diseño de la investigación.....	132
4.3.	Población y muestra.....	133
4.4.	Técnicas e instrumento de recolección de Datos.....	133
4.5.	Plan de análisis estadísticos de datos	135
V.	RESULTADO	136
5.1	Resultados parciales.....	136
5.2	Resultados generales	136
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	138
VII.	CONCLUSIONES	139
VIII.	RECOMENDACIONES	140
IX.	BIBLIOGRAFIA	142
X.	ANEXOS	144
	ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA	145
	ANEXO N° 2 <i>CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA ESTRUCTURA</i> .	146
	ANEXO N° 3 <i>LISTA DE MATERIALES</i>	147
	ANEXO N° 4 STATUS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CCM.....	150
	ANEXO N° 5 <i>CONTROL DE OT. DISEÑO CCM</i>	151

ANEXO N° 6 <i>HOJA DE PROGRAMACION CNC</i>	152
ANEXO N° 7 <i>CONTROL DEL CICLO DE FABRICACIÓN</i>	153
ANEXO N° 8 <i>LISTADO DE MATERIALES VALORIZADOS</i>	154
ANEXO N° 9 <i>REGISTRO DE PRUEBA DE PINTURA</i>	155
ANEXO N° 10 <i>INSPECCION FABRICACIÓN ESTRUCTURA</i>	156
ANEXO N° 11 <i>PROTOCOLO DE PRUEBAS</i>	157
ANEXO N° 12 <i>PLANOS DE PRODUCCION DEL CCM</i>	159

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 CONDICIONES SISTEMA ELÉCTRICO	22
Tabla N° 2 CANALETAS RANURADAS	33
Tabla N° 3 TERMINALES DE CONEXIÓN - BORNERAS	34
Tabla N° 4 CAPACIDAD DE CORRIENTE DE BARRAS DE Cu.....	39
Tabla N° 5 PESO ESPECÍFICO BARRAS DE Cu (Kg/m)	40
Tabla N° 6 CAPACIDAD DE CORRIENTE CABLES DE SECCIÓN mm ²	42
Tabla N° 7 AISLADOR RESINA EPÓXICA	44
Tabla N° 8 CAPACIDADES DE CABLES RECOMENDADAS DENTRO DE LA CANALETA.....	46
Tabla N° 9 TERMINALES DE COBRE ELECTROLÍTICO ESTAÑADO ..	47
Tabla N° 10 ETIQUETAS PARA BORNERAS DE POLIAMIDA	48
Tabla N° 11 MARCADORES PARA CABLES DE POLIAMIDA.....	50
Tabla N° 12 MEMORIA DE DATOS DE CARGAS	54
Tabla N° 13 CUADRO DE RESUMEN CÁLCULOS MD	64
Tabla N° 14 POTENCIA REACTIVA DEL CUADRO DE CARGAS	72
Tabla N° 15 RESUMEN DE DATOS TRIÁNGULO DE POTENCIAS	74
Tabla N° 16 RESUMEN DE DATOS CALCULADOS SISTEMAS DE ARRANQUE.....	96

Tabla N° 17 RESUMEN DE DATOS CALCULADOS BANCO DE CONDENSADORES.....	97
Tabla N° 18 CATEGORIAS DE PROTECCION DE EPP	98
Tabla N° 19 FACTORES PARA EQUIPOS Y CLASES DE TENSION SEGÚN NFPA 70E.....	99
Tabla N° 20 DISTANCIAS TÍPICAS DE TRABAJO SEGÚN NFPA 70E	1070
Tabla N° 21 PRE – ETAPA (RECEPCIÓN Y VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN).....	105
Tabla N° 22 ETAPA 1 (DELEGAR RESPONSABILIDADES A LOS COLABORADORES)	106
Tabla N° 23 ETAPA 2. -REVISIÓN DEL DISEÑO	107
Tabla N° 24 ETAPA 3 (FABRICACIÓN (ESTRUCTURA METÁLICA)) .	108
Tabla N° 25 RESUMEN DE LISTA DE EQUIPOS Y ACCESORIOS	120
Tabla N° 26 REGISTROS DE LA FABRICACIÓN.....	122
Tabla N° 27 NOMBRE DE DOCUMENTOS DEL EXPEDIENTE	123

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 CANALETAS (VISTA FRONTAL Y LATERAL)	33
Figura N° 2 BORNERAS (VISTA FRONTAL Y POSTERIOR)	34
Figura N° 3 SISTEMA DE VENTILACIÓN	35
Figura N° 4 AISLADOR TIPO E	43
Figura N° 5 AISLADOR MODELO	43
Figura N° 6 TERMINALES DE CONEXIÓN	48
Figura N° 7 ETIQUETAS PARA BORNERAS	49
Figura N° 8 MARCADORES PARA BORNERAS DE POLIAMIDA	49
Figura N°9 SISTEMA TRIFÁSICO REPRESENTACIÓN VECTORIAL...	55
Figura N° 10 CIRCUITO EN SERIE R-C-L.....	55
Figura N° 11 TRIÁNGULO DE IMPEDANCIAS	56
Figura N° 12 TRIÁNGULO DE POTENCIAS.....	57
Figura N° 13 TEOREMA DE BOUCHEROT.....	61
Figura N° 14 TRIÁNGULO DE POTENCIAS DEL CCM.....	73
Figura N° 15 COMPENSACIÓN ENERGIA REACTIVA.....	74
Figura N° 16 PROCESO DE TRATAMIENTO COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA.....	113

Figura N° 17 PROCESO DE PINTURA COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA.....	115
Figura N° 18 DISEÑO MECÁNICO – VISTA FRONTAL INTERIOR	118
Figura N° 19 DISEÑO MECÁNICO – VISTA FRONTAL INTERIOR CON MANDIL	119
Figura N° 20 DISEÑO MECÁNICO – VISTA FRONTAL	119
Figura N° 21 CCM INTEGRADO	136

INDICE DE ESQUEMA

Esquema N° 1 ESQUEMA DE ACTIVIDADES	109
Esquema N° 2 DIAGRAMA DE FLUJO DE DIBUJO LÁSER-DISEÑO-PROGRAMACIÓN	110
Esquema N° 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE DOBLEZ Y SOLDADURA.	111
Esquema N° 4 DIAGRAMA DE FLUJO DE ENSAMBLE DE ESTRUCTURA.	112

RESUMEN

En esta presente tesis se plasma los criterios, metodologías y cálculos justificativos para la implementación de un CCM, siendo esta implementación necesaria en una empresa de producción a grande escala diaria de material para que otras empresas la conviertan en productos finales, logrando así una mejora en la operación y control, mantenimiento y disminución de facturación de energía.

ABSTRACT

In this thesis the criteria, methodologies and justificatory calculations for the implementation of a CCM are reflected, this implementation being necessary in a large-scale daily production company of material for other companies to convert it into final products, thus achieving an improvement in the operation and control, maintenance and reduction of energy billing.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis realiza un análisis técnico para la implementación de un CCM sabiendo que en la actualidad toda empresa cuenta con más de una máquina y por ende más de 1 motor, las cuales son piezas fundamentales para la producción; y este a su vez, se encuentra controlada por un tablero de fuerza y de control.

Lo que se requiere implementar es un sistema integrado para un conjunto de motores de una planta textil, lo cual nos permitirá tener en un solo grupo de gabinetes todo el sistema de fuerza y control del conjunto de motores, los cuales estarán independizados para su respectivo mantenimiento sin ser interrumpidos para cualquier maniobra que desee realizarse y así mismo verificar por parte del personal responsable, para que de esta manera se pueda realizar un trabajo sofisticado de medición y control de los sistemas de accionamiento eléctrico.

Los CCM son utilizados como eslabón de unión entre los equipos de alimentación de energía y las cargas finales tales como motores, variadores mecánicos o motoredutores, etc. Los CCM ofrecen la ventaja de integrar dentro de un mismo gabinete los sistemas de arranque para motores de distintas áreas de una planta, así como el sistema de distribución de las cargas de la misma y compensando los reactivos que producen.

Dentro de los compartimientos individuales sobre plataformas fijas, semi extraíbles, se instalan los equipos para protección y arranque óptimo de los motores eléctricos.

Esta solución, de diseño simplificado y óptimo a partir de la lógica de control del funcionamiento, surge de la necesidad de reducir costos para los procesos productivos continuos que se desarrollan como actividad comercial.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta presente tesis se hace la evaluación técnica y económica de un sistema de fuerza y control a partir de la necesidad del cliente de reducir costos de energía y agrupar su sistema de accionamientos eléctricos desde el mismo CCM , control externo y monitoreo remoto cumpliendo con las exigencias de condiciones actuales para la operación continua de la producción de empresas industriales a fin de maximizar la producción, facilitar el mantenimiento considerando con lo estipulado por el Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI para alcanzar el objetivo prevenir daños cumpliendo con las disposiciones establecidas.

1.1. Determinación del problema

¿Qué podemos hacer para diseñar un sistema de accionamientos eléctricos de las máquinas de producción y desarrollando la ingeniería para un mantenimiento óptimo?

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera se puede Integrar un conjunto de accionamientos eléctricos de una planta textil?

1.2.2. Problemas específicos

- **P.E. - 01:** ¿Es posible optimizar el mantenimiento?
- **P.E. - 02:** ¿Es posible disminuir costos de energía en la planta textil?
- **P.E. - 03:** ¿Cómo la falta de una supervisión eficiente genera una mala gestión de mantenimiento?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Implementar un centro control de motores a partir de la lógica de funcionamiento del proceso de producción, cuadro de cargas, detallando especificaciones técnicas y actividades para el diseño y fabricación del CCM.

1.3.2. Objetivos específicos

- **OE1:** Facilitar las tareas de mantenimiento de las máquinas de una empresa a través de la integración de estos equipos de señalización, control y fuerza dentro de un mismo sistema.

- **OE2:** Diseñar a partir de la necesidad de disminuir los costos de consumo de energía, con la implementación de arrancadores de estado sólido, variadores de velocidad y compensación automática de energía reactiva.
- **OE3:** Monitorear CCM desde cuarto de control remoto equipo multimedia, posición – estado de interruptor principal, y energización y desenergizado a distancia.

1.4. Justificación

Este estudio justifica actividades para una correcta fabricación, integración, dimensionamiento y control en un conjunto de gabinetes, juntando los distintos accionamientos aislados en un CCM, con esta solución garantiza la estabilidad y la fiabilidad del sistema de producción de la planta textil, facilitando las actividades de mantenimiento y disminuir los costos de energía con los distintos equipamientos integrados.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los centros de control de motores (CCM) se comenzó a introducir como una forma de optimizar el espacio de la pared y/o el piso en las instalaciones o ambientes industriales para regular el funcionamiento y accionamiento de los motores de las máquinas.

En un inicio los arrancadores de motores se montaban en la pared, se colocaban incluso si solo se tenían unos pocos motores. Actualmente, incluso si se necesitan algunos arrancadores de motor, por lo general es normal el instalar dentro de un recinto o grupo de gabinetes metálicos vertical estandarizado con todas las características necesarias para su correcto control.

Actualmente es común encontrar en la gran mayoría de las cargas accionadas por los CCM a motores eléctricos con arrancadores suaves, de esa manera los CCM actuales pueden acomodar una amplia variedad de dispositivos diferentes en las instalaciones industriales modernas como dispositivos de interrupción (Breakers), contactores, fusibles y otros dispositivos diseñados para interrumpir el flujo de corriente durante una falla a tierra y/o un cortocircuito.

2.2 Generalidades

2.2.1 Descripción del proyecto

La presente tesis se refiere al dimensionamiento y diseño del CCM de la empresa textil fibras generales ambiente de procesos N° 1, que se encuentra ubicado en parcela 4 zona B nro. s/n, distrito de San Juan de Lurigancho, Lima, Perú. Los alcances y detalles desarrollados en base a lineamientos y recomendaciones del Código Nacional de Electricidad con la finalidad de garantizar un funcionamiento ininterrumpido considerando equipos de control necesarios para la protección de los circuitos.

Para el buen funcionamiento del CCM de la empresa textil se gestiona el utilizar equipos nuevos, de primera mano y de la mejor calidad recomendada por el fabricante y autores del proyecto en el detalle de especificaciones técnicas adoptando en todo momento medidas de seguridad necesarias.

El cliente, propietario de la empresa de la actividad de producción, elabora fibras a partir de materia prima virgen o material reciclado, realiza mediante un proceso de fabricación de fibras generales que consiste en: desmenuzar, triturar lo proveniente de prendas de vestir antes separadas según la condición de estado de lo recuperado, logrando así reducir el volumen de residuos sólidos, la disminución de contaminación y el consumo de energía en la elaboración de

fibras para producir frazadas, tapizados, alfombras logrando así beneficios medioambientales.

Proceso en el cual se necesita de un CCM óptimo para accionar y controlar 20 motores de los cuales se detalla a continuación en el desarrollo de la Tesis.

2.2.2 Descripción del sistema eléctrico

a) Sistema eléctrico M.T.

- Acometida principal

Sistema : Trifásico (3 fases + tierra).

Tensión : 10.0- 22.9/0.46 – 0,23 KV

Frecuencia nominal : 60 Hz.

Sistema eléctrico de M.T. existente y funcionando correctamente se encuentra situado en un cuarto de subestaciones.

- Transformador de potencia (1 UND)

Potencia : 1250 kVA.

Frecuencia nominal : 60 Hz.

Relación de Transformación : 10.0 - 22.9/0.46 – 0.23 KV.

Norma : ITINTEC 370.002

b) Sistema eléctrico B.T.

- Sistema eléctrico : Alumb., tomac. y fuerza
Sistema : Trifásico (3 fases + tierra).
Potencia : 100 kVA.
Tensión : 440/220V
Frecuencia nominal : 60 Hz.

- Sistema eléctrico : Aire acondicionado
Sistema : Trifásico (3 fases + tierra).
Potencia : 40 kVA.
Tensión : 440/220 V
Frecuencia nominal : 60 Hz.

- Sistema eléctrico : Estabilizado oficinas
Sistema : Trifásico (3 fases + tierra).
Potencia : 50 kVA.
Tensión : 440/220 V
Frecuencia nominal : 60 Hz.

- Sistema eléctrico : Ambiente de procesos N°1
Sistema : Trifásico (3 fases + tierra).
Tensión : 440V
Frecuencia nominal : 60 Hz.

- Sistema eléctrico : Ambiente de procesos N°2
Sistema : Trifásico (3 fases + tierra).
Tensión : 440V
Frecuencia nominal : 60 Hz.

c) Sistema de tierra. -

Se tiene un sistema de tierra de media tensión, con una resistencia de puesta a tierra de 25 ohms, un sistema de tierra para baja tensión de 3 PAT para ambientes distintos e independientes que tendrá una resistencia menor a 10 ohms.

2.2.3 Códigos y normas

Los tableros fabricados y diseñados para esta aplicación serán equipos de protección, maniobra y/o comando bajo cubierta metálica que responderán a los requerimientos de estas especificaciones técnicas basadas en los siguientes criterios constructivos:

Gabinetes autosoportados compartimentados según diseño armados en fábrica, transportables, para instalación interior; grado de protección acorde con su uso y destino, fijos o móviles, con protección para las personas, etc.

Se construirán y diseñarán siguiendo los lineamientos de las normas:

- Código Nacional de Electricidad - Utilización
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA).
- International Electrotechnical Commission (IEC).
- American National Standard Institute (ANSI).
- National Electrical Code (NEC).
- American Society for Testing Material (ASTM).
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE).
- DIN 43671

- Norma para la seguridad eléctrica en lugares de trabajo (NFPA 70E)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
-

2.2.4 Condiciones de servicio

La instalación del CCM será para montaje interior y deberá estar diseñada para soportar, sin deterioro, una operación continua bajo las siguientes condiciones exigentes propias de la actividad misma de servicio con la intención de mejorar el existente:

Tabla N° 1
CONDICIONES SISTEMA ELÉCTRICO

ALTITUD	Menos de 1000 m.s.n.m
TEMPERATURA	30 °C máxima, 18 °C promedio, 10 °C mínima
CLIMA	Tipo desértico
	Húmedo en algunas zonas y seco en otras
	Ambiente Interior pudiendo contener polvo fino.

Fuente: Elaboración Propia

El suministro del CCM estará a cargo del proveedor, siendo parte del compromiso estar presente en la puesta en marcha como capacitar y brindar la mayor información necesaria a sus operadores y maquinistas, para un buen accionamiento de las máquinas logrando evitar tener dificultades para cumplir el fin de la integración y garantizar la vida útil para la empresa.

2.2.5 Alcance de los trabajos

Para realizar el diseño del CCM se solicitará todas las facilidades de inspección que se requiera y supervisión a fin de verificar la lógica y operatividad del sistema.

Dado el diseño se realiza la simulación al cliente mostrando la funcionalidad de lo requerido para su producción.

Durante su fabricación, ensamble, a fin de verificar el cumplimiento de los planos, especificaciones y normas, el cliente está en la condición de coordinar una supervisión en fabrica como también estar presentes en las pruebas que se realizarán en la misma y en las pruebas una vez instalados, antes de ser puestos en servicio, de acuerdo a los protocolos según las normas aplicables que oportunamente debió presentar a la supervisión.

Diseño del CCM, comprende el diseño de ingeniería, provisión, montaje, puesta en funcionamiento y pruebas de funcionalidad del CCM, bancos de compensación de energía reactiva. Incluye además todos los equipos, instalaciones, dispositivos, etc. necesarios para su correcto montaje, operación y funcionamiento industrial.

Detallando las responsabilidades del cliente y/o proveedor que todo lo que suministre responda a las características técnicas, exigencias de las normas y detalles citadas más adelante.

El proveedor presupuestará los tableros y su unión o ensamble entre módulos, incluida las uniones de barras colectoras y de tierra, junto a sus respectivos cables internos, con su respectivo banco de compensación de energía reactiva preparado para armónicos y los alimentadores desde el transformador de potencia a su respectivo tablero.

2.3 Diseño del CCM

2.3.1 Especificaciones técnicas generales

Las siguientes especificaciones describen las características que deberá tener la fabricación de la estructura de los gabinetes metálicos del tipo autosoportado y equipos para la integración.

Es decir, estos detalles y características mencionadas complementan y/o amplían con los planos.

a) Gabinete metálico

Se considera utilizar un grupo de gabinetes metálicos de fierro galvanizado tipo (autosoportados) a ser instalado en un ambiente interior de tamaño suficiente para alojar, distribuir los equipos y conductores el cual tendrá acceso por el frente a través de puertas.

Con 2.0mm de espesor de la plancha, además de un diseño de estructura modular y pesada evitando tener deformaciones al

tiempo de transportarlo y/o montarlo, por ende, permitirá tener una instalación segura.

La base, el techo y los perfiles verticales los cuales brindan rigidez, es decir la parte de la estructura principal donde se montan las tapas laterales, tapa trasera, puertas o kit de unión entre gabinetes, estos en conjunto deberán permitir fijarlo al piso o muro sin ninguna dificultad.

Estos gabinetes metálicos los cuales pasarán por un proceso de limpieza de impurezas, desengrase, base anticorrosiva y pintura al horno RAL 7035 o RAL 7032, el panel de 2.5mm de espesor o placa base sobre el cual se montarán los equipos pasarán por los mismos procesos anteriores a diferencia de la pintura RAL 2004.

b) Conductores de cobre (barras y cables)

- Barras

Las barras colectoras principales y de derivación serán de cobre electrolítico 99.9% pureza de sección rectangular, de cantos redondeados, plateadas (estañadas) en los sectores de conexión y protegidas en toda su extensión contra contactos accidentales mediante placas acrílicas con su respectiva indicación tensión peligrosa e identificadas visiblemente de acuerdo con el código de colores siguiendo la secuencia de fases (R, S, T) con la secuencia

de colores respectivamente (rojo, negro, azul) desde el frente hacia atrás, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha vista desde el frente del tablero .

- Barras horizontales para distribución de un gabinete a otro en el caso que el tablero posea más de un cuerpo.
- Barras verticales de distribución, hacia los interruptores generales de cada tablero.

- **Barra de tierra**

Se instalará en todo lo largo de los gabinetes en la parte inferior una barra de puesta a tierra con una capacidad no menor al 50% de la capacidad de las barras principales, esta barra de puesta a tierra será de cobre electrolítico 99.9% pureza de alta conductividad.

Los armazones, tapas laterales, soportaría, placa base y todas aquellas partes metálicas que no conduzcan corriente estarán firmemente conectadas a tierra mediante esta barra de tierra con un cable de sección mínima de 4.0mm².

d) Soportes de barras

Los soportes tipo hexagonales de torre y escalera para las barras deberán ser de resina epóxica o poliéster más fibra de vidrio auto extingible (libre de halógenos) insertos accesorios para la fijación de acero galvanizado y zincado estos en conjunto deben soportar entre 15 y 50kA durante un segundo con resistencia mecánica capaz de soportar los efectos electrodinámicos de la corriente de choque.

e) Interruptores termomagnéticos

Los interruptores para baja tensión de protección termomagnética deberán tener como característica principal la tensión de aislamiento mínimo de 690VAC y la capacidad mínima de ruptura según los D.U. según la norma IEC 60947-2 con comando manual a fin de abrir y cerrar su correspondiente circuito o automático mediante mandos motorizados según indique el diagrama unifilar.

Dicho de otro modo, estos equipos actuarán de modo automático para casos de falla de sobreintensidad, cortocircuito o manual; de disparo rápido en el cierre o apertura con el objetivo de proteger los cables, equipos aguas abajo.

Los contactos serán de plata-tungsteno y las partes activas encerradas en un material aislante de elevada resistencia

mecánica aptos para operar a las intensidades nominales indicadas en su ficha técnica.

Para los circuitos con protección termomagnética hasta 63Amp se utilizará interruptores del tipo riel din de curva C o D convenientemente sea necesario, sobre 63Amp será del tipo caja moldeada fijo o regulable.

f) Contactores

Los contactores deben ser de gran rendimiento del tipo industrial que asegure excelentes prestaciones referente al número de accionamientos como mínimo 800 000 operaciones para aplicación específica de motor clase AC3, tomando como referencia norma establecida IEC 60947-4, VDE 0660 parte 1 y la IEC 60158-1.

Estos equipos poseen protección contra contactos accidentales para el operador y retenedores de los tornillos, su aspecto frontal unificado blanco. Aumentará la claridad dando la sensación inequívoca y espaciosa para la distribución de los equipos ahorrando así lo valioso del espacio.

Características Principales

- Núcleo de moderno diseño que elimine ruidos y vibraciones.
- Contactos auxiliares 1NA (S-T10, S-T11)

- Contactos auxiliares 1NA+1NC (S-T12, S-T20)
- Contactos auxiliares 2NA+2NC (S-T21, S-T800)
- Sistema de montaje riel din hasta S-T65.
- Temperatura ambiente -25°C hasta +55°C.
- Tolerancia tensión de la bobina 0.85 a 1.1 tensión nominal.
- Cubiertas integradas de terminales.

g) Arrancadores suaves (Soft Starter)

Utilizaremos dispositivos electrónicos para evitar tener arranques violentos logrando tener arranques suaves, así también paradas suaves, estos dispositivos mejoran la protección del motor como sobreintensidades, sobrecorriente, que permita tener un buen progreso de puesta en marcha al accionar.

h) Equipos multimedida

- Analizador de red

Equipo para la gestión de eficiencia energética del CCM desde el panel frontal del gabinete que permitirá la supervisión de parámetros eléctricos necesarios por el operador pudiendo detectar puntos de mejora.

Sera trifásico multi - medición de la serie ME-96, de pantalla LCD con tecnología digital sin partes móviles y medición semidirecta.

Especificaciones técnicas

- Medición instantánea (fase/fase, fase/neutro)
 - Voltaje (V)
 - Corriente (A)
 - Potencia activa (W)
 - Potencia reactiva (VAR)
 - Potencia aparente (VA)
- Medición de factor de potencia
- Valores máximos y mínimos de:
 - Voltaje (V)
 - Corriente (A)
 - Potencia activa (W)
 - Potencia reactiva (VAR)
 - Potencia aparente (VA)
- Medición de energía
 - Activa (wh)
 - Reactiva (varh)
- Detección de corriente de motor de arranque
- Medición de armónicos actuales (HI), tensión (HV)
- Pantalla cíclica
- Puerta de comunicación Modbus.

- Voltímetro y amperímetro

Equipo para la gestión de control, medición digital de valores instantáneos confiables Multimedita (voltímetro y amperímetro) para la medición desde el panel de los arranques de motores de 1HP, 3HP, 15HP 50HP, 60HP, 75HP Y 125HP.

Especificaciones técnicas

- Pantalla: Display, led rojo
- Lectura Máxima: 9999
- Indicación de sobre rango: HHHH
- Precisión: 0.5% de la lectura ± 1 dígito
- Tensión de alimentación: 275VAC
- Tensión de Medida: 0 – 500VAC

i) Transformadores de corriente

Estos equipos complementan a los equipos de medición, serán del tipo de envolvente de plástico o encapsulado en resina, fabricados de acuerdo a las normas IEC 185, con soporte de fijación y/o tornillos de sujeción a la barra.

Los transformadores de corriente tendrán las siguientes características como mínimo:

Especificaciones técnicas

- Clase de aislamiento : 600 V
- Potencia nominal : 5 VA (1)
- Clase de precisión : 0.5 / 1
- Relación de transformación
 - Primario : X (2)
 - Secundario : 5 A

(1) *Valor mínimo requerido.*

(2) *Variable, según la capacidad del interruptor.*

j) Materiales varios y/o consumibles

- Canaletas ranuradas

Sistema de canalización a través de canaletas ranuradas para la conducción de cables logrando tener en orden el cableado y brindando la facilidad de colocar y retirar los cables además de mayor seguridad y a la instalación debiendo ser de alta resistencia y no propagador de llama, así como no también el transmitir el fuego por goteo.

Especificaciones técnicas

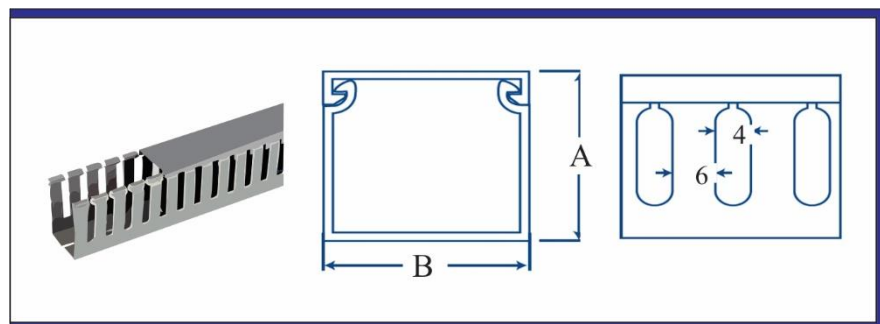
- Color RAL 7030
- Material aislante
- Longitud 2 metros
- Temperatura máxima de servicio +60°C
- Temperatura mínima de transporte y almacenaje -45°C

Tabla N° 2
CANALETAS RANURADAS

DIMENSION CANALETA	
A	B
25	20
33	30
42	20
42	30
42	43
42	60
60	30
60	43
60	60
60	80
80	43
80	60
80	80
100	60
100	80

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 1
CANALETAS (VISTA FRONTAL Y LATERAL)



Fuente: Elaboración Propia

- **Terminales de conexión (borneras)**

Las borneras contarán con las características similares o superiores brindando una mayor seguridad en la instalación debiendo contar con tapas laterales.

- Aislación 800V o superior.
- Material autoextinguible libre de PCV, cadmio, fosforo y halógenos.
- Rango de temperatura de operación -30° a +110°.

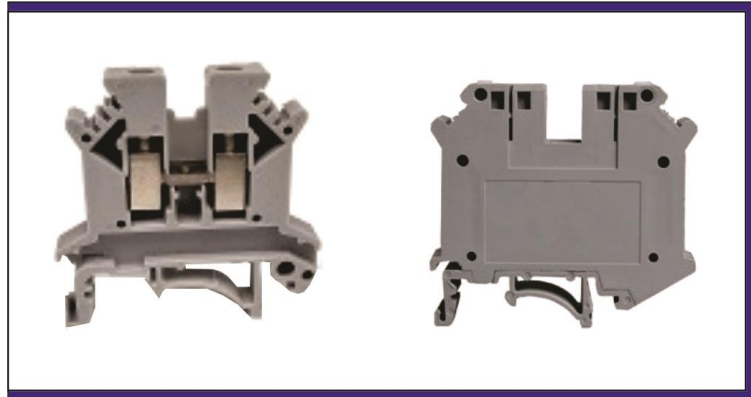
Tabla N° 3
TERMINALES DE CONEXIÓN - BORNERAS

SECCIÓN EN (MM²)	DESCRIPCIÓN (ANCHO DE PASO)
2.5	5.5mm
4	6.5mm
6	8mm
10	10mm
16	12mm
35	16mm
50	18mm

Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 2

BORNERAS (VISTA FRONTAL Y POSTERIOR)



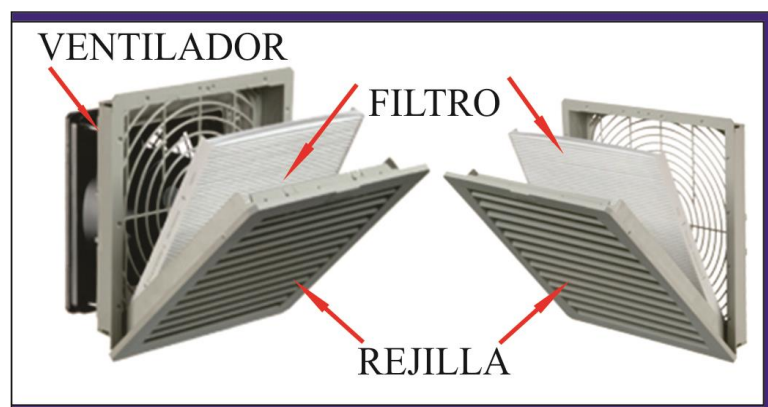
Fuente: Elaboración Propia

- Sistema de ventilación

Al exceder los valores nominales de operación será equipado con el sistema de inyección y extracción de aire según sea conveniente, manteniendo una temperatura controlada por el termostato debajo de los 30° en su interior.

Figura N° 3

SISTEMA DE VENTILACION



Fuente: Elaboración Propia

- Sistema de iluminación

La iluminación del CCM estará compuesto de equipos fluorescentes tipo led, controlados por un interruptor final de carrera (limit switch) instalados en la puerta del compartimiento principal.

- **Ferretería de fijación**

Toda la pernería para los elementos de soporte y fijación del CCM debe ser sometido a un baño electrolítico de tropicalizado, la cual permitirá formar una malla equipotencial de toda la soportaría siendo estos tornillos tipo avenallado o redondo, para la fijación de las conexiones entre barras se utilizará pernería galvanizada con tornillos de cabeza hexagonal.

2.3.2 Consideraciones de diseño

o **Gabinete metálico**

Diseñado bajo el concepto modular de manera que cada cuerpo irá colocado uno al lado del otro para una fácil acceso frontal y posterior para las inspecciones, pruebas y mantenimiento, visto frontalmente el CCM tendrá 2 zonas definidas:

Parte delantera: Alojará equipos como interruptores, instrumentos de medición y dispositivos de mando y señalización.

Parte posterior: Alojará los aisladores y barras.

1. Los tableros llevarán la identificación como el plano:

CCM - XXX: Centro Control de Motores – Número

T – BC : Tablero Banco de Condensadores









2. Alimentación del tablero será parte inferior del gabinete.
3. La salida de conductores se realizará mediante bornes ubicados en la parte inferior del gabinete.
4. Control a través de pulsadores desde el panel frontal del CCM.
5. Control externo desde cajas botoneras .
6. El gabinete deberá contar con barra tierra en todo lo ancho del gabinete que será la mitad de la sección de la barra de Cu principal.
7. Sistema de medición, control y señalización será de 220V.
8. Ventilación forzada con su filtro de aire.
9. Sistema de iluminación interna con respaldo para mantenimiento.
10. Protección a prueba de polvo y chorro de agua tipo IP-54, conforme a IEC 60529.
11. Sus puertas y tapas serán selladas mediante empaquetadura de neopreno o similar para garantizar el IP-54.
12. Los instrumentos, elementos de control y señalización serán montados en puertas.
13. Cáncamos desmontables para el izamiento en la parte superior.
14. Componentes metálicos para la fijación tendrán un baño electrolítico tropicalizado o galvanizados.
15. La estructura, puertas, bandejas y en general partes metálicas que no conduzcan corriente como componentes, dispositivos y accesorios serán aterrizados a la barra de tierra.

- **Conductores de Cobre**

- **Barras**

1. Material Cu electrolítico 99.9% pureza.
2. Dimensionadas a un 25% más de la corriente nominal.
3. Identificación de fases mediante mangas termocontraíbles según el código de colores correspondiente a cada fase (R, S, T) y tierra.
4. Protección contra contactos accidentales (Placas acrílicas con identificación de peligro riesgo eléctrico).
5. Disposición de barras rojo, negro, azul mirándolo desde el frente del tablero comenzando del frente hacia atrás, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.
6. Barras horizontales para distribución de un gabinete a otro salvo limitación de disposición.
7. Barras verticales hacia Interruptores termomagnéticos.
8. Barra de tierra 50% de sección como mínimo de la barra principal.
9. Tomar como referencia **Tabla N°4** según norma DIN 43761 capacidad de corriente de barras de Cu.

Tabla N° 4
CAPACIDAD DE CORRIENTE DE BARRAS DE Cu

ANCHO (mm) X ESPESOR (mm)			AREA (mm ²)	PESO TEÓRICO (Kg/m)	CORRIENTE ALTERNA 60Hz							
					PINTADO				DESNUDO			
												
12	x	2	24	0.215	123	202	228		108	182	216	
15	x	2	30	0.269	148	240	261		128	212	247	
15	x	3	45	0.403	187	316	381		162	282	361	
20	x	2	40	0.358	189	302	313		162	264	268	
20	x	3	60	0.538	237	394	454		204	348	431	
20	x	5	100	0.896	319	560	728		274	500	690	
20	x	10	200	1.792	497	924	1320		427	825	1180	
25	x	3	75	0.672	287	470	525		245	412	498	
25	x	5	125	1.120	384	662	839		327	586	795	
30	x	3	90	0.806	337	544	593		285	476	564	
30	x	5	150	1.344	447	760	944		379	672	896	
30	x	10	300	2.688	676	1200	1670		573	1060	1480	
40	x	3	120	1.075	435	692	725		366	600	690	
40	x	5	200	1.792	573	952	1140		482	836	1090	
40	x	10	400	3.584	850	1470	2000	2580	715	1290	1770	2280
50	x	5	250	2.240	697	1140	1330	2010	583	994	1260	1920
50	x	10	500	4.480	1020	1720	2320	2950	582	1510	2040	2600
60	x	5	300	2.688	826	1330	1510	2310	688	1150	1440	2210
60	x	10	600	5.376	1180	1960	2610	3290	985	1720	2300	2900
80	x	5	400	3.584	1070	1680	1830	2830	885	1450	1750	2720
80	x	10	800	7.168	1500	2410	3170	3930	1240	2110	2790	3450
100	x	5	500	4.480	1300	2010	2150	3300	1080	1730	2050	3190
100	x	10	1000	8.960	1810	2850	3720	4530	1490	2480	3260	3980
120	x	10	1200	10.75	2110	3280	4270	5130	1740	2860	3740	4500

Fuente: Referencia Norma DIN 43671, Parte 3, Tabla 1

Tabla N° 5
PESO ESPECÍFICO BARRAS DE Cu (Kg/m)

ANCHO ESPESOR	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120
2	0.215	0.269	0.358	0.448	0.538	0.717	0.896	1.075	1.434	1.792	2.150
3	0.323	0.403	0.538	0.672	0.806	1.075	1.344	1.613	2.150	2.688	3.226
5	0.538	0.672	0.896	1.120	1.344	1.792	2.240	2.688	3.584	4.480	5.376
10	1.075	1.344	1.792	2.240	2.688	3.584	4.480	5.376	7.168	8.960	10.752

Fuente: Referencia Norma DIN 43671, Parte 3, Tabla 1

○ **Cables**

1. Dimensionadas a un 25% más de la corriente nominal.
2. Cableado de fuerza con una sección no menor a 4 mm².
3. Cableado de control con sección de 1.5mm².
4. Identificación de cables de fuerza y control.
5. Impresión mangas termocontraíbles.
6. Marcadores PVC de colores tipo clip a presión.
7. Tomar como referencia la tabla adjunta de datos técnicos del fabricante General Cable Evaflex-80 450/750V.

Nota. - De acuerdo a la resolución ministerial RM 175-2008 del Ministerio de Energía y Minas, se han cambiado algunos ítems del

Código Nacional de Electricidad, respecto de los cables a ser utilizados en lugares de alta concentración de público.

Estos conductores deben presentar características retardantes a la llama, baja emisión de humo, gases tóxicos o corrosivos, sin emisión de halógenos, de esta manera estos son muy seguros en casos de incendios porque evitan la propagación de los incendios y minimizan los riesgos de intoxicación por gases.

La fabricación, métodos y frecuencias de prueba de estos cables deben cumplir las siguientes normas:

- IEC 60332-1: Retardación a la llama.
- IEC-60332-3: No propagación al incendio.
- IEC 60754-2: Emisión de gases tóxicos.
- IEC 61034-1-2: Emisión de humos.
- IEC 60754-1: Contenido de halógenos.
- NTP IEC 60364-1: Instalaciones eléctricas en baja tensión.

Tabla N° 6
CAPACIDAD DE CORRIENTE CABLES DE SECCIÓN mm²

Calibre (mm²)	Φ Conductor Aprox. (mm²)	Espesor Nominal Aislación (mm²)	Φ Conductor Total (mm²)	Peso Total Aprox. (Kg/km)	Radio de curvatura mínimo (mm)	Resistencia Eléctrica DC 20°C	Capacidad de corriente a 30°C Temp. Ambiente
1.5	1.5	0.7	3.0	19	20	13.3	15
2.5	2.0	0.8	3.7	30	25	7.98	21
4	2.4	0.8	4.0	43	25	4.95	26
6	3.0	0.8	4.6	61	30	3.30	35
10	4.0	1.0	6.0	106	40	1.91	46
16	5.1	1.0	7.1	163	45	1.21	62
25	6.3	1.2	8.8	250	55	0.780	81
35	7.4	1.2	9.8	336	60	0.554	99
50	8.8	1.4	11.7	474	70	0.386	118
70	10.7	1.4	13.5	673	80	0.272	184
95	12.2	1.6	15.5	860	95	0.206	223
120	13.9	1.6	17.2	1095	105	0.161	259
150	15.4	1.8	19.1	1394	115	0.129	299
185	17.4	2.0	21.5	1663	125	0.106	342
240	19.6	2.2	24.1	2225	145	0.0801	403

Fuente: General Cable Catalogo Evaflex-80 450/750V

Basados también con en un tipo de cable EVAFLEX de la marca General Cable categorizado por calibres en mm², 450/750V, con valores aproximados y sujetos a tolerancias de fabricación en flexibilidad y clase.

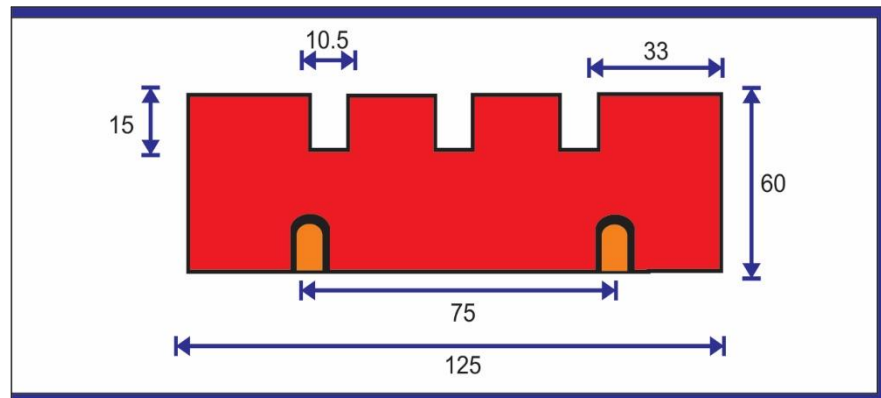
- **Soporte de Barras**

Soporte para BUSS BAR

-Tensión nominal de serv. : Hasta 1kV

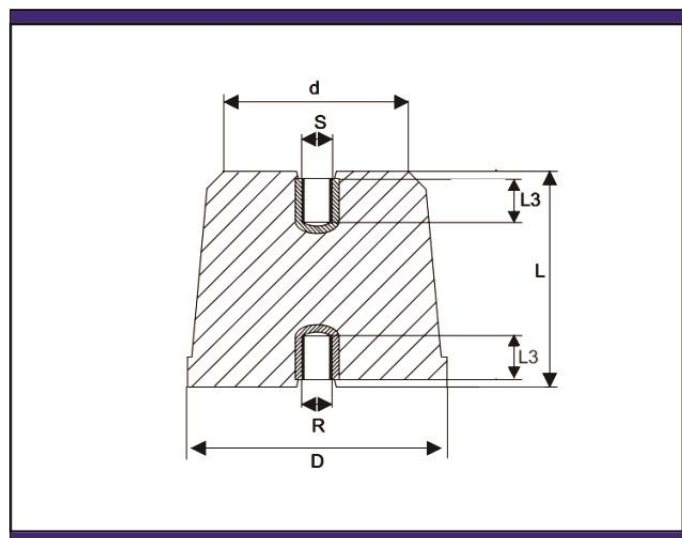
- Material aislante : Resina epóxica
- Material de los bujes : Bronce
- Temperatura de trabajo : Hasta 90°C
- Línea de fuga : 45mm
- Esfuerzo a la flexión : >18 000Nw

Figura N° 4
AISLADOR TIPO E



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 5
AISLADOR MODELO TORRE



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 7
AISLADOR RESINA EPÓXICA

AISLADOR TIPO TORRE	TENSION NOMINAL	TENSION MAXIMA	LINEA DE FUGA	DIMENSIONES					
				L	d	D	R	S	L3
1/20	1kv	1.5kv	21mms	20	27	30	1/4	1/4	8
1/30	1kv	1.5kv	32mms	30	24	30	1/4	1/4	12
1/40	1kv	1.5kv	41mms	40	33	40	1/4	1/4	14
1/50	1kv	1.5kv	51mms	50	38	50	1/2	1/2	14
3/60	1.5kv	3.0kv	62mms	60	60	70	5/8	5/8	22

Fuente: Catálogo Melbat HT-API-001-A
(<http://melbat.com/wp-content/uploads/2018/09/api.pdf>)

○ **CONTACTORES**

Equipos que abre/cierra los contactos con fuerza electromagnéticas para activar/desactivar cargas que asociado con un relé termomagnético formamos un arrancador magnético el cual nos ayudan para arrancar y detener motores, operaciones de avance y retroceso, además de controlar y prevenir posibles daños con mayor durabilidad en la conmutación.

Permitiendo controlar de forma remota y realizar operaciones automáticas en combinación con dispositivos de control asociados a Variadores de Frecuencia (VDF) o PLC.

Especificaciones técnicas mínimas para el CCM.

Estándar aplicable

Todos los tipos:

- IEC60947-4-1
- EN60947-4-1
- JIS C8201-4-1

Tensión nominal de aislamiento:

- 690V

Tensión nominal soportada por impulso:

- 6kv

Frecuencia nominal:

- 50/60Hz

Potencia operacional nominal (corriente) categoría AC-3 :

- Carga del motor de jaula de ardilla trifásica

Tensión de bobina

- 24VAC / 110VAC

○ CANALETAS RANURADAS

CAPACIDADES DE CABLES RECOMENDADAS DENTRO DE LA CANALETA

La cantidad de cables indicados son resultado de criterios del fabricante según experiencia en contraste con la información tomada como referencia según la recomendación del fabricante de las canaletas UNEX para cada

dimensión de las canaleta son basados en la **Fórmula N°01** dando un resultado confiable al ser teórico y práctico.

$$S_{\text{UTIL}} = (S_{\text{CONDUCTOR}}) \times (\text{Coef. de llenado}) \times (N^{\circ} \text{Cond.})$$

Fórmula N° 01 (Dimensionamiento de canaletas)

- Área útil: S ÚTIL
- Área conductor: S COND.
- Coeficiente de llenado: 1.5; 2.0 y 2.5
- Número de conductores: N° COND.

Tabla N° 8

CAPACIDADES DE CABLES RECOMENDADAS DENTRO DE LA CANALETA

Dim. (mm)		Área Útil (mm)	CAPACIDAD DE CABLES RECOMENDADAS								
A	B		1.5 mm ²	2.5 mm ²	4.0 mm ²	6.0 mm ²	10.0 mm ²	16.0 mm ²	25.0 mm ²	35.0 mm ²	50.0 mm ²
25	20	289	17	12	9	9	6	3	-	-	-
33	30	728	36	26	22	18	12	6	3	-	-
42	20	586	30	21	18	15	9	3	-	-	-
42	30	940	45	36	30	21	15	6	3	3	-
42	43	1460	66	51	42	30	18	9	6	6	3
42	60	2112	93	75	60	42	30	15	9	9	6
60	30	1387	75	63	51	39	27	12	6	6	3
60	43	2137	93	75	60	42	30	15	9	9	6
60	60	3092	140	120	99	82	51	27	12	9	9
60	80	4225	180	153	126	84	60	30	15	12	9
80	43	2874	130	99	90	63	36	18	12	9	9
80	60	4128	180	153	126	70	60	30	15	12	9
80	80	5630	250	204	162	92	72	36	18	15	12

Fuente: Elaboración propia

Referencia con valores aproximados en base a experiencia.

○ **TERMINALES ELÉCTRICOS**

Colocar terminales de cobre electrolítico estañado tipo tubular, puntilla, horquilla con aislación, horquilla tipo ojo con aislación en los extremos de los cables de presión tipo hasta 16mm² o según corresponda o sea conveniente.

Tabla N° 9
TERMINALES DE COBRE ELECTROLÍTICO ESTAÑADO

Sección aprox. cables (mm ²)	Color	Largo s/ aislación terminal (mm)
TERMINALES TIPO TUBULAR		
0.32	CELESTE	8
0.83	NARANJA	8
1.10	BLANCO	8
1.30	AMARILLO	8
2.00	ROJO	8
2.50	AZUL	12
4.00	GRIS	12
6.00	NEGRO	12
10.0	MARFIL	12
16.0	VERDE	12
25.0	CAFÉ	12
TERMINAL TIPO PUNTILLA		
0.25 – 1.65	AMARILLO	8
1.04 - 2.63	ROJO	8
2.63 – 6.64	AZUL	8
TERMINAL TIPO HORQUILLA		
SECCIÓN	COLOR	AGUJERO P/ PERNO (MM)
0.25 – 1.65	AZUL	6
0.25 – 1.65	ROJO	7
1.04 – 2.63	ROJO	3
1.04 – 2.63	AZUL	3.5
1.04 – 2.63	AZUL	4
1.04 – 2.63	ROJO	5

Fuente: Catálogo RHONA PERU 2018, Pag.110

Figura N° 6
TERMINALES DE CONEXIÓN



Fuente: Elaboración Propia

○ **ETIQUETAS PARA BORNERAS**

Todas las borneras deben identificarse mediante marcadores, etiquetas en ambos extremos según diagrama eléctrico de control y fuerza.

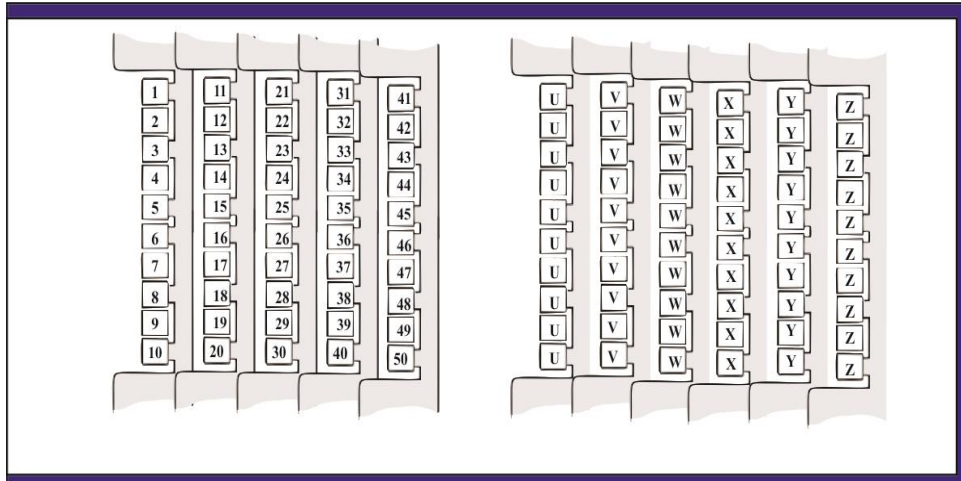
Tabla N° 10
ETIQUETAS PARA BORNERAS DE POLIAMIDA

MODELO NUMEROS	DESCRIPCIÓN	
CNU8/030	Etiqueta sin marcar	Tira de 10 Unidades
CNU8/510	Etiqueta del 1 al 10	Tira de 10 Unidades
CNU8/520	Etiqueta del 11 al 20	Tira de 10 Unidades
CNU8/530	Etiqueta del 21 al 30	Tira de 10 Unidades
CNU8/540	Etiqueta del 31 al 40	Tira de 10 Unidades
CNU8/550	Etiqueta del 41 al 50	Tira de 10 Unidades

MODELO LETRAS	DESCRIPCIÓN	
NU0851RV	Etiqueta Letra R	Tira de 10 Unidades
NU0851SV	Etiqueta Letra S	Tira de 10 Unidades
NU0851TV	Etiqueta Letra Y	Tira de 10 Unidades
NU0851UV	Etiqueta Letra U	Tira de 10 Unidades
NU0851VV	Etiqueta Letra V	Tira de 10 Unidades
NU0851WV	Etiqueta Letra W	Tira de 10 Unidades

Fuente: Catálogo RHONA PERU 2018, Pag.101

Figura N° 7
ETIQUETAS PARA BORNERAS



Fuente: Elaboración Propia

- **MARCADORES DE CABLES DE SECCIÓN 1.5 A 2.5MM² Y DE 4 A 6 MM²**

Todos los cables deben identificarse mediante el sistema de marcadores para cables, según diagrama eléctrico de control y fuerza.

Para secciones de cables superiores a 6 mm² se deberá considerar usar marcadores impresos en manga termocontraíble color blanco de sección correspondiente al cable a identificar.

Figura N° 8
MARCADORES PARA BORNERAS DE POLIAMIDA



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 11

MARCADORES PARA CABLES DE POLIAMIDA

MARCADORES		
MARCADOR	1.5 a 2.5 mm ²	4 a 6 mm ²
N	383 43	383 73
R	383 47	383 77
S	383 48	383 78
T	383 49	383 79
MARCADORES		
MARCADOR	1.5 a 2.5 mm ²	4 a 6 mm ²
0 - NEGRO	383 20	383 30
1 – CAFÉ	383 21	383 31
2 – ROJO	383 22	383 32
3 – NARANJO	383 23	383 33
4 - AMARILLO	383 24	383 34
5 – VERDE	383 25	383 35
6 – AZUL	383 26	383 36
7 – VIOLETA	383 27	383 37
8 – GRIS	383 28	383 38
9 - BLANCO	383 29	383 39

Fuente: Catálogo RHONA PERU 2018, Pag.101

○ **INTERRUPTORES TERMOMAGNÉTICOS**

-Tipo caja moldeada (Regulable o Fijo)

Interruptores automáticos, termomagnéticos, de disparo común que permitirá la desconexión en simultaneo de todas las fases del circuito al cortocircuitarse o sobrecargarse.

Interruptor general

Se debe considerar equipar con contactos auxiliares NA y NC para lograr la señalización local del CCM indicativos de tensión (pilotos en el panel exterior frontal o puerta del CCM), además también de un mando motorizado o motor eléctrico.

Características técnicas:

Corriente nominal (A)	:	Indicado en planos
Tensión nominal (kV)	:	0.440
Tensión máxima nominal (kV)	:	0.690
Tensión de aislamiento mínimo (kV)	:	0.690
Poder de ruptura (mínimo)	:	Según planos.

Interruptores derivados

En la caja moldeada para corrientes mayores a 63A, con regulación térmica que permitirá la desconexión de todas las fases protegidas por el interruptor al sobrecargarse y magnética ante un cortocircuito de cualquiera de las fases ante cualquier evento inesperado.

Características técnicas:

Corriente nominal (A)	:	Indicado en planos
Tensión nominal (kV)	:	0.440
Tensión máxima nominal (kV)	:	0.690
Tensión de aislamiento mínimo (kV)	:	0.690
Poder de ruptura (mínimo)	:	Según planos.

- Interruptor tipo Riel Din

Los interruptores hacia circuitos de accionamientos eléctricos entre 2 y 63 A se considera utilizar de carril Din, curva D, curva C de marca Mitsubishi Electric o marca reconocida de uso industrial.

Características técnicas:

Intensidad nominal ITM ($I_{n(ITM)}$)	:	2 Amp hasta 63Amp
Poder de cortocircuito (I_{KA})	:	10KA

Voltaje de servicio : 440VAC

Voltaje de aislamiento : 690VAC

No considerar para la integración que dos conductores compartan el mismo borne de los breakers o bornes de la barra de tierra.

DOCUMENTACIÓN

El presente expediente técnico consta de una serie de documentos técnicos de los equipos, materiales garantizando y dando respaldo a la fabricación del CCM.

- Diagrama unifilar
- Diagrama de control
- Esquemas trifilares
- Esquema funcional
- Plano mecánico
 - Plano constructivo (disposiciones generales del tablero).
 - Plano constructivo (disposiciones interna del tablero).
 - Cortes de los tableros.
 - Detalle constructivo.
 - Detalle de anclaje y/o fijación de los tableros a la base.
 - Distribución interna.
- Ficha técnica equipos
- Lista general de componentes y sus características
- Protocolo de pruebas

- Manuales
 - Manual de operación y mantenimiento de los equipos.
 - Manual de instalación del tablero.
 - Equipos principales.

RÓTULOS

Cada cubículo en el panel exterior frontal, puerta de instrumentos de medición, pulsadores y señalización se dotarán de placas identificadoras las cuales deberán ser de aluminio fotograbadas de 0.5mm de espesor con adhesivo doble frente, en fondo negro y letras color natural del aluminio.

Las cuales mostrará una descripción en idioma castellano clara, para facilitar la identificación a simple vista correspondiente a la integración de las unidades de fuerza, medición, mando y señalización.

- **SELECTORES.** - Junto al selector se instalarán un portaetiqueta con el texto M-O-A. El texto corresponderá a las tres posiciones M (manual) permite controlar desde la botonera o A (automático) permitirá el mando remoto o asociado a un control lógico.
- **BOTONERA.** - Montado en puerta, conformador por doble pulsador el cual tendrá marcado un botón verde con I (encendido) y un botón rojo con O (apagado).

Esta botonera tendrá su etiqueta rotulada con el nombre de cada circuito según el diagrama unifilar.

2.3.3 Memoria de datos de cargas

Tabla N° 12
MEMORIA DE DATOS DE CARGAS

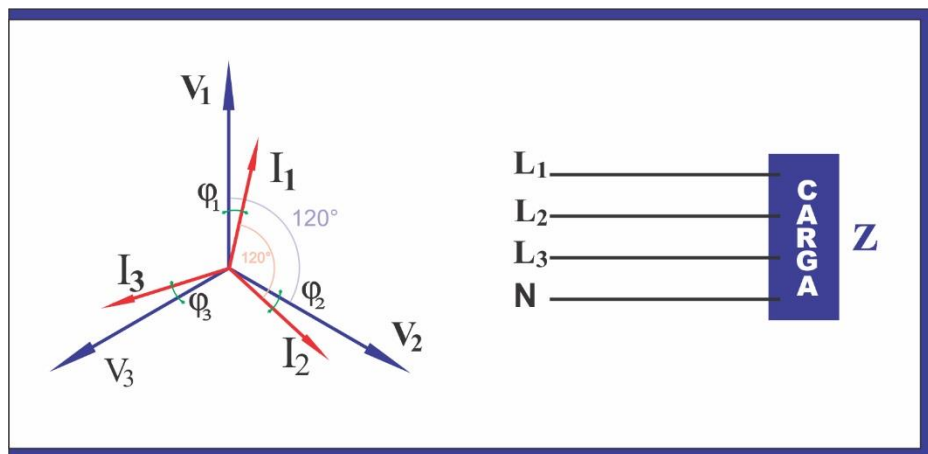
MOTORES DE INDUCCIÓN ASINCRONOS TRIFÁSICOS										
CUADRO DE CARGAS CCM 440VAC, 3F+T, 60Hz										
ITEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA ÚTIL		RPM	NÚMEROS POLOS	EF	FP	F.S.	Hz	FASES
N°		HP	KW							
1	WEG	125	90	1780	4	95.4	0.86	1.15	60	3
2	BEIJING	75	55	1780	4	93	0.87	1.15	60	3
3	DELCROSA	60	45	1775	4	93.8	0.87	1.15	60	3
4	DELCROSA	60	45	1775	4	93.8	0.87	1.15	60	3
5	WEG	60	45	1775	4	95	0.87	1.15	60	3
6	SIEMENS	50	37.5	1770	4	92.4	0.83	1.15	60	3
7	BEIJING	15	11	3520	2	88.4	0.84	1.15	60	3
8	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
9	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
10	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
11	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
12	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
13	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
14	SIEMENS	3	2.25	3480	2	81.5	0.87	1.15	60	3
15	SAFARI	1	0.75	1200	6	0.74	0.71	1.00	60	3
16	SAFARI	1	0.75	1200	6	0.74	0.71	1.00	60	3
17	SAFARI	1	0.75	1200	6	0.74	0.71	1.00	60	3
18	SAFARI	1	0.75	1200	6	0.74	0.71	1.00	60	3
19	BEIJING	0.8	0.55	1700	4	71	0.75	1.15	60	3
20	BEIJING	0.8	0.55	1700	4	71	0.75	1.15	60	3

Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Referencias y cálculos justificativos

Al energizar una carga por una fuente trifásica, este recibe una potencia que es la suma de las potencias de cada fase teniendo en cuenta como sistema equilibrado tal y como muestra la **Figura N°9** a continuación:

Figura N°9
SISTEMA TRIFÁSICO REPRESENTACIÓN VECTORIAL

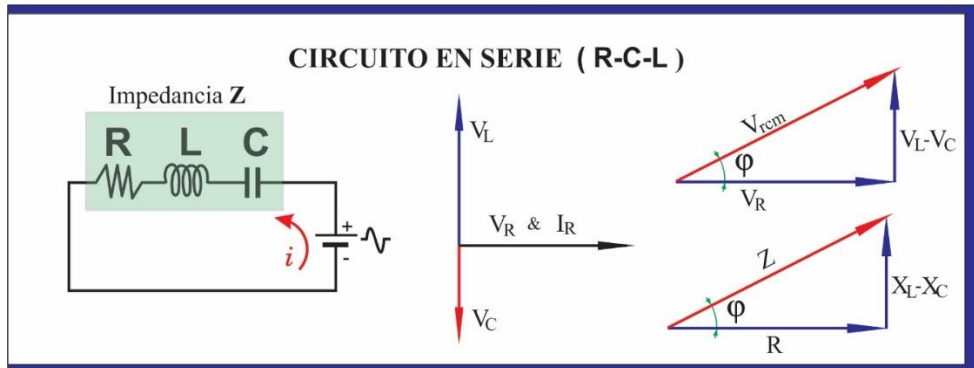


Fuente: Elaboración Propia

A continuación, analizaremos la **Figura N°10** siendo un circuito formado por resistencias, inductancias y capacitores conectados en serie formando una impedancia “Z”.

Figura N° 10

CIRCUITO EN SERIE R-C-L



Fuente: Elaboración Propia

De la **Figura N°10** definimos:

$Z = \text{Impedancia (Ohm)}$

$R = \text{Resistencia (Ohm)}$

$L = \text{Inductancia (Farads)}$

$C = \text{Capacitancia (Henrios)}$

$i = \text{Corriente (Amp)}$

$V_{rcm} = \text{Voltaje a travez de "Z" (Volt)}$

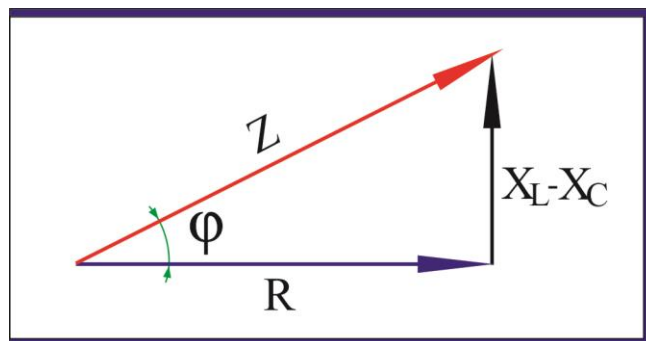
$X_L = \text{Reactancia Inductiva (Ohm)}$

$X_C = \text{Reactancia Capacitiva (Ohm)}$

$\phi = \text{Ángulo de desfase}$

Figura N° 11

TRIÁNGULO DE IMPEDANCIAS



Fuente: Elaboración Propia

Del triángulo de impedancia de la **Figura N°11** notamos que:

$$\cos(\varphi) = \frac{R}{Z}$$

Aplicando la ley de Ohm en el circuito serie R-C-L, podemos observar que la impedancia "Z", de la **Figura N°10** se cumple que:

$$Z = \frac{V_{rcm}}{i}$$

Donde "Z" está dado por:

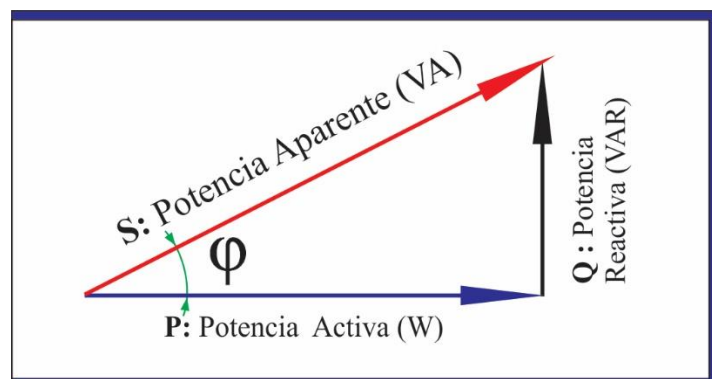
$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

Y sus componentes se calculan de la siguiente manera:

$$X_L = 2 \pi f L$$

$$X_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

Figura N° 12
TRIÁNGULO DE POTENCIAS



Fuente: Elaboración Propia

Donde:

- $S = \text{Potencia aparente (VA)}$
- $P = \text{Potencia activa (WATT)}$
- $Q = \text{Potencia reactiva (VAR)}$

Si el circuito estuviera formado por elementos resistivos puros "R", la reactancia inductiva y capacitiva sería nulo y para los casos en que el circuito esté constituido por impedancias Z, no es suficiente con conocer la tensión y la intensidad, pues con el apoyo de la **Figura N°12** (triángulo de potencias) si existe un desfase entre ambas y la potencia depende de él.

Así entonces con del triángulo de potencias tenemos lo siguiente para las potencias de un circuito de corriente alterna monofásica.

$$S = V.I$$

$$P = V.I. \cos(\varphi)$$

$$R = V.I. \sin(\varphi)$$

En un circuito de corriente alterna monofásica con una carga Z se cumple que:

$$P_f = V_f \times I_f \times \cos(\varphi) \text{ (w)}$$

Despejando la intensidad de corriente para la red monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$$

Fórmula N° 02

(Intensidad de corriente monofásica)

En un circuito de corriente alterna monofásica resistiva se cumple que:

$$P_f = V_f \times I_f \text{ (w)}$$

En sistemas equilibrados todas las fases consumen por igual y la potencia trifásica activa, reactiva y aparente es igual a 3 veces la potencia monofásica.

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Fórmula N° 03

(Potencia trifásica activa $P_{(KW)}$)

Con una carga "Z" se cumple que:

$$P = 3 \cdot P_f \cdot \text{Cos}(\varphi)$$

$$P = 3 \cdot V_f \cdot I_f \cdot \text{Cos}(\varphi)$$

Con una carga resistiva se cumple que:

$$P = 3P_f$$

$$P = 3 V_f \times I_f$$

Teniendo en cuenta que el sistema trifásico puede ser conectado de las siguientes formas:

Conexión Estrella

$$V = \sqrt{3} V_f \quad \text{Y} \quad I = I_f$$

$$P = 3V_f \times I_f$$

$$P = 3 \times \left(\frac{V}{\sqrt{3}}\right) \times (I)$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \dots (\alpha)$$

Conexión Triángulo

$$V = V_f \quad \text{Y} \quad I = \sqrt{3} I_f \dots (\beta)$$

$$P = 3V_f \times I_f$$

$$P = 3 \times (V) \times \left(\frac{I}{\sqrt{3}}\right)$$

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \dots (\beta)$$

En cualquiera de las conexiones teniendo como resultado las ecuaciones (α) ó (β), la potencia trifásica es la misma.

Entonces:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I$$

Para una carga resistiva se cumple que:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I$$

De la expresión se expresa de forma que podamos calcular la intensidad de corriente para la red trifásica.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V}$$

Fórmula N° 04

(Intensidad para una línea trifásica - carga resistiva)

Con carga "Z" se cumple que:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos(\varphi)$$

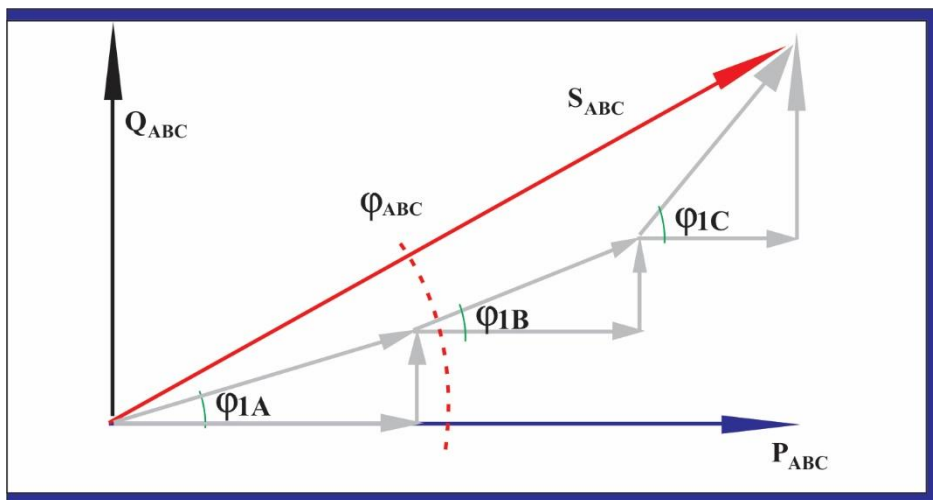
De la expresión se expresa de forma que podamos calcular la intensidad de corriente para la red trifásica.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}xVxcos(\varphi)}$$

Fórmula N° 05
(Intensidad para una línea trifásica)

Ahora del **Teorema de Boucherot** tenemos que la potencia activa ($P_{(KW)}$) y potencia reactiva ($Q_{(Kvar)}$) totales, vienen dadas por la suma de las potencias activa y reactiva, respectivamente, de cada una de sus cargas, tal y como muestra la **Figura N°13**.

Figura N° 13
TEOREMA DE BOUCHEROT



Fuente: Elaboración Propia

$$P_{TOTAL} = \sum_{k=1}^n P_k$$

Fórmula N° 06
(Potencia activa total $P_{(KW)}$)

$$Q_{TOTAL} = \sum_{k=1}^n Q_k$$

Fórmula N° 07
(Potencia reactiva total $Q_{(KVAR)}$)

$$S_{TOTAL} = \sqrt{(P_{TOTAL})^2 + (Q_{TOTAL})^2} ; S_{TOTAL} \neq \sum_{k=1}^n S_k$$

Fórmula N° 08
(Potencia aparente total $S_{(KVA)}$)

a) REFERENCIAS PARA EL CÁLCULO DE MÁXIMA DEMANDA DEL CCM 440VAC:

Calculando la MD_{TOTAL} del CCM:

$$MD = P_{inst} \times F.D (w)$$

Fórmula N° 09
(Máxima demanda)

Donde:

- **MD:** Máxima demanda
- **P_{inst} :** Potencia instalada
- **F.D.:** Factor de demanda

Nota: F.D. = 0.95 (Se considera el siguiente factor por operación continúa)

b) CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE MÁXIMA DEMANDA DEL CCM 440VAC:

DESARROLLO DE CÁLCULOS MD

ITEM N°1:

$$MD_{ITEM1} = 90 \times 0.95 = 85.5Kw$$

ITEM N°2:

$$MD_{ITEM1} = 55 \times 0.95 = 52.25Kw$$

ITEM N°3, 4, 5:

$$MD_{ITEM1} = 45 \times 0.95 = 42.75Kw$$

ITEM N°6:

$$MD_{ITEM1} = 37.5 \times 0.95 = 35.625Kw$$

ITEM N°7:

$$MD_{ITEM1} = 11 \times 0.95 = 10.45Kw$$

ITEM N°8, 9, 10, 11, 12, 13, 14:

$$MD_{ITEM1} = 2.25 \times 0.95 = 2.14Kw$$

ITEM N°15, 16, 17, 18:

$$MD_{ITEM1} = 0.75 \times 0.95 = 0.71Kw$$

ITEM N°19, 20:

$$MD_{ITEM1} = 0.55 \times 0.95 = 0.52Kw$$

Tabla N° 13

CUADRO DE RESUMEN CÁLCULOS MD

MOTORES DE INDUCCIÓN ASINCRONOS TRIFÁSICOS CUADRO DE CARGAS CCM 440VAC , 3F+T, 60Hz					
ITEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (P)		F.D	M.D(KW)
N°		HP	KW		
1	WEG	125	90	0.95	85.5
2	BEIJING	75	55	0.95	52.25
3	DELCROSA	60	45	0.95	42.75
4	DELCROSA	60	45	0.95	42.75
5	WEG	60	45	0.95	42.75
6	SIEMENS	50	37.5	0.95	35.63
7	BEIJING	15	11	0.95	10.45
8	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
9	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
10	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
11	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
12	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
13	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
14	SIEMENS	3	2.25	0.95	2.14
15	SAFARI	1	0.75	0.95	0.71
16	SAFARI	1	0.75	0.95	0.71
17	SAFARI	1	0.75	0.95	0.71
18	SAFARI	1	0.75	0.95	0.71
19	BEIJING	0.8	0.55	0.95	0.52
20	BEIJING	0.8	0.55	0.95	0.52
M.D total (KW)					330.94

Fuente: Elaboración Propia

c) REFERENCIAS PARA EL CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE FUERZA DEL CCM 440VAC:

De la **Formula N°05** también se puede expresar de la siguiente manera para calcular la corriente nominal de las cargas del CCM.

$$I_{Nominal} = \frac{M. D_{TOTAL} (w)}{\sqrt{3}xVxcos\varphi_{TOTAL}}$$

Fórmula N° 10

(Intensidad para una línea trifásica CCM)

Donde:

- **M. D_{TOTAL}** : Máxima demanda total (Kwatts)
- **Cos φ_{TOTAL}** : Factor de potencia
- **V** : Tension (Volt)
- **I_n** = Corriente nominal

A continuación, se detallarán las fórmulas para el dimensionamiento para el cálculo de la corriente de diseño de protección por sobrecorriente (interruptor termomagnético), según Regla 160-600(1), 160-602(1), 160-604(1) y Anexo B Sección 160 Motores y Generadores del CNE-U 2006.

$$I_{diseño} = 2.5 x I_{Nominal}$$

Fórmula N° 11

(Corriente de Diseño protección sobrecarga)

Dicha fórmula nos ayudara a seleccionar el dispositivo de control operable manual o remoto en el punto de alimentación principal como también de derivación secundaria para los otros circuitos de arranque, para desconectar en forma segura y simultánea de ser el caso dispositivo principal o desconexión independiente de los circuitos a controlar de los

conductores alimentadores no puestos a tierra sea el caso de R, S, T a excepción de la tierra.

$$I_{Diseño} = 1.25 \times I_{Nominal}$$

Fórmula N° 12

(Corriente de diseño del contactor)

A continuación, se detallarán las fórmulas para el dimensionamiento y el cálculo de la corriente de diseño de protección por sobrecarga, según Regla 160-306(1), del CNE-U 2006.

$$I_{Diseño} = 1.25 \times I_{Nominal}$$

Fórmula N° 13

(Corriente de diseño protección sobrecarga)

Luego de seleccionar los dispositivos de sobrecarga que corresponden a la corriente del motor seleccionado estos siendo ajustables, deben ser ajustados, de modo que el disparo se produzca a no más de 125% de la corriente nominal a plena carga de un motor, siempre y cuando el motor esté funcionando con un factor de servicio de 1,15 o mayor según sea el motor existente ; o 115% de la corriente nominal a plena carga de un motor que no sea utilizado o marcado con un factor de servicio o también cuando la marca del factor de servicio sea inferior a 1,15.

Fórmula para el cálculo de la corriente de diseño del conductor, según Regla 160-106(1), del CNE-U 2006.

$$I_{Diseño} = 1.25 \times I_{Nominal}$$

Fórmula N° 14

(Corriente de Diseño Conductor)

d) REFERENCIAS PARA CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DE FUERZA DEL CCM 440VAC

(COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA):

Fórmula para el dimensionamiento de conductores para condensadores, según Regla 150-208 del CNE-U 2006.

$$I_{Diseño} = 1.25 \times I_{Nominal}$$

Fórmula N° 15

(Corriente de Diseño para seleccionar el Conductor para el condensador)

Fórmula para el dimensionamiento para medios de desconexión para alimentadores y circuitos derivados que alimentan a condensadores, según Regla 150-214 del CNE-U 2006.

$$I_{Diseño} = 1.35 \times I_{Nominal}$$

Fórmula N° 16

(Corriente de Diseño para Medios de desconexión Interruptores aplicación alimentar condensadores)

Fórmula para el dimensionamiento de contactores para alimentadores y circuitos derivados que alimentan contactores, según Regla 150-214 del CNE-U 2006.

$$I_{Diseño} = 1.35 \times I_{Nominal}$$

Fórmula N° 17

(Corriente de Diseño para contactores que alimentan condensadores)

**e) CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE EQUIPOS DEL CCM
440VAC (COMPENSACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA):**

Los equipos de fuerza como de control en especial los condensadores del tipo cilíndrico que se dimensionara será para armar baterías de condensadores, que permitan la corrección del factor de potencia.

Permitirán, según las posibilidades de armado, cubrir todas las clasificaciones de potencia que podría necesitar dicha industria según ingrese las cargas.

Datos técnicos a considerar:

- Frecuencia: 60Hz
- Tensión de la red: 440 V
- Tensión de control: 220 V
- Clasificación de temperatura: clase D (55 °C)
- Normas: CEI 60831 1, CNE-U 150-200, 150-012

Para comenzar el cálculo, se procederá a calcular la potencia reactiva total del CCM con los datos de la **Tabla N°12** (Memoria de datos de cargas), se procederá calculando el $\cos\theta_{TOTAL}$ debemos antes calcular $Q(kvar)$ de cada carga tomando como referencia la **Figura N°12** (Triángulo de potencias), del cual se obtiene la siguiente **Formula N° 18**.

$$\tan(\varphi) = \frac{Q(kvar)}{P(kw)}$$

Fórmula N° 18
(Tangente del Factor de potencia)

Despejando $Q(kvar)$ obtenemos:

$$Q(kvar) = \text{Tan}(\varphi) \times P(kw)$$

Fórmula N° 19
(Potencia Reactiva)

Con la formula despejada, calculamos su respectivo $Q(KVAr)$ para cada $P(Kw)$ de la Tabla N°12 (Memoria de datos de cargas).

CÁLCULO DE POTENCIAS REACTIVAS :

ITEM N°01

$$Q(kvar)_1 = \text{Tan} [\text{Cos}^{-1}(0.86)] \times 90Kw$$

$$(kvar)_1 = 53.40 Kvar$$

ITEM N°02

$$Q(kvar)_2 = \text{Tan} [\text{Cos}^{-1}(0.87)] \times 55Kw$$

$$(kvar)_2 = 31.17 Kvar$$

ITEM N°03, 04, 05

$$Q(kvar)_{3,4,5} = \text{Tan} [\text{Cos}^{-1}(0.87)] \times 45Kw$$

$$(kvar)_{3,4,5} = 25.50 Kvar$$

ITEM N°06

$$Q(kvar)_6 = \text{Tan} [\text{Cos}^{-1}(0.83)] \times 37.5Kw$$

$$(kvar)_6 = 25.20 Kvar$$

ITEM N°07

$$Q(kvar)_7 = \tan [\cos^{-1}(0.84)] \times 11.0Kw$$

$$(kvar)_7 = 7.10 Kvar$$

ITEM N°08, 09, 10, 11, 12, 13, 14

$$Q(kvar)_{8,9,10,11,12,13,14} = \tan [\cos^{-1}(0.87)] \times 2.25Kw$$

$$(kvar)_{8,9,10,11,12,13,14} = 1.27Kvar$$

ITEM N°15, 16, 17, 18

$$Q(kvar)_{15,16,17,18} = \tan [\cos^{-1}(0.71)] \times 0.75Kw$$

$$(kvar)_{15,16,17,18} = 0.74 Kvar$$

ITEM N°19, 20

$$Q(kvar)_{19,20} = \tan [\cos^{-1}(0.75)] \times 0.55Kw$$

$$(kvar)_{19,20} = 0.48 Kvar$$

Utilizando la **Fórmula N° 06** (Potencia activa total $P_{(KW)}$) calculamos P_{TOTAL} .

$$P_{TOTAL} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \dots + P_{20}$$

$$P_{TOTAL} = 90 + 55 + 45 + 45 + \dots + 0.55$$

$$P_{TOTAL} = 348.35KW \dots (i)$$

De la **Formula N° 07** (Potencia reactiva total $Q_{(KVAR)}$) calculamos Q_{TOTAL}

$$Q_{TOTAL} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + \dots + Q_{20}$$

$$Q_{TOTAL} = 53.4 + 31.17 + 25.50 + 25.50 + \dots + 0.48$$

$$Q_{TOTAL} = 206.18KVar \dots (ii)$$

Del **Teorema de Boucherot** tenemos la **Fórmula N°08** (Potencia aparente total $S_{(KVA)}$)

Reemplazamos en la fórmula los datos calculados (i) y (ii) :

$$S_{TOTAL} = \sqrt{(P_{TOTAL})^2 + (Q_{TOTAL})^2}$$

$$S_{TOTAL} = \sqrt{(348.35)^2 + (206.18)^2}$$

$$S_{TOTAL} = 404.779KVA (iii)$$

Con los siguientes cálculos ya podemos construir un cuadro de resumen de potencias:

Tabla N° 14

POTENCIA REACTIVA DEL CUADRO DE CARGAS

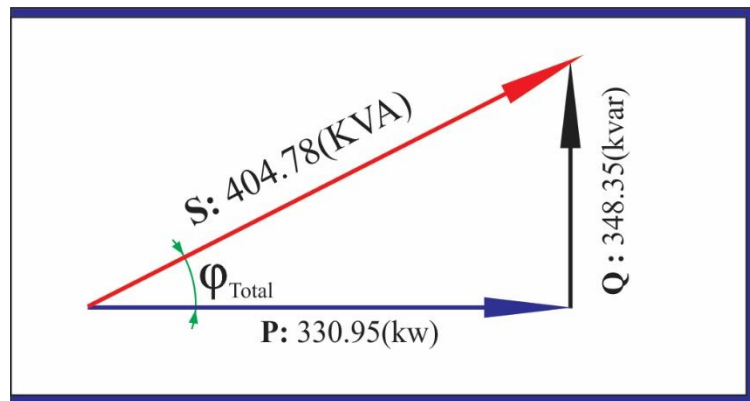
MOTORES DE INDUCCIÓN ASÍNCRONO TRIFASICO CUADRO DE CARGAS CCM 440VAC , 3F+T, 60Hz				
ITEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA INSTALADA (P)		POTENCIA REACTIVA (Q)
N°		HP	KW	
1	WEG	125	90	53.4
2	BEIJING	75	55	31.17
3	DELCROSA	60	45	25.50
4	DELCROSA	60	45	25.50
5	WEG	60	45	25.50
6	SIEMENS	50	37.5	25.20
7	BEIJING	15	11	7.10
8	SIEMENS	3	2.25	1.27
9	SIEMENS	3	2.25	1.27
10	SIEMENS	3	2.25	1.27
11	SIEMENS	3	2.25	1.27
12	SIEMENS	3	2.25	1.27
13	SIEMENS	3	2.25	1.27
14	SIEMENS	3	2.25	1.27
15	SAFARI	1	0.75	0.74
16	SAFARI	1	0.75	0.74
17	SAFARI	1	0.75	0.74
18	SAFARI	1	0.75	0.74
19	BEIJING	0.8	0.55	0.48
20	BEIJING	0.8	0.55	0.48
POTENCIA ACTIVA			330.94	Kw
POTENCIA REACTIVA			348.35	Kvar
POTENCIA APARENTE			404,78	KVA

Fuente: Elaboración propia

De la **Tabla N°14** (Potencia Reactiva del cuadro de cargas) se calcula $\cos\theta_{TOTAL}$:

Construimos con los datos calculados un triángulo de potencias similar al de la **Figura N°12** y calculamos el $\cos\theta_{TOTAL}$:

Figura N° 14
TRIÁNGULO DE POTENCIAS DEL CCM



Fuente: Elaboración Propia

De la **Figura N°14** graficada a partir de las potencias calculadas podemos también calcular el factor de potencia total del CCM ($\cos\varphi_{TOTAL}$).

$$\cos\varphi_{TOTAL} = \frac{P_{TOTAL}}{S_{TOTAL}}$$

Reemplazamos en la fórmula los datos calculados (i) y (iii) :

$$\cos\varphi_{TOTAL} = \frac{348.35}{404.78}$$

$$\cos\varphi_{TOTAL} = 0.8605 \approx 0.86$$

Por lo tanto, el $\cos\varphi$ para la Industria textil es 0.86 inductivo.

Tabla N° 15

RESUMEN DE DATOS TRIÁNGULO DE POTENCIAS

POTENCIA ACTIVA TOTAL	P_{TOTAL}	348.35 KW
POTENCIA REACTIVA TOTAL	Q_{TOTAL}	206.18 KVAR
POTENCIA APARENET TOTAL	S_{TOTAL}	404.78 KVA
FACTOR DE POTENCIA TOTAL	$\cos\theta_{TOTAL}$	0.86

Fuente: Elaboración propia

De lo calculado anteriormente.

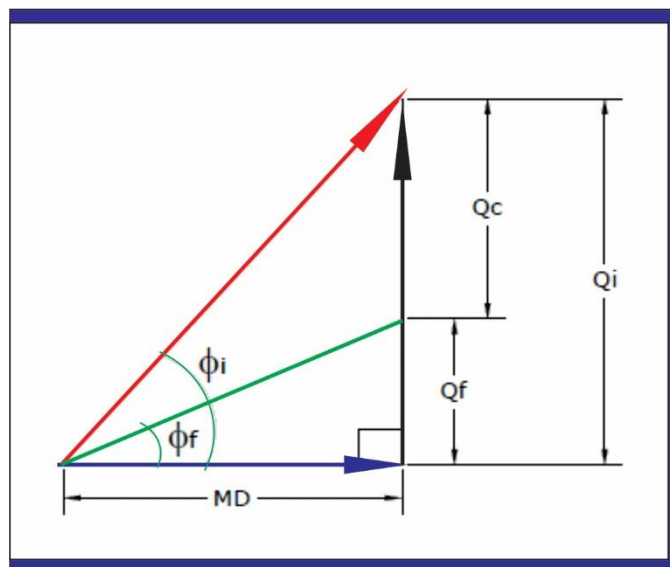
- $P_{TOTAL} = 348.35KW \dots (i)$
- $\cos\varphi_{INICIAL} = 0.86 \rightarrow \varphi_{INICIAL} = 30.68^\circ$

Definimos como $\cos\varphi_{FINAL}$ al valor aceptable

- $\cos\varphi_{FINAL} = 0.96 \rightarrow \varphi_{FINAL} = 16.2^\circ$

Figura N° 15

COMPENSACIÓN ENERGIA REACTIVA



Fuente: Elaboración Propia

$$Q_c = P(Kw) \times [Tg(\varphi_i) - Tg(\varphi_f)]$$

Formula N° 20

(Potencia Suministrada por el Banco de Condensadores)

De la **Figura N°15** (Compensación de Energía Reactiva) se tiene lo siguiente:

$$Q_c = Q_i - Q_f$$

Formula N° 21

(Potencia Suministrada por el Banco de Condensadores)

Donde:

- $\cos\varphi_{INICIAL}$ = Factor de Potencia Inicial
- $\cos\varphi_{FINAL}$ = Factor de Potencia Final
- MD = Máxima Demanda
- Q_c = Potencia Suministrada por el Banco de Condesadores

Entonces:

- $Q_i = P(Kw) \times \tan(\varphi_{INICIAL}) \dots \dots \dots (1)$

$$Q_i = 348.35 \times \tan(30.68^\circ)$$

$$Q_i = 206.67Kvar$$

- $Q_f = P(Kw) \times \tan(\varphi_{FINAL}) \dots \dots \dots (2)$

$$Q_f = 348.35 \times \tan(16.20^\circ)$$

$$Q_f = 101.21Kvar$$

Reemplazando los valores calculados en (1) y (2) en **Fórmula N° 21**

(Potencia Suministrada por el Banco de Condensadores)

$$Q_c = 206.67Kvar - 101.21Kvar$$

$$Q_c = 105.50 Kvar$$

Obtenemos un banco de 105 Kvar con una distribución de 7 Pasos + 1 espacio de reserva

Disposición 1-1-1-1-1-1-1

Disposición (15Kvar–15Kvar–15Kvar–15Kvar–15Kvar–15Kvar–15Kvar-)

De las referencias mencionadas en el punto 2.3.4.3 para cálculo y dimensionamiento de equipos de fuerza del CCM 440vac (compensación de energía reactiva).

REGULADOR DE POTENCIA REACTIVA

El controlador medirá de manera constante la potencia reactiva del CCM integrado el cual controlará la conexión y desconexión de los niveles de condensadores para obtener el factor de potencia requerido. Dicho equipo mencionado será de colocado en el panel frontal del CCM (Puerta del CCM).

De la **Fórmula N°10** – Intensidad de corriente para el Interruptor Termomagnético del Tablero de Banco de Condensadores.

CÁLCULO EQUIPOS DEL BANCO DE CONDENSADORES DEL CCM
440VAC :

Cálculo [i].- Interruptor principal del banco de condensadores.

$$I_{Nominal} = \frac{(105 + 15)Kvar}{\sqrt{3} \times 0.44V}$$

$$I_{Nominal} = 157.46 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 1.35 \times I_{Nominal}$$

$$I_{Diseño} = 1.35 \times 157.46 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 212.57 \text{ Amp}$$

$$I_{Int.} = 225 \text{ Amp (Regulable)}$$

De la **Tabla N°4** (Capacidad de corriente de barras de Cu.) se considera
una Barra de Cu Rectangular de 20x5MM (Ancho x Espesor)

Cálculo [ii].- Interruptor de los Pasos de 15Kvar

$$I_{Nominal} = \frac{15 \text{ Kvar}}{\sqrt{3} \times 0.44V}$$

$$I_{Nominal} = 19.68 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 1.35 \times I_{Nominal}$$

$$I_{Diseño} = 1.35 \times 19.68 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 26.57 \text{ Amp}$$

$$I_{Int.} = 30 \text{ Amp (Int. Fijo)}$$

De la **Tabla N°4** (Capacidad de corriente de barras de Cu.) se considera una Barra de Cu Rectangular de 15x3MM (Ancho x Espesor)

Cálculo [iii].- Contactor de los Pasos de 15Kvar

$$I_{Diseño} = 1.35 \times I_{Nominal}$$

$$I_{Diseño} = 1.35 \times 19.68 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 26.57 \text{ Amp}$$

$$I_{KM} = 30 \text{ Amp}$$

Cálculo [iv].- Conductor Pasos de 15Kvar

$$I_{Diseño} = 1.35 \times I_{Nominal}$$

$$I_{Diseño} = 1.35 \times 19.68 \text{ Amp}$$

$$I_{Diseño} = 26.57 \text{ Amp}$$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de corriente cables de sección mm²) se selecciona el más próximo el cual sería el de 6mm².

CÁLCULO EQUIPOS DE FUERZA DE LOS MOTORES:

Consideraciones para el cálculo de los motores de inducción asíncronos trifásicos de la **Tabla N°12** (Memoria de datos de cargas) del cuadro de cargas CCM 440VAC, 3F+T, 60Hz.

Para los siguientes sistemas de arranque del CCM se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones para el cálculo de acuerdo a Norma IEC 947 aplicable a funciones de una salida a motor, aplicando también los conceptos de coordinación de protecciones para los elementos eléctricos instalados en una salida a motor tales como equipos de protección, maniobra y cables.

Según la Norma IEC 947-4 es necesario mantener la coordinación de las protecciones contra corto circuito con un contactor y un dispositivo de protección contra sobrecargas. Los tipos según el grado de deterioro aceptable para los aparatos después de un cortocircuito.

Coordinación Tipo 1.-

- Establece que bajo una condición de cortocircuito no se deben generar daños a las personas ni a la instalación.
- Son aceptados daños en el contactor y el relé de sobrecarga; ningún otro componente aparte de los mencionados puede dañarse.

- La protección contra corto circuito debe ser reseteado antes de poner en servicio o en caso de protección con fusible, todo ellos deberán ser reemplazados o calibrados en el caso del relé.

Coordinación Tipo 2.-

- Establece que bajo una condición de cortocircuito no se deben generar daños a las personas ni a la instalación.
- Debe volver a funcionar después del defecto, no admitiéndose daño ni desajuste de los mismos, admitiéndose un leve riesgo de soldadura de los contactos.
- Mantenimiento reducido y rápida puesta en servicio.

Coordinación Total.-

- Establece que bajo una condición de cortocircuito no se deben generar daños a las personas ni a la instalación.
- Debe volver a funcionar después del defecto, no admitiéndose daño ni desajuste de los mismos, no se admite daños en los contactos brindando continuidad de servicio.

De la Fórmula N° 05 (Intensidad para una línea trifásica) consideramos para los siguientes cálculos de los motores el rendimiento del cual la transforma en energía mecánica disponible en el eje siendo la relación entre ambas (P_u) Potencia mecánica disponible en el eje y (P_a) Potencia mecánica que el motor saca de la red.

$$n\% = \frac{P_u(\text{Potencia } + \text{ Útil (Watts)})}{P_a(\text{Potencia Absorvida (Watts)})}$$

$$n\% = \frac{P(\text{Kw})}{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos(\varphi)}$$

Despejando Intensidad de Corriente en Amperes

$$I = \frac{P(\text{Kw})}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

Fórmula N° 22

(Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico)

Cálculo [v].- ITEM N°1, Motor Trifásico 125HP, 90Kw, 4 Polos, 1780 RPM, EF=95.4, FP=0.86, F.S.=1.15, 60Hz.

Se considera Arranque con Soft-Starter coordinación total.

- Por permitir un Arranque suave tanto eléctricamente como mecánicamente
- Reduce la corriente de arranque del motor
- Minimiza el golpe de ariete
- Economía de energía

De la **Fórmula N° 22** *(Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico)*

$$I = \frac{P(\text{Kw})}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{90 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.954 \times 0.86}$$

$$I_n = 143.94 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.5 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.5 \times 143.94 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 359.85 \text{ A}$$

$$ITM_{ITEM\ 1} = 3 \times 350 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times 143.94 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 179.93 \text{ A}$$

$$KM_{ITEM\ 1} = 3 \times 250 \text{ Amp}$$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm²) seleccionamos el Conductor de 70mm² con una capacidad de corriente de 184 Amp a 30°C T_{Amb}.

Para la selección del Arrancador Soft-Starter nos dirigimos al Manual AuCom MOTOR CONTROL SPECIALISTS que se puede encontrar en la siguiente dirección web: <http://www.aucom.com/resources/manuals> , sección manual de productos modelo EMX4i seleccionamos la opción (Manual de usuario EMX4i – ES).

Seleccionamos el Arrancador con los siguientes datos:

- Aplicación: Arranque Pesado
- Tensión: 440VAC
- Potencia: 125HP

Por lo tanto, con los cálculos y los datos seleccionados según la aplicación seleccionamos el Soft-Starter EMX4i-0250B y contrastando con las sugerencias del manual para una estación típica.

$$ITM_{ITEM\ 1} = 3 \times 350Amp$$

Cálculo [vi].- ITEM N°2, Motor Trifásico 75HP, 55Kw, 4 Polos, 1780

RPM, EF=93, FP=0.87, F.S.=1.15, 60Hz.

Se considera arranque con Soft-Starter

De la **Fórmula N° 22** (*Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico*)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{55 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.93 \times 0.87}$$

$$I_n = 89.20 Amp$$

$$I_{Diseño} = 2.5 \times I_n$$

$$I_{Diseño} = 2.5 \times 89.20 A$$

$$I_{Diseño} = 223A$$

$$ITM_{ITEM 2} = 3 \times 250Amp$$

$$I_{Diseño} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{Diseño} = 1.25 \times 89.20 A$$

$$I_{Diseño} = 111.50 A$$

$$KM_{ITEM 2} = 3 \times 120Amp$$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm²) seleccionamos el Conductor de 50mm² con una capacidad de corriente de 118 Amp a 30°C T_{Amb.}

Para la selección del arrancador Soft-Starter nos dirigimos al manual AuCom MOTOR CONTROL SPECIALISTS que se puede encontrar en la siguiente dirección web: <http://www.aucom.com/resources/manuals> , sección manual de productos modelo EMX4i seleccionamos la opción (Manual de usuario EMX4i – ES).

Seleccionamos el arrancador con los siguientes datos:

- Aplicación: Arranque Pesado
- Tensión: 440VAC
- Potencia: 75HP

Por lo tanto, con los cálculos y los datos seleccionados según la aplicación seleccionamos el Soft-Starter EMX4i-0200B y contrastando con las sugerencias del manual para una estación típica.

$$ITM_{ITEM 2} = 3 \times 250Amp$$

Cálculo [vii].- ITEM N°3, 4 y 5, Motor Trifásico 60HP, 45Kw, 4 Polos, 1775 RPM, EF=93.8, FP=0.87, F.S.=1.15, 60Hz.

Se considera arranque con Soft-Starter

De la **Fórmula N° 22** (Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{45 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.938 \times 0.87}$$

$$I_n = 72.36 Amp$$

$$I_{Diseño} = 2.5 \times I_n$$

$$I_{Diseño} = 2.5 \times 72.36 A$$

$$I_{Diseño} = 180.9A$$

$$ITM_{ITEM 3,4,5} = 3 \times 200Amp$$

$$I_{Diseño} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{Diseño} = 1.25 \times 72.36 A$$

$$I_{Diseño} = 90.45 A$$

$$KM_{ITEM\ 3,4,5} = 3 \times 105Amp$$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm²) seleccionamos el Conductor de 35mm² con una capacidad de corriente de 99 Amp a 30°C T_{Amb}.

Para la selección del arrancador Soft-Starter nos dirigimos al manual AuCom MOTOR CONTROL SPECIALISTS que se puede encontrar en la siguiente dirección web: <http://www.aucom.com/resources/manuals> , sección manual de productos modelo EMX4i seleccionamos la opción (Manual de usuario EMX4i – ES).

Seleccionamos el Arrancador con los Siguietes datos:

- Aplicación: Arranque Pesado
- Tensión: 440VAC
- Potencia: 60HP

Por lo tanto, con los cálculos y los datos seleccionados según la aplicación seleccionamos el Soft-Starter EMX4i-0184B y contrastando con las sugerencias del manual para una estación típica.

$$ITM_{ITEM\ 3,4,5} = 3 \times 200Amp$$

Cálculo [viii].- ITEM N°6, Motor Trifásico 50HP, 37.5Kw, 4 Polos, 1750 RPM, EF=92.4, FP=0.83, F.S.=1.15, 60Hz.

Se considera arranque con Soft-Starter

De la **Fórmula N° 22** (Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{37.5 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.924 \times 0.83}$$

$$I_n = 64.16 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.5 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.5 \times 64.16 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 160.4 \text{ A}$$

$$ITM_{\text{ITEM 6}} = 3 \times 160 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times 64.16 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 80.20 \text{ A}$$

$$KM_{\text{ITEM 6}} = 3 \times 80 \text{ Amp}$$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm²) seleccionamos el Conductor de 25 mm² con una capacidad de corriente de 81 Amp a 30°C T_{Amb}.

Para la selección del arrancador Soft-Starter nos dirigimos al manual AuCom MOTOR CONTROL SPECIALISTS que se puede encontrar en la siguiente dirección web: <http://www.aucom.com/resources/manuals> , sección manual de productos modelo EMX4i seleccionamos la opción (Manual de usuario EMX4i – ES).

Seleccionamos el Arrancador con los Siguietes datos:

- Aplicación: Arranque Pesado
- Tensión: 440VAC
- Potencia: 50HP

Por lo tanto, con los cálculos y los datos seleccionados según la aplicación seleccionamos el Soft-Starter EMX4i-0135B y contrastando con las sugerencias del manual para una estación típica.

$$ITM_{ITEM\ 6} = 3 \times 160Amp$$

Cálculo [ix].- ITEM N°7, Motor Trifásico 15HP, 11Kw, 2 Polos, 3520 RPM, EF=88.4, FP=0.84, F.S.=1.15, 60Hz.

Para el siguiente arranque se considerará un arranque a tensión reducida Estrella-Triangulo que comparado a un Arranque con Soft-Starter es más

económico y el cual es apropiado por tener en su aplicación un par de arranque débil o en ocasiones un arranque en vacío.

De la **Fórmula N° 22** (*Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico*)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{11 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.884 \times 0.84}$$

$$I_n = 19.44 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2 \times 19.44 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 38.88 \text{ A}$$

$$ITM_{\text{ITEM } 7} = 3 \times 32 \text{ Amp}$$

Para el arranque estrella – triángulo se utilizarán 3 contactores iguales (KM1, KM2, KM3), en principio consiste en arrancar el motor acoplando los devanados en estrella con el contactor KM1, lo que equivale a dividir la tensión nominal del motor en estrella por $\sqrt{3}$, dando como resultado un pico de corriente de 1,5 a 2,6 I_n , en el momento que los devanados se acoplan en triángulo el motor comienza a rendir según sus características

naturales luego de pasar por la transición del acoplamiento en estrella al acoplamiento en triángulo evitando así un cortocircuito entre fases al encontrarse ambos cerrados al mismo tiempo.

$$KM1_{diseño} = 0.64 \times I_n$$

$$KM1_{diseño} = 0.64 \times 24.3$$

$$KM1_{diseño} = 15.55$$

$$KM1_{ITEM\ 7} = 3 \times 18 \text{Amp}$$

Por lo tanto $KM1 = KM2 = KM3 = 3 \times 18 \text{Amp}$

$$F1_{diseño} = 0.58 \times I_n$$

$$F1_{diseño} = 0.58 \times 15.55$$

$$F1_{diseño} = 13.22 \text{ Amp}$$

$$F1 = 3 \times 15 \text{A} (12 - 18)$$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm²) seleccionamos el Conductor de 4 mm² con una capacidad de corriente de 26 Amp a 30°C T_{Amb}.

Cálculo [x].- ITEM N°8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 Motor Trifásico 3HP, 2.25Kw, 2 Polos, 3480 RPM, EF=81.5, FP=0.87, F.S.=1.15, 60Hz.

Dado que la potencia del motor es pequeña menor a 5kW sugerido para evitar perturbaciones en la red se considera un arranque directo, sabiendo que dichos motores no requieren de un aumento progresivo de velocidad, por lo contrario dichos motores disponen de un dispositivo mecánico reductor que le impide un arranque brusco.

De la **Fórmula N° 22** (Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{2.25 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.815 \times 0.87}$$

$$I_n = 4.16 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.5 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.5 \times 4.16 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 10.40 \text{ A}$$

$$ITM_{\text{ITEM 8}} = 3 \times 10 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times 4.16 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 5.2 \text{ Amp}$$

Por lo tanto $ITM_{ITEM\ 8}$ al $ITM_{ITEM\ 14}$ les corresponde un $ITM = 3x10\ Amp$; así mismo los contactores correspondientes para cada uno son $KM1 = 3x9\ Amp$

$$F1 = 1.25xI_n$$

$$F1 = 1.25x4.16\ A$$

$$F1 = 5.20\ Amp$$

Por lo tanto $F1_8$ al $F1_{14}$ les corresponde un $F1 = 5.5Amp$ de Rango (4.0 – 6.0).

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm^2) seleccionamos el Conductor de $2.5\ mm^2$ con una capacidad de corriente de $21\ Amp$ a $30^\circ C\ T_{Amb}$.

Cálculo [xi].- ITEM N°15, 16, 17, 18 Motor Trifásico 1HP, 0.75Kw, 6 Polos, 1200 RPM, EF=74.0, FP=0.71, F.S.=1, 60Hz.

Se considera arranque directo con equipos de fuerza como el guardamotor y contactor.

De la **Fórmula N° 22** (Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{0.75 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.74 \times 0.71}$$

$$I_n = 1.87 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times 1.87 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 2.34 \text{ Amp}$$

Se selecciona el guardamotor correspondiente según catálogo.

$$GM_{\text{ITEM } 15} = 3 \times 2.5 \text{ Amp}, \text{ Rango } (2.0 - 4.0)$$

Por lo tanto $GM_{\text{ITEM } 15}$ al $GM_{\text{ITEM } 18}$ les corresponde un $GM = 3 \times 2.5 \text{ Amp}$;
así mismo los contactores correspondientes para cada uno son $KM1 = 3 \times 9 \text{ Amp}$

De la **Tabla N°6** (Capacidad de Corriente Cables de sección mm^2) seleccionamos el Conductor de 2.5 mm^2 con una capacidad de corriente de 21 Amp a $30^\circ\text{C } T_{\text{Amb}}$.

Cálculo [xii].- ITEM N°19, 20 Motor Trifásico 0.8HP, 0.55Kw, 4 Polos, 1700 RPM, EF=71.0, FP=0.75, F.S.=1, 60Hz.

Se considera arranque directo con equipos de fuerza como el guardamotor y contactor.

De la **Fórmula N° 22** (*Intensidad de Corriente Nominal para Motor Trifásico*)

$$I = \frac{P(Kw)}{\sqrt{3} \times V \times n\% \times \cos(\varphi)}$$

$$I_n = \frac{0.55 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.71 \times 0.75}$$

$$I_n = 1.36 \text{ Amp}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times I_n$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.25 \times 1.36 \text{ A}$$

$$I_{\text{Diseño}} = 1.70 \text{ Amp}$$

Se selecciona un interruptor de fuerza comercial

$$GM_{\text{ITEM } 19} = 3 \times 1.70 \text{ Amp}, \text{ Rango } (1.6 - 2.5)$$

Por lo tanto $GM_{\text{ITEM } 19}$, $GM_{\text{ITEM } 20}$ les corresponde un $GM = 3 \times 1.6 \text{ Amp}$;
así mismo los contactores correspondientes para cada uno son $KM1 = 3 \times 9 \text{ Amp}$

Cálculo [xiii].- Interruptor Principal del CCM

Calculamos el Int. Principal para el CCM con el apoyo del Anexo B, Sección 160 del CNE-U-2006 (Intensidad para una línea trifásica CCM).

Tomamos los datos de los cálculos[v] al [xii] realizados con las referencias del Anexo B, Sección 160.

$$ITM_{diseño} = 359.85 + 89.20 + 72.36x3 + 64.16 + 19.44 + 4.16x7 + 1.87x4 + 1.36x2$$

$$ITM_{diseño} = 789.05A$$

Nota: Se considera un factor de ampliación por futuros incrementos de circuitos de Arranque de 15%.

$$ITM_{diseño} = 907.41A$$

$$ITM_{CCM} = 1000A(Regulable)$$

Con la regla 160-204 y el Anexo B de la Sección 160 del CNE-U-2006 se calculó y se dimensionara el Interruptor Principal del CCM al cual a la corriente nominal se le agrego un 15% adicional de lo calculado por crecimiento proyectado de carga.

f) **RESUMEN DE CÁLCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DEL CCM 440VAC:**

Tabla N° 16 RESUMEN DE DATOS CALCULADOS SISTEMAS DE ARRANQUE

ITM GENERAL : 3X1000Amp , Barra Cu 1000 Amp											
CUADRO DE RESUMEN DE DATOS CALCULADOS ARRANQUE SOFT STARTER											
ÍTEM N°	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS ELÉCTRICOS					DATOS CALCULADOS				
		POT. ÚTIL		V	EF	FP	I _{nom}	I _{dis}	ITM	KM	Soft Starter
HP	KW										
1	WEG	125	90	440	95.4	0.86	143.94	359.85	3x350A	3x250A	EMX4i 0250B
2	BEIJING	75	55	440	93	0.87	89.20	223.00	3x250A	3x120A	EMX4i 0200B
3	DELCROSA	60	45	440	93.8	0.87	72.36	180.90	3x200A	3x120A	EMX4i 0184B
4	DELCROSA	60	45	440	93.8	0.87	72.36	180.90	3x200A	3x120A	EMX4i 0184B
5	WEG	60	45	440	95	0.87	72.36	180.90	3x200A	3x120A	EMX4i 0184B
6	SIEMENS	50	37.5	440	92.4	0.83	64.16	160.40	3X160A	3X105A	EMX4i 0135B
CUADRO DE RESUMEN DE DATOS CALCULADOS ARRANQUE ESTRELLA-TRIANGULO											
ÍTEM N°	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS ELÉCTRICOS					DATOS CALCULADOS				
		POT. ÚTIL		V	EF	FP	I _{nom}	I _{dis}	ITM	KM	F
HP	KW										
7	BEIJING	15	11	440	88.4	0.84	19.44	38.88	3X32A	3X18A	18A (12-18)
CUADRO DE RESUMEN DE DATOS CALCULADOS ARRANQUE DIRECTOS (ITM+KM + F)											
ITEM N°	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS ELÉCTRICOS					DATOS CALCULADOS				
		POT. ÚTIL		V	EF	FP	I _{nom}	I _{dis}	ITM	KM	F
HP	KW										
8	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
9	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
10	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
11	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
12	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
13	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
14	SIEMENS	3	2.25	440	81.5	0.87	4.16	10.40	3X10A	3X9A	6.0 (4.0 - 6.0)
CUADRO DE RESUMEN DE DATOS CALCULADOS ARRANQUE DIRECTOS (GM + KM)											
ITEM N°	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS ELÉCTRICOS					DATOS CALCULADOS				
		POT. ÚTIL		V	EF	FP	I _{nom}	I _{dis}	GM	KM	
HP	KW										
15	SAFARI	1	0.75	440	0.74	0.71	1.87	2.34	4(2.5-4)	3X9A	
16	SAFARI	1	0.75	440	0.74	0.71	1.87	2.34	4(2.5-4)	3X9A	
17	SAFARI	1	0.75	440	0.74	0.71	1.87	2.34	4(2.5-4)	3X9A	
18	SAFARI	1	0.75	440	0.74	0.71	1.87	2.34	4(2.5-4)	3X9A	
19	BEIJING	0.8	0.55	440	71	0.75	1.36	1.70	2.5(1.6-2.5)	3X9A	
20	BEIJING	0.8	0.55	440	71	0.75	1.36	1.70	2.5(1.6-2.5)	3X9A	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17
RESUMEN DE DATOS CALCULADOS BANCO DE CONDENSADORES

BANCO DE CONDENSADORES LOCALIZADO CCM1 440VAC , 3F+T , 60Hz									
		PARÁMETROS ELÉCTRICOS							
		P_{inst}	FP_i	FP_f	φ_i	φ_f	Q_T	Q_C	
ITEM	DESCRIP. GENERAL	348.35	0.86	0.96	30.68	16.26°	206.18	105.50	
		PKVAR TOTAL		I_{nom}	I_{dis}	ITM	BARRAS Cu	AISLADOR	
21	105KVAR + 15KVAR (Reserva)			157.46	212.57	225	20x5mm	API30	
		N° DE PASOS	PASOS KVAR	I_{nom}	I_{dis}	ITM	KM	BARRA Cu	CABLE
21	7	15		19.68	26.57	3x30	3x32	3x15mm	10 mm ²

Fuente: Elaboración propia

g) DETERMINACION DEL ARCO ELÉCTRICO

Los resultados de analizar el arco eléctrico se utilizan para identificar la energía incidente y frontera de relámpago de arco a distancia de trabajo asignadas.

ARCO ELÉCTRICO

Al suceder un evento de arco eléctrico se genera un relámpago (Arc flash), los cuales liberan una gran cantidad de energía térmica sobre una superficie a cierta distancia de la fuente.

La unidad de medida de la energía incidente es calorías por centímetro cuadrado (cal/cm²).

Las cal/cm² es el valor utilizado para medir el nivel de riesgo y seleccionar la protección necesaria por parte del EPP.

El estándar NFPA-70E define 4 categorías de protección de EPP resistente al arco en cal/cm², la cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 18
CATEGORIAS DE PROTECCION DE EPP

Categoría	Nivel de protección Cal/cm ²
1	4
2	8
3	25
4	40

Fuente: Elaboración propia

ENERGÍA INCIDENTE BASADO EN EL MÉTODO IEEE 1584

Para tensiones < 1 kV se utiliza la siguiente fórmula y requiere calcular primero la corriente de arco la:

$$lgI_a = K + 0.662lgI_{bf} + 0.0966V + 0.000526G + 0.5588V(lgI_{bf}) - 0.00304G(lgI_{bf})$$

Fórmula N° 23 (Corriente de arco, Referencia IEEE-1584)

Donde:

$$lg = \log_{10}$$

I_a = corriente de arco en kA

$K = -0.153$ para arcos al aire libre; -0.097 para arcos en caja

I_{bf} = posible corriente de corto circuito trifásico sólido (rms simétrica)(kA)

V = tensión del sistema en kV

G = espacio entre conductores (mm)(Consultar la Tabla N°19)

Tabla N° 19
FACTORES PARA EQUIPOS Y CLASES DE TENSION SEGÚN NFPA 70E

Tensión del sistema (kV)	Tipo de equipo	Separación típica de conductores (mm)	Factor distancia X
0.208 - 1	Abierto	10 - 40	2.000
	Tablero de potencia	32	1.473
	CCM y Tableros	25	1.641
	Cables	13	2.000
>1 - 5	Abierto	102	2.000
	Tablero de potencia	13 - 102	0.973
	Cables	13	2.000
>5 - 15	Abierto	13 - 153	2.000
	Tablero de potencia	153	0.973
	Cables	13	2.000

Fuente: Elaboración propia

Se procede a calcular la energía incidente normalizada:

$$\lg E_n = K_1 + K_2 + (1.081 \lg I_a) + (0.0011G)$$

Fórmula N° 24 (Cálculo de energía incidente normalizada, Referencia IEEE-1584)

Donde:

E_n = energía incidente $\left(\frac{j}{cm^2}\right)$ normalizada para tiempo y espacio

K_1 = -0.792 para arcos al aire libre; -0.555 para arcos en una caja

K_2 = 0 para sistemas no puestos a tierra

= -0.113 para sistemas puestos a tierra

G = la separación del conductor (mm)(Consultar la Tabla N°19)

Luego se procede a calcular la energía incidente real:

$$E = 4.184C_f E_n \left(\frac{t}{0.2} \right) \frac{610^x}{D^x}$$

Fórmula N° 25 (Cálculo de energía incidente real, Referencia IEEE-1584)

C_f = factor de calculo

= 1 para tensiones superiores a 1 kV

= 1.5 para tensiones iguales o menores que 1 kV

E = energia incidente en $\frac{J}{cm^2}$

X = factor distancia (Consultar la Tabla N°19)

D = distancia (mm) del arco a la persona (Consultar la Tabla N°20)

Tabla N° 2020
DISTANCIAS TÍPICAS DE TRABAJO SEGÚN NFPA 70E

Clases de Equipos	Distancias Típicas de Trabajo (mm)
Tablero de distribución 15 kV	910
Tablero de distribución 5 kV	910
Tablero de distribución de bajo voltaje	610
CCM y paneles de bajo voltaje	455
Cable	455
Otro	A determinarse en campo

Fuente: Elaboración propia

Nota .- Las distancias típicas de trabajo son la suma entre el trabajador, el frente del equipo y la distancia desde el frente del equipo a la potencial fuente de arco dentro del equipo.

Para los cálculos de la energía incidente se tienen las siguientes consideraciones y datos de entrada:

- Definir la zona específica de la instalación donde se requiere conocer el nivel de riesgo y los EPP necesarios.

- Conocer la corriente de cortocircuito trifásico franco, en las barras principales: $I_{bf} = 85(KA)$
- Conocer el tiempo total de actuación del equipo de maniobra:
 $t(s) = 0.1$
- Conocer la tensión fase-fase del sistema: $440 (V)$ y factor $Cf = 1.5$
- Conocer si el posible arco es al aire libre o en tablero:
Constante $K = -0.097$ y $K1 = -0.555$
Conocer si el sistema es sin puesta a tierra o con puesta a tierra:
Constante $K2 = -0.113$
- Conocer el espacio entre conductores:
 $G = 25(mm)$ y factor $X = 1.641$
- Definir distancia de trabajo del arco a la persona: $D = 455(mm)$

De la **Fórmula N° 23** (Corriente de arco, Referencia IEEE-1584)

$$\lg I_a = -0.097 + 0.662 \lg(85) + 0.0966(0.44) + 0.000526(25) + 0.5588(0.44)(\lg 85) - 0.00304(25)(\lg 85)$$

$$\lg I_a = 1.56$$

$$I_a = 36.31 KA$$

De la **Fórmula N° 24** (Cálculo de energía incidente normalizada, Referencia IEEE-1584)

$$\lg E_n = -0.555 - 0.113 + (1.081 \lg(36.31)) + (0.0011(25))$$

$$\lg E_n = 1.05$$

$$E_n = 11.22 \text{ Cal/cm}^2$$

De la **Fórmula N° 25** (Cálculo de energía incidente real, Referencia IEEE-1584)

$$E = 4.184(1.5)(11.22) \left(\frac{0.1}{0.2}\right) \frac{610^{1.641}}{455^{1.641}}$$

$$E = 56.96 \frac{J}{cm^2} = 13.67 \frac{cal}{cm^2}$$

De la **Tabla N° 18** nos ubicamos en la categoría 2 para la gaveta del Int. Principal correspondiente al CCM.

	Energía Incidente IEEE 1584	Distancia de trabajo	Categoría de EPP contra relámpago de Arco
CCM (0.44KV)	$13.67 \frac{cal}{cm^2}$	0.45 m	2

2.3.5 Actividades para la valorización del CCM

Entre las principales acciones o actividades para la valorización se tiene lo siguiente:

- a) **Recepcionar la necesidad del cliente.-** Dicha información que brinda el cliente, deberá ser lo más claro posible a la exigencia de la empresa.

Opcionalmente y a medida del análisis de la información recepcionada se sugerirá una visita técnica con el personal encargado del proyecto para presentar y exponer la necesidad de lo solicitado, en lo posible el comercial técnico de la empresa

integradora sugiere alternativas como posible solución a la necesidad del cliente.

- b) **Análisis de la necesidad del cliente.-** De las consultas e información validada se procede a la valorización.
- c) **Selección Equipamiento Eléctrico.-** Para esta actividad se procede a desarrollar los cálculos necesarios para la selección de equipamiento y determinar las marcas de los equipos y componentes.
- d) **Dimensionamiento del envolvente metálico.-** Se realizará un prediseño mecánico con el apoyo de la selección de equipos que se realizó, el cual detalla la disposición óptima.

Para realizar esta disposición de los equipos dimensionados se revisará las fichas técnicas especialmente dirigiéndonos a la parte física del equipo, teniendo en cuenta las distancias entre ellos; por lo general lo podemos encontrar en su portal web los bloques mecánicos editables en formato CAD (dwg) o en los catálogos los cuales lo podemos importar al Cad y escalarlo.

- e) **Valorización del servicio de integración y materiales consumibles.-** Apoyándonos del prediseño mecánico dimensionado se realiza el metrado correspondiente de los

equipos, materiales consumibles como también el costo del servicio de integración, planos de ingeniería y puesta en servicio.

2.3.6 Actividades para el proceso constructivo

Para las actividades del proceso constructivo tenemos como objetivo describir procedimientos destinados a la realización de las tareas vinculadas a la fabricación planteando etapas para la planificación y gestión de los recursos necesarios para la coordinación de la integración como también el equipo de trabajo aplicable a los tableros eléctricos específicamente CCM, siendo fabricación nacional, modular de cubículos fijos, agrupando un conjunto de unidades modulares de control de motores.

No solo albergando con unidades compactas de arranque electromecánicos de motores, sino también integrando las nuevas tecnologías de control y automatización industrial como los variadores de velocidad, arrancadores de estado sólido, analizadores de redes, PLC y etc.

a) DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

- **PRE ETAPA.-** Recepción y verificación de documentación.
- **ETAPA 1.-** Delegar responsabilidades a los colaboradores.
- **ETAPA 2.-** Revisión del diseño (diagrama mecánico y eléctrico).
- **ETAPA 3.-** Fabricación (estructura metálica).

A continuación, se describirá las actividades realizadas para cada etapa dentro del proceso constructivo de tableros eléctricos específicamente CCM luego de negociar y obtener la aceptación de la valorización de lo requerido con las perspectivas de satisfacer todas las necesidades actuales de la industria.

Tabla N° 21

PRE ETAPA (RECEPCIÓN Y VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN)

PRE ETAPA.- RECEPCIÓN Y VERIFICACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

1. Recepcionar documentación del área comercial la necesaria para iniciar el diseño:
 - 1.1. Orden de compra, comprobante de pago o similar.
 - 1.2. Cotización aceptada por el cliente.
 - 1.3. Prediseño del dimensionamiento aceptado.
 - 1.4. Especificaciones técnicas de equipos.
 - 1.5. Anexos (Información y criterios adicionales).

2. Proporciona la información anterior y las pautas necesarias al área de ingeniería con la finalidad de determinar dimensiones para la elaboración del diagrama mecánico y eléctrico, etc.
 - 2.1. Revisar documentación del área comercial:
 - Confirma si se tiene toda la información necesaria, precisa para el diseño.
 - En caso contrario coordinar con el ejecutivo comercial encargado y solicitar información adicional complementaria.
 - De encontrar alguna ambigüedad o contradicción en algún documento decepcionado comunicar al ejecutivo comercial para realizar la corrección necesaria o coordinar en conjunto una solución alternativa a la observación.

3. Aviso de conformidad de la información decepcionada para la ejecución del diseño (correo de conformidad).

Tabla N° 21
ETAPA 1 (DELEGAR RESPONSABILIDADES A LOS COLABORADORES)

ETAPA 1 .- DELEGAR RESPONSABILIDADES A LOS COLABORADORES

1. **Dimensionamiento mecánico.-** Según Prediseño ofertado al cliente se realizará los planos mecánicos considerando los requisitos técnicos.
2. Si la revisión y aprobación del dimensionamiento final es una pauta de lo planteado en la oferta con el cliente, se envía el diagrama vía correo electrónico al ejecutivo comercial para su coordinación con el área técnica del cliente.
3. Después de que confirma vía correo electrónico o presencialmente mediante una firma la aprobación del plano mecánico de dimensionamiento por el cliente se inicia con la elaboración del resto de diagramas.

Diagramas mecánicos de producción

- Vistas del diseño del CCM (disposición de equipos).
- Plano de trazos de doblez y cortes de las planchas metálicas para las tapas laterales, tapa trasera, tapas laterales y frontales de zócalos, mandil, placa de montaje y puerta exterior.
- Plano de doblez y cortes de barras de Cu.
- Plano de corte de estructura metálica, ángulos de Fe para los perfiles verticales, base y estructura interna del tablero autosoportado.

Diagrama eléctrico de fuerza y control.- Realizar los diagramas de acuerdo a las indicaciones de la lógica de funcionamiento del cliente y equipos considerados en la cotización.

Tabla N° 22
ETAPA 2. -REVISIÓN DEL DISEÑO
(DIAGRAMA MECÁNICO Y ELÉCTRICO)

ETAPA 2.- REVISIÓN DEL DISEÑO (DIAGRAMA MECÁNICO Y ELÉCTRICO)

1. Verificación de los diagramas contrastando con la ficha técnica de los equipos proporcionada del fabricante o fuente de confianza.
 - 1.1. El diagrama de fuerza y control en caso de ser sencillo o complejo simular en CADe SIMU, PLC SIM o similar.
 - 1.2. Los diagramas son impresos en hoja membretada con una única fecha que corresponde a la de aprobación.
2. Firmar y sellar los diagramas impresos y completar el membrete (Anexo N° 12), casilla de aprobación del diagrama.
 - 2.1. Una vez aprobado los diagramas impresos, digitar el archivo digital del CAD y archivar en Carpeta de Orden de Trabajo (OT).
 - 2.2. Para el caso de correcciones en los diseños estos pasarán nuevamente a los diseñadores.
 - 2.3. Validación del diseño.
3. Validación de los diagramas de diseño mecánico y eléctrico de acuerdo con lo planificado y proyectado, dando conformidad del diseño final.
4. Enviar correo de autorización al área de para proceder con la fabricación. La autorización asegura el correcto funcionamiento del CCM.

Tabla N° 23

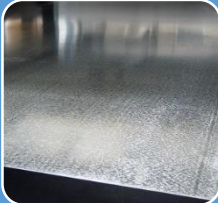



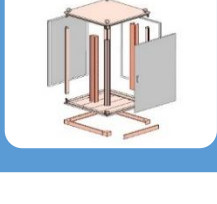
ETAPA 3 (FABRICACIÓN (ESTRUCTURA METÁLICA))

ETAPA 3.-FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

1. Lista de materiales.
 - a. Se procede a circular la lista de materiales .
 - b. Realizar la compra local de los materiales faltantes entre ellos también consumibles y ferretería.
2. Programar las actividades y tiempos a realizarse durante el plazo establecido en el cronograma de actividades de la fabricación total. Tomar como referencia Esquema N° 1 (esquema de actividades).
3. Plan de procedimientos estándares para la fabricación e integración del CCM los cuales serán fabricaciones en paralelo o secuencialmente teniendo en cuenta el ANEXO N° 2 (Características mecánicas de la estructura) junto con el Esquema N° 1.

Esquema N° 1

ESQUEMA DE ACTIVIDADES

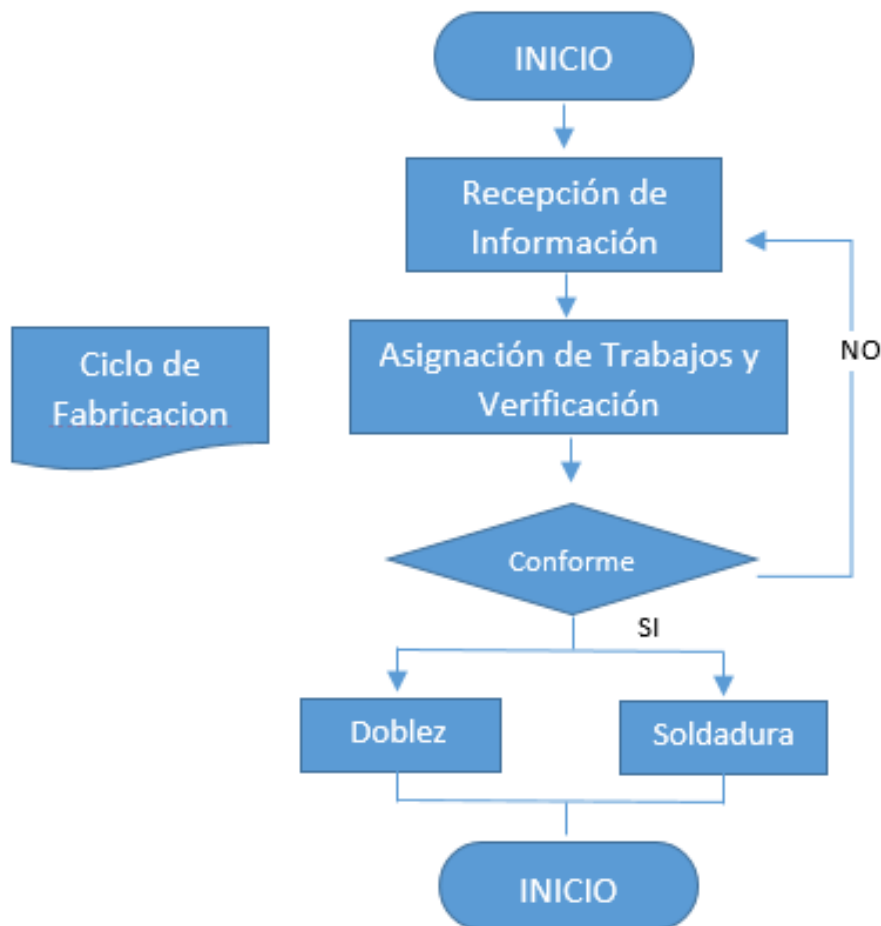
TRAZADO	 <ul style="list-style-type: none"> • DOCUMENTACIÓN.- Plano Mecánico • ACTIVIDAD.- Plasmar los trazos del plano. • MATERIALES.-Cinta métrica , regla metálica, escuadra y gramil . • EJECUTOR.-Operario , técnico de producción. • RESPONSABLE.-Inspector de Calidad , Jefe de Producción.
MECANIZADO	 <ul style="list-style-type: none"> • DOCUMENTACIÓN.- Plano Mecánico • ACTIVIDAD.- Perforaciones , cortes, dobléz . • MATERIALES.-Cinta métrica , regla metálica, escuadra . • EJECUTOR.-Operario , técnico de producción. • RESPONSABLE.-Inspector de Calidad , Jefe de Producción.
SOLDADURA	 <ul style="list-style-type: none"> • DOCUMENTACIÓN.- Plano Mecánico • ACTIVIDAD.- Unir. • MATERIALES.- Maquina de soldar. • EJECUTOR.-Operario , técnico de producción. • RESPONSABLE.-Inspector de Calidad , Jefe de Producción.
TRATAMIENTO Y PINTURA	 <ul style="list-style-type: none"> • DOCUMENTACIÓN.- Registro y control de superficies. • ACTIVIDAD.- Tratamiento y pintura • MATERIALES.- Pintura y solventes. • EJECUTOR.-Pintor , Operario . • RESPONSABLE.-Inspector de Calidad , Jefe de Producción.
ENSAMBLAJE	 <ul style="list-style-type: none"> • DOCUMENTACIÓN.- Plano Mecánico. • ACTIVIDAD.- Armar tablero • MATERIALES.- Destornilladores, alicates, torquímetro. • EJECUTOR.-Técnico Mecánico, Operario. • RESPONSABLE.-Inspector de Calidad , Jefe de Producción.

Fuente: Elaboración Propia

En esta etapa de asignación de responsabilidad según la actividad específica, los relacionamos a un equipo para gestionar mejor el desempeño de los responsables para un mejor trabajo, así como también establecer un instructivo de procedimientos a realizar. Ver Esquema N°2, 3 y 4.

Esquema N° 2

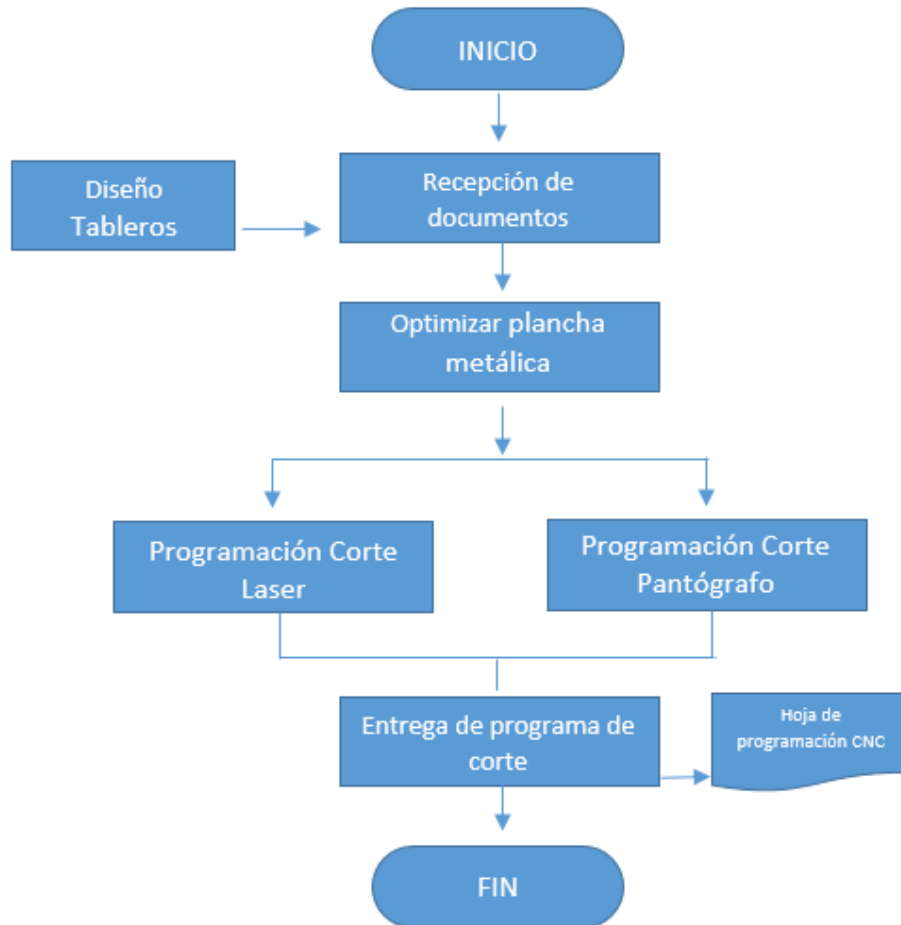
DIAGRAMA DE FLUJO DE DIBUJO LÁSER, DISEÑO Y PROGRAMACIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

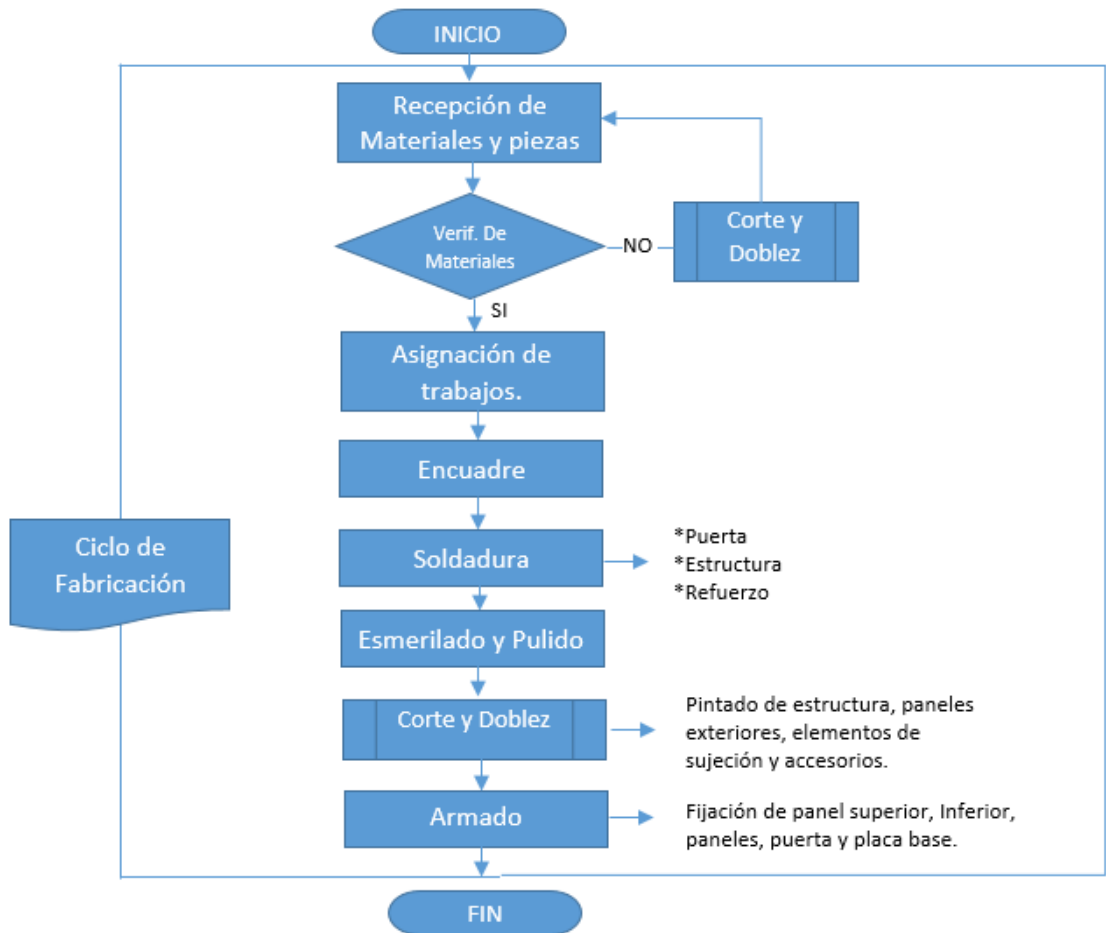
Esquema N° 3

DIAGRAMA DE FLUJO DE DOBLEZ Y SOLDADURA



Fuente: Elaboración Propia.

Esquema N° 4
DIAGRAMA DE FLUJO DE ENSAMBLE DE ESTRUCTURA



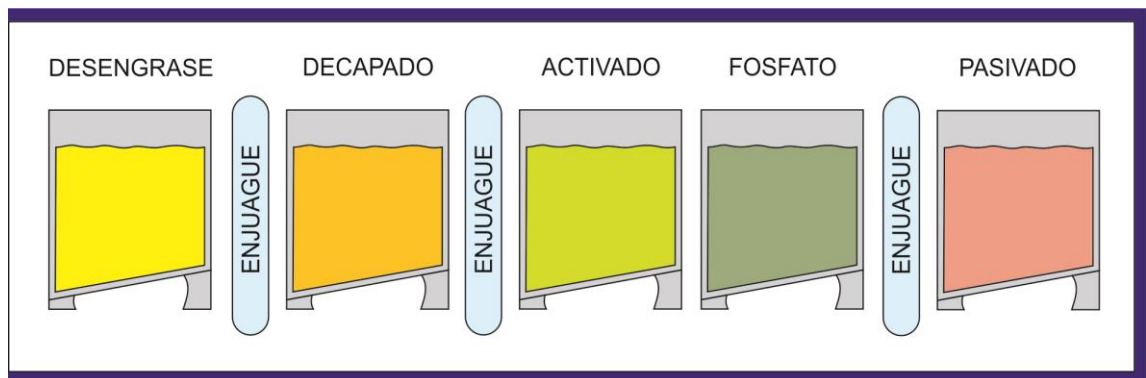
Fuente: Elaboración Propia.

b) TRATAMIENTO Y PINTURA

El tratamiento que se les da a los componentes de la estructura metálica tanto externas como internas antes del acabado final nos asegura la limpieza y adherencia perfecta para luego someterlas al proceso de pintura

electrostática, lo que repercute en una mayor protección en ambientes hostiles no ideales.

Figura N° 16
PROCESO DE TRATAMIENTO COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA
MECÁNICA



Fuente: Elaboración Propia

▪ DESCRIPCION DEL TRATAMIENTO

Desengrase

Este proceso de desengrasante alcalino en caliente pretratamiento, consiste en introducir las piezas en la tina donde se realiza un lavado por inmersión a una temperatura de 80°C, en una solución fuertemente alcalina, elimina grasas y aceites lubricantes de todo el material ferroso. Específicamente esta solución contiene detergentes y emulsificantes que facilitan la tarea de desengrase.

Decapado

Tratamiento superficial para eliminar impurezas y manchas con una solución ácida que contiene inhibidores de corrosión, la cual por medio de reacciones químicas elimina todo rastro de óxido.

Activado

Acondiciona la superficie metálica volviéndola activa y la adecua para recibir el fosfatizado posterior para lograr capas fosfáticas uniformes y tramadas, tratamiento previo al recubrimiento de pintura.

Fosfatizado

Solución compleja de fosfato de zinc y aceleradores reacciona químicamente sobre el metal aplicado por aspersion o inmersión según el tamaño del componente, formando una capa base de fosfato de zinc de aproximadamente 2 micras como mínimo. Logra una excelente resistencia a la corrosión, aumenta el brillo, la adherencia y durabilidad de la pintura final.

Pasivado sellador

Sellador ligeramente ácido aumenta la adherencia de los recubrimientos y evita la propagación de la corrosión debajo de la película de pintura.

▪ DESCRIPCIÓN DE PINTURA

Luego de realizado el proceso de tratamiento, se procede al acabado en pintura.

Figura N° 17
PROCESO DE PINTURA COMPONENTES DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA



Fuente: Elaboración Propia

Secado de las láminas en horno.

Después de pasivado sellador las piezas metálicas pasan al horno de secado a una temperatura de 120 °C., quedando listos para la aplicación de la pintura.

Pintado electrostático con resina poliéster-epoxi.

Según las especificaciones técnicas de los fabricantes de pintura para lograr las máximas condiciones de protección y acabado se tienen que realizar los pretratamientos anteriores, una vez que los componentes estén completamente limpios y preparados, lo pasamos a la cabina de aplicación, revisando antes que el gancho y transportador no tengan pintura fusionada para lograr una buena conductividad.

Para el proceso de aplicación de pintura en polvo que funcionan con una fuente de voltaje que genera corriente a través de un cable y lo conduce hacia el electrodo de la pistola donde se produce la ionización del aire y las partículas de polvo son cargadas.

Este sistema utiliza una bomba con aire comprimido, para transportar la pintura hacia la pistola, y luego al objeto a recubrir. A medida que la pintura pasa a través del campo electrostático, esta recoge una carga y es atraída a un sustrato conectado a tierra. El polvo no adherido a la pieza metálica tratada se llega a recoger en la cabina para su reutilización.

Colores (resina de poliéster- epoxi texturizado polvo electroestático o liso).

Ejemplos:

- Gris claro RAL -7032.
- Gris claro RAL -7035.
- Naranja liso 2004.
- Naranja texturizado.
- ANSI 61.
- Otros colores según cliente y especificación técnica.

Secado al horno a una temperatura de 220°C.

Estas piezas de la estructura son instaladas en el horno para realizar la cocción necesaria que permite la total adherencia de la pintura a la pieza de metal para una terminación definitiva.

CARACTERÍSTICAS DEL HORNO.-

- Horno a gas con quemadores infrarrojos.
- Controlador de temperatura digital (Autonics).
- Temperatura de horneado 220°C.
- Sirena y temporizador para controlar el tiempo de curado.

- **Polimerizado texturizado.**

Una vez pintadas y en el horno estas comienzan a tomar sus propiedades termoendurecibles, las partículas de polvo se polimerizan y se convierte en una capa continua, plenamente curada.

Enfriado de las superficies tratadas.

Una vez que se ha llegado a la temperatura de curado se apaga el horno y se deja enfriar hasta que la temperatura baje a 50°C luego se abre el horno para bajar la temperatura a temperatura de ambiente para proceder a retirar las piezas y pasar a ser ensambladas.

Protocolo de medición de espesor de pintura.

Las piezas y componentes metálicos después de secado del horno se hacen las pruebas de espesor de pintura con el medidor espesor de pintura (medidor marca ELCOMETER), el cual nos da un reporte de la mediciones tomadas en distintos puntos que midamos como la máxima, mínima los cuales notamos en el la pantalla entre 85 a 100 Micrones, lo cual garantiza una buena resistencia a la corrosión y durabilidad de la pintura final de las partes mecánicas del CCM.

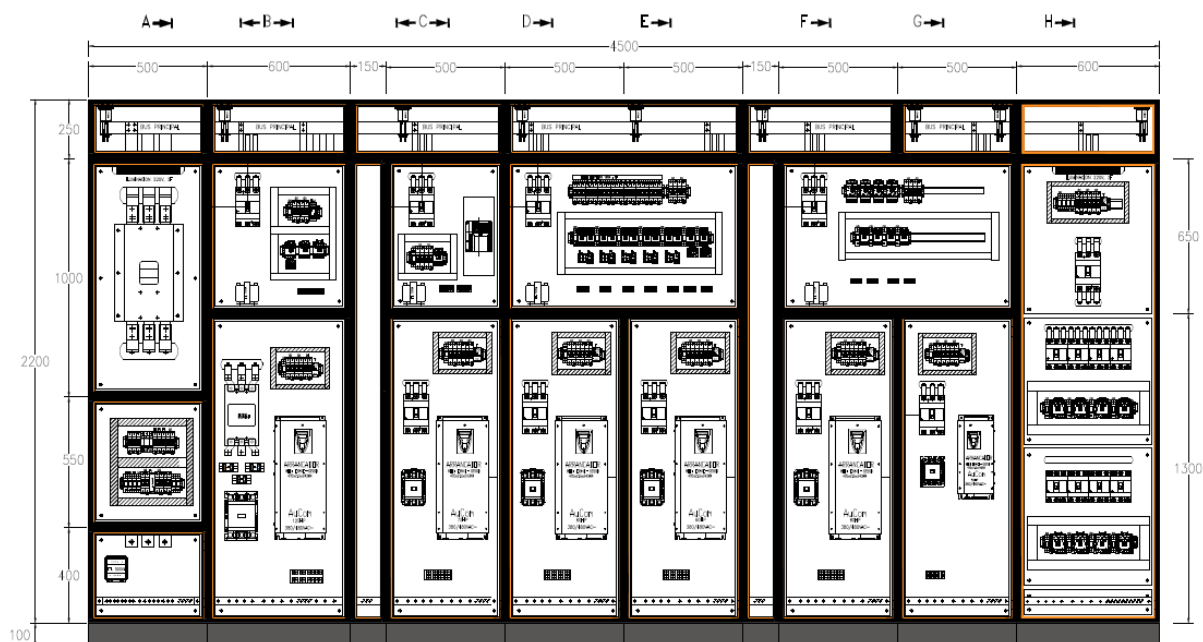
2.3.7 Selección de equipamiento y materiales

Con antecedente del punto 2.3.4 (referencias y cálculos justificativos) y la Tabla N°16 (cuadro de resumen de datos calculados sistemas de arranque) para integrar el CCM según los diseños de las figuras 18, 19 y 20 siguientes.

Seleccionamos la lista de equipos y accesorios ver (Tabla N°22). Ver detalle de lista por cubículo en el anexo N°03 (lista de materiales por cubículos).

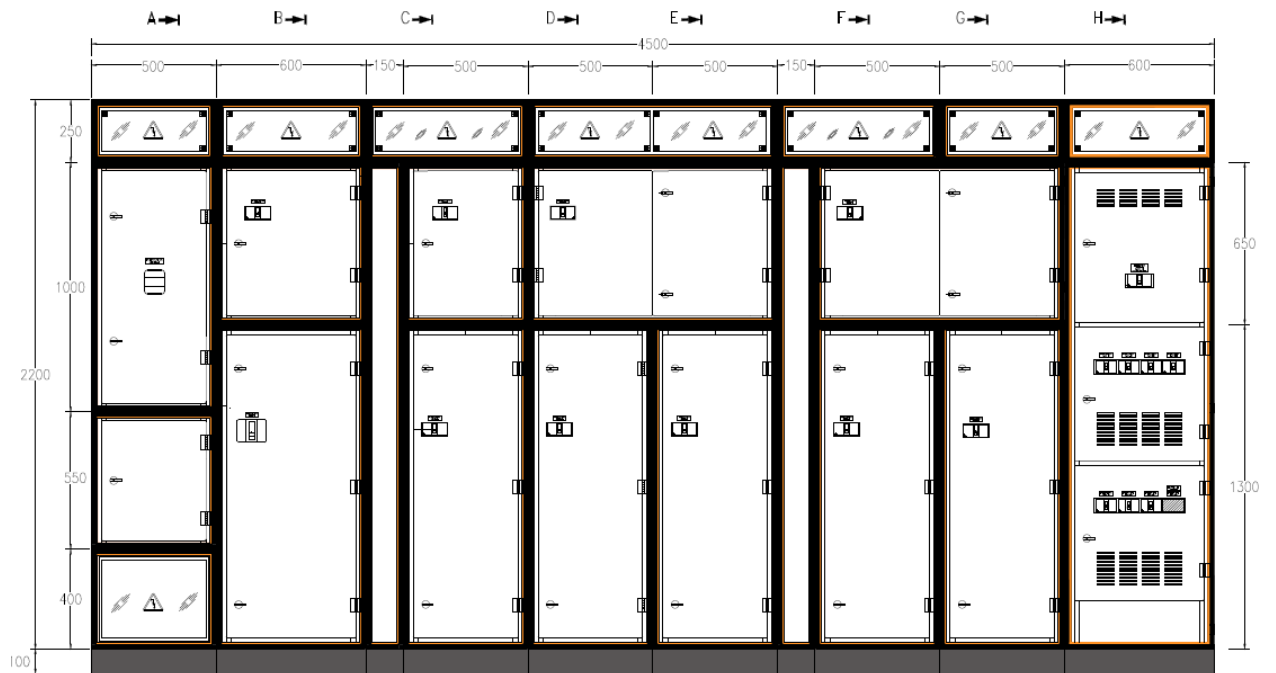
Figura N° 18

DISEÑO MECÁNICO – VISTA FRONTAL INTERIOR



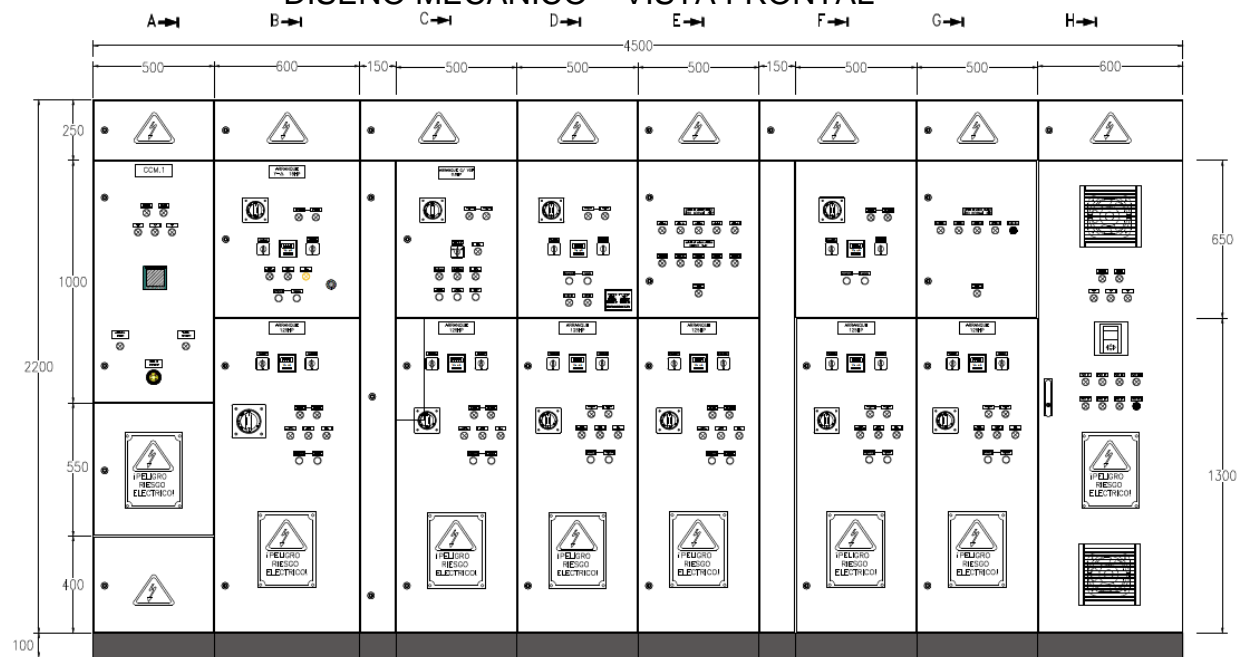
Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 19
DISEÑO MECÁNICO – VISTA FRONTAL INTERIOR CON MANDIL



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 20
DISEÑO MECÁNICO – VISTA FRONTAL



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 24
RESUMEN DE LISTA DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

1	CENTRO CONTROL DE MOTORES / 440VAC , 3F +T , 60Hz , 54 , RAL7032				1	CANT
DIMENSIONES 2200x4500x800 + ZÓCALO 100MM						
CUBÍCULO EQUIPOS DE FUERZA - INT. PRINCIPAL						
210287	INT.AUT.TRIP.	NF1000-SEW 500/1000A 85KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
210506	BOB.DE DISPARO	SHTA240-10SWRS P/NF A 1600	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
210545	CONTACTO AUXILIAR	AX-10SWLS P/NF1000 A 1600	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 125HP						
210266	INT.AUT.TRIP.	NF400-SEW 200/400A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213104	MANDO EXTERIOR	V-4S P/NF400 Y 600	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
210544	CONTACTO AUXILIAR	AX-4SWLS P/NF400/630/800	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
221522	CONTACTOR	S-N220 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
160861	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0250BV5C1 149-234A	AUCOM	UND	1	
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 75HP						
211585	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV 175/250A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
221322	CONTACTOR	S-N125 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
160860	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0200BV5C1	AUCOM	UND	1	
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 60HP						
211584	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV 140/200A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	3	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	3	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	3	
221322	CONTACTOR	S-N125 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	3	
160858	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0184BV5C1 84-137A	AUCOM	UND	3	
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 50HP						
211583	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV 125/160A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
221244	CONTACTOR	ST-100 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
160857	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0135BV5C1 72-122A	AUCOM	UND	1	
CUBÍCULO ARRANQUE Y-D 15HP						
211540	INT.AUT.TRIP.	NF125-LGV 25-32 A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
220506	CONTACTOR	S-T20 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	3	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
222132	RELE TERMICO	TH-T25KP 22A(18-26)	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
525114	RELE TIEMPO P/RIEL	V2ZS20 ESTR./TRIANG.	TELE HASSE	UND	1	
CUBÍCULO ARRANQUE 2 MOTORES DE 0.8HP CON 1 VDF						
211528	INT.AUT.TRIP.	NF125-SGV 16-20 A 36KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
220406	CONTACTOR	S-T12 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
151326	VDF 380-480V TRIF	FR-D740-050-NA 3HP 2.2KW	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
CUBÍCULO 2 ARRANQUE DIRECTO Y 5 INVERSION DE GIRO (3HP)						
211545	INT.AUT.TRIP.	NF125-LGV 70-100A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
218608	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10 3P10A D 10A 10KA D	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	7	
218608	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10 3P10A D 10A 10KA D	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	7	
220206	CONTACTOR	S-T10 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	12	
222026	RELE TERMICO	TH-T18KP 5A(4.0-6.0)	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	7	
CUBÍCULO 4 ARRANQUE DIRECTO (1HP)						
211541	INT.AUT.TRIP.	NF125-LGV 32-40 A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	1	
223208	PART.DE MOTOR	MMP-T32LF 4.0 A 2.5 -4.0 A	MITSUBISHI ELECTRIC	UND	4	

220206	CONTACTOR	S-T10	BOB.200VCA	mitsubishi electric	UND	4
CUBÍCULO BANCO DE CONDENSADORES 105KVAR + 1 ESPACIO DE RESERVA						
211585	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV	175/250A 50KA	mitsubishi electric	UND	1
211520	INT.AUT.TRIP.	NF125-SV	32 A 30KA	mitsubishi electric	UND	7
361202	REGUL.COS.FI	PFR-X 12R	12 PASOS	ELECTRONICON	UND	7
371017	CONTACTOR P/CONDEN	K3-32K00	230 220-240V	BENEDICT	UND	7
360916X	CONDENSADOR TRIFAS	MKPG2751665100	15 KVAR 440V	ELECTRONICON	UND	7
SISTEMA DE MEDICIÓN						
360204	EQ.MULTIMEDIDA	ME96SSRA-MB		mitsubishi electric	UND	1
218553	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10	3P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UND	1
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10	2P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UND	10
532304	SELECTOR VOLT.	T-701	3 FASES Y 0	TELERGON S.A.	UND	9
532703	SELECTOR AMPER.	T-720	3 FASES	TELERGON S.A.	UND	9
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002	2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UND	27
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038	0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UND	27
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A	X/1A 45-275VCA	SACI	UND	9
356515	TRANSF.DE CORRIENT	TUC80	1000/5A	SACI	UND	3
356277	TRANSF.DE CORRIENT	TU30PS80	400/5A	SACI	UND	3
356230	TRANSF.DE CORRIENT	TU30	300/5A	SACI	UND	3
356220	TRANSF.DE CORRIENT	TU30	200/5A	SACI	UND	12
356146	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS20	100/5A	SACI	UND	3
356143	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS10	50/5A	SACI	UND	6
MATERIALES VARIOS (Señalización, pulsadores, pilotos y otros)						
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R	22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UND	10
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G	22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UND	11
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R	22MM 240VCA LED	DNS KOREA	UND	20
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G	22MM 240VCA LED	DNS KOREA	UND	47
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y	22MM 240VCA LED	DNS KOREA	UND	10
403940	BOT.HONGO ROJA ALU	MRE-AR1R	30MM 1NA C/RET.	DNS KOREA	UND	1
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G	22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UND	1
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R	22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UND	1
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002	2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UND	17
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038	0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UND	17
525206	RELE ASIMETRIA/VLT	G2PM400VSY10	3X400VAC	TELE HASSE	UND	1
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10	2P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UND	3
218563	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10	3P40A C 40A 10KA C	mitsubishi electric	UND	1
270688	PROTEC.TRANSIENTE	40KA		CABUR S.R.L.	UND	3
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P	BOTON	DNS KOREA	UND	12
992434	LAMP. LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 , 220V		GEOLUX	UND	12
151810	POTENCIOMETRO VDF	1 K OHMS.	P/VARIADORES	RS COMPONENTES	UND	1
404035	TERM.DE CONEX.	KH-61300	300A RIEL DIN	KOINO	UND	2
404034	TERM.DE CONEX.	SHT-TB-200	200A RIEL DIN	KOINO	UND	4
404012	TERM.DE CONEX.	SHT306/60306	6X30 A	KOINO	UND	1
404003	TERM.DE CONEX.	SHT204/60204	4X20 A	KOINO	UND	2
404002	TERM.DE CONEX.	SHT203/60203	3X20 A	KOINO	UND	11
702221	VENTILADOR TABLERO	FJK6625.PB230	205M3/H	JASON FAN	UND	2
992417	TERMOSTATO 0 - 60°C	KTS 011		DESON ELECTRIC	UND	1

2.4 Registro de diseño y fabricación

Este punto está relacionado a establecer la secuencia de la metodología de las actividades a seguir, para asegurar la entrega del producto terminado de acuerdo a los requerimientos técnicos, desde la llegada de la OT hasta la entrega del almacén al cliente.

A continuación en la tabla N°23 se muestra una tabla con los nombres de los registros del planeamiento y control de producción, en la tabla N°24 el contenido de la carpeta con documentación del desarrollo de ingeniería tanto de uso interno como externo para la fabricación forma parte del expediente a entregar con el CCM.

Tabla N° 25
REGISTROS DE LA FABRICACIÓN

N°	NOMBRE DEL REGISTRO	
1	STATUS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN	ANEXO N°04
2	CONTROL DE OT. DISEÑO CCM	ANEXO N°05
3	CONTROL DEL CICLO DE FABRICACIÓN	ANEXO N°06
4	HOJA DE PROGRAMACIÓN CNC	ANEXO N°07
5	LISTADO DE MATERIALES VALORIZADOS	ANEXO N°08
6	REGISTRO DE PRUEBA DE PINTURA	ANEXO N°09
7	INSPECCIÓN FABRICACIÓN ESTRUCTURA	ANEXO N°10
8	PROTOCOLO DE PRUEBAS	ANEXO N°11

Tabla N° 26
NOMBRE DE DOCUMENTOS DEL EXPEDIENTE

N°	NOMBRE DE DOCUMENTOS DEL EXPEDIENTE	
1	CARÁTULA	ANEXO N°12
2	ÍNDICE	
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
4	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA FRONTAL EXTERIOR	
5	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA FRONTAL INTERIOR CON MANDIL	
6	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA FRONTAL INTERIOR	
7	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA FRONTAL CALADOS EN PLACA BASE	
8	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA LATERAL (A Y B)	
9	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA LATERAL (C, D Y E)	
10	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA LATERAL (F Y G)	
11	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA ISOMÉTRICA CUERPO (A) Y DETALLES ZÓCALO, BASE Y TECHO	
12	DISPOSICION FÍSICA, VISTA ISOMÉTRICA CUERPO (H) Y DETALLES CORTE VISTA PLANTA	
13	VISTA ISOMÉTRICA APOYO DEL CCM	
14	VISTA DE PLANTA(EQUIPAMIENTOS)	
15	DIAGRAMA UNIFILAR	
16	DIAGRAMA CONEXIÓN EQUIPO MULTIMEDIDA MF	
17	DIAGRAMA CONEXIÓN DEL SELECTOR VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO	
18	DIAGRAMA DE FUERZA	
19	DIAGRAMA DE FUERZA (CADe-SIMU)	
20	DIAGRAMA DE CONTROL (CADe-SIMU) PARTE 1	
21	DIAGRAMA DE CONTROL (CADe-SIMU) PARTE 2	
22	DIAGRAMA DE CONTROL (CADe-SIMU) PARTE 3	

2.5 Glosario de términos

- CIRCUITO ELÉCTRICO O ENERGIZADO

Eléctricamente conectado a una diferencia de potencial o eléctricamente cargado de modo que tenga un potencial contra tierra.

- **ACOMETIDA**

Es la parte de la instalación eléctrica comprendida entre la red de distribución y la caja de conexión o caja de toma.

- **BARRAS**

Conductor que se utiliza como una conexión común para los conductores correspondientes a dos o más circuitos.

- **CONDUCTOR**

Alambre, cable u otra forma de metal, instalado con la finalidad de transportar corriente eléctrica desde una pieza o equipo eléctrico hacia otro o hacia tierra.

- **SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Comprende todos los conductores, conectores, abrazaderas, placas de conexión a tierra o tuberías, y electrodos de puesta a tierra por medio de los cuales una instalación eléctrica es conectada a tierra.

- **MÁXIMA DEMANDA**

Es la mayor carga o energía consumida que se puede tomar en un período de tiempo.

- **ARRANCADOR**

Dispositivo de control para acelerar el motor desde su posición de reposo hasta su velocidad normal, y para detener el motor, generalmente incluye protección contra sobrecargas.

- BANCO DE CONDENSADORES

Se utiliza para compensar la energía reactiva o factor de potencia que consumen los motores eléctricos y las demás cargas, para disminuir caídas de tensión y ampliar la capacidad de transmisión de potencia activa en los cables.

- AC3:

Categoría de empleo de los contactores según las condiciones de servicio.

- RAL:

Sistema de colores acompañado de un conjunto de dígitos que definen el color.

- DISEÑO

Transforma los requisitos técnicos del producto dado por el cliente y/o establecidos por en un producto validado.

- VERIFICAR:

Confirmación mediante aportación de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos especificados.

- DIAGRAMA DE FUERZA:

Diagrama donde se esquematizan las conexiones de fuerzas de tableros en donde se indican los equipos de operación y/o maniobra del tablero.

- **DIAGRAMA DE CONTROL**

Diagrama donde se esquematizan las conexiones de control, mando, medición y protección de tableros y celdas.

- **DIAGRAMA MECÁNICO**

Diagrama donde se representan de forma física el montaje de los equipos utilizados.

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles de eficiencia óptimos.

- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Consiste en la reparación de una máquina, equipo o vehículo ante una falla inesperada.

- **ARC FLASH**

Es una descarga disruptiva entre electrodos que presenten una diferencia de potencial a través de la ionización del medio circundante, debido a la ocurrencia de un cortocircuito severo.

2.6 Abreviaturas

- **INDECI:** Instituto nacional de defensa civil.
- **CCM:** Centro control de motores
- **MT:** Media tensión
- **KV:** Kilovoltio
- **D.U.:** Diagrama unifilar
- **VA:** Potencia aparente
- **CNE:** Código Nacional de Electricidad
- **RPM:** Revolución por minuto
- **PAT:** Puesta a tierra
- **EF:** Eficiencia
- **FS:** Factor de servicio
- **GM:** Guarda-motor
- **KVAR:** Potencia reactiva
- **In:** Corriente nominal
- **IP:** Grado de protección
- **NA:** Normalmente abierto

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación

Relacionando las variables importantes que intervendrán en la presente implementación de un Centro Control de Motores objeto de estudio, que resultará en el desarrollo la demostración de lo formulado en la hipótesis, para lo cual se han determinado las siguientes variables:

3.1.1 Variable Dependiente

- Diseño Centro Control de Motores

3.1.2 Variable Independiente

- Operatividad de las cargas (Motores asíncronos).

3.2. Operacionalización de las variables

Para demostrar y comprobar la hipótesis, la operacionalizamos obteniéndose las variables y los indicadores que a continuación se indican:

- Variable X= Diseño Centro Control de Motores

Indicadores

- Gestión de mantenimiento.
- Disminución de energía reactiva.
- Gestión de operatividad.

- Variable Y= Operatividad de las cargas (Motores asíncronos).

Indicadores

- Lógica de funcionamiento.
- Condiciones ambientales de funcionamiento.
- Ubicación y espacio .

3.3. Hipótesis general e hipótesis específica

3.3.1. Hipótesis General

Implementando un centro control de motores conforme a los requerimientos, condiciones y parámetros optimizaremos los accionamientos eléctricos reduciendo costos de energía y la gestión de mantenimiento integrando así un sistema confiable.

3.3.2. Hipótesis Secundarias

- **HS1:** Agrupando los dispositivos de fuerza, protección, control, monitoreo y señalización los resultados en la gestión del mantenimiento garantiza la mejora desarrollando seguridad en la empresa.
- **HS2:** Con la instalación de los equipos como arrancadores suaves, variadores de velocidad generara una disminución de energía y con la compensación de energía reactiva se logrará tener benéficos directos como la eliminación y/o disminución de

la penalización por consumo de energía reactiva facturada e indirectos como una instalación mucho más optimizada y eficiente consiguiendo un mejor funcionamiento del sistema.

- **HS3:** Mediante la implementación del cuarto de control remoto podremos monitorear el CCM, la energización y desenergizado del interruptor principal a distancia, logrando un respaldo en caso de fallas en las protecciones principales, reduciendo labores de mantenimiento por paradas de planta; por consecuencia alargando la vida útil de los equipos.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

Por la naturaleza de esta investigación corresponde a la del tipo: Investigación científica descriptiva y aplicada.

El presente trabajo es una investigación del tipo descriptiva y aplicada permitiendo que se tracen procedimientos para una implementación óptima del Centro Control de Motores.

La investigación se realizará desarrollando los siguientes lineamientos:

- Especificaciones técnicas generales.
- Cálculos justificativos.
- Disposición de equipos.
- Actividades para el proceso constructivo.

El diseño y fabricación de un Centro Control de Motores tiene relación con diversas variables que pueden ser representadas por indicadores, cada uno de los cuales contribuye de manera independientemente a los objetivos que persiguen el dimensionamiento y selección de equipamiento eléctrico de la integración.

De acuerdo a lo anterior, determinaremos algunos indicadores arriba mencionados que determinara la óptima implementación del sistema

de accionamientos eléctricos conforme la información obtenida realizada las consultas y recolección de datos, las cuales se indican a continuación.

- Condiciones ambientales de funcionamiento.
- Levantamiento de información.
 - Datos de las cargas.
 - Ubicación y espacio.
- Proceso de operatividad de las carga.
- Detalles del control (Panel CCM o externo).
- Información de gestión de mantenimiento.

4.2. Diseño de la investigación

Según el propósito o finalidad perseguida con la presente tesis, esta investigación es **aplicada**, porque busca finalmente la aplicación de los conocimientos que se adquieren e implementación en un proyecto de re-diseño e optimización de su sistema de producción textil, basándose previamente en el desarrollo de aspectos teóricos ya definidos.

De acuerdo a los medios utilizados para obtener los datos, **de campo**, porque se realizó un proceso de levantamiento in situ que se utilizará para el análisis para asociarlo al diseño.

Según el nivel de conocimientos que se adquieren, se define en forma **descriptiva**; ya que utilizando el método de análisis, se plantea caracterizar las actividades de fabricación, diseño y mejora para el mantenimiento tanto del CCM como de las máquinas en general.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Siendo nuestro proyecto un sistema para optimizar los accionamientos eléctricos implementando un CCM enfocado a un fin único tomaremos como población a la empresa textil Fibras Generales ubicado en Lima, distrito San Juan de Lurigancho en este estudio de la Tesis.

4.3.2. Muestra

Nuestra muestra serán los ambientes de procesos de producción y trituración textil.

4.4. Técnicas e instrumento de recolección de Datos

Por ser un proceso de optimización se usaran en el siguiente desarrollo de implementación los datos obtenidos de campo realizándose un proceso de levantamiento in situ que se utilizará para el análisis para asociarlo al diseño.

4.4.1. Técnicas de recolección de datos

Se utiliza inicialmente técnicas de recolección de datos e información del sistema existente mediante la observación permitiendo determinar el entorno funcionamiento sin intervenir, registrando de manera escrita lo consignado a analizar, complementando con las técnicas de entrevista y encuesta para la información referente a funcionamiento y operación, se planifica realizar diagrama de flujo para determinar y plasmar la operatividad del diseño a realizar según el objetivo propuesto.

4.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se obtendrá datos e información concernientes de las cargas existentes con los siguientes Instrumentos de Medición.

- Megóhmetro digital 200MW / 500V Mod. MS5201 - Marca MASTECH.
- Termómetro Infrarrojo (-20 a 537)°C Mod. MS6530 - Marca MASTECH.
- Tester digital Mod. 421206 – Marca MASTECH.
- Amperímetros de Tenazas Mod. MS2102 – Marca MASTECH.
- Telurómetro Mod. MRU – 120 Marca – SONEL.

4.5. Plan de análisis estadísticos de datos

Se planea interpretar los datos mediante las técnicas de recolección de datos relacionado operación, funcionamiento y gestión de mantenimiento, para realizar la interpretación de la información para luego proceder a la comparación de lo teóricamente calculado para verificar los datos obtenidos, lo cual nos proporcionara una idea de las condiciones de operatividad y funcionamiento de las maquinas antes la integración de un centro control de motores con el fin de desarrollar un mejor criterio de selección para proponer una solución que permita optimizar el área de proceso.

V. RESULTADO

5.1 Resultados parciales

- Aumentar la productividad desde el proteger la acometida de los picos de corriente hasta el optimizar la secuencia de control de los motores con selección de los arrancadores y otros equipos de protección.
- Ahorro de energía con los arrancadores y compensación reactiva.
- Capacidad de Monitoreo remoto, manteniendo al personal seguro en la toma datos para un diagnóstico y toma de decisiones.

5.2 Resultados generales

El CCM con las especificaciones técnicas sugeridas, se obtuvo una estructura robusta para lograr un funcionamiento seguro con un diseño espacioso y sencillo ver **Figura N°21**, integrando una alimentación y control en un sistema confiable para la exigencia requerida en su producción, así como una mejora en la seguridad mitigando el riesgo para el personal como también el proteger y controlar los motores.

Figura N° 21

CCM INTEGRADO



Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación de hipótesis con los resultados

Esta investigación tuvo como objetivo la integración de un CCM, para un funcionamiento seguro en la aplicación de la exigencia de los motores, con las especificaciones técnicas sugeridas y la lógica de control según requerimientos necesarios en una estructura robusta siguiendo un proceso de etapas y actividades mínimas recomendables para un adecuado desarrollo de integración.

Se evidencia también en la práctica el ahorro de energía volviendo más eficiente al CCM con el empleo de arrancadores suaves y la compensación de energía reactiva.

La automatización en cuanto al control a distancia y monitoreo remoto disminuye el tiempo en la toma de datos para el análisis y el riesgo del personal al intervenir el CCM.

VII. CONCLUSIONES

- Con la Integración del CCM se mejora la seguridad de la producción con el diseño y selección en un sistema seguro, protegiendo también al motor y reduciendo el desgaste mecánico, lo cual, se refleja como un ahorro en el mantenimiento.
- En relación a los arrancadores suaves y compensación reactiva en el CCM, mejora el desempeño del sistema eléctrico y ahorro energético.
- La comunicación para el monitoreo permite una toma de información más cercana, rápida y segura para el examinar parámetros antes de la inspección o un mantenimiento programado.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar un CCM en una estructura robusta y por compartimientos la cual proporciona mayor seguridad a la industria como al personal.
- Establecer un programa de mantenimiento con el fin de garantizar un óptimo funcionamiento del CCM como también el de las maquinas asociadas en el proceso productivo.

A continuación algunas acciones de mantenimiento preventivo.

Antes de realizar el mantenimiento preventivo asegurarse que esté desenergizado y desconectado de la línea de alimentación del CCM con las derivaciones de las cargas desconectadas, verifíquese con un voltímetro que esté totalmente desenergizado.

Iniciar el mantenimiento del CCM colocando sobre este la tarjeta de bloqueo.

- Realizará las actividades del mantenimiento correspondiente.
- Detallar los trabajos realizados en el CCM.

Así también por precaución es necesario la inspección diaria para un control, llevar una lista de verificación e identificar cualquier indicio de:

- Humedad o goteo al interior del tablero.
- Polvo acumulado.
- Sobre calentamiento.
- Deterioro en el material aislante de los equipos.

En caso de identificar cualquiera de estos indicios tomar medidas de prevención como el de eliminar la condensación, limpiar el polvo o pelusa, ajustar los tornillos y tuercas en caso del sobre calentamiento.

IX. BIBLIOGRAFIA

- 1) CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD Utilización”, Ministerio de Energía y Minas, PERÚ 2011
- 2) Isaías Cecilio Ventura Nava, “Sistemas de Control de Motores Eléctricos Industriales”, 2008
- 3) PIRELLI - SICA, “Manual M de la Instalaciones Eléctricas”, 1998
- 4) ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS, Jesús Fraile Mora, 2016
- 5) AUTOMATISMOS INDUSTRIALES, José Roldán Viloría, 2008
- 6) MAQUINAS ELÉCTRICAS - 7ª Edición, Jesús Fraile Mora 2015
- 7) INSTALACIONES ELECTRICAS AUTOAMTIZADAS E INSTALACIONES DE AUTOMATISADAS, José María Martí, 2016
- 8) MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELECTRICOS, GLORIA STEFANIA CIUMBALEA; LUIS GUASCH PESQUER , 2004
- 9) Schneider Electric, “Manual y Catálogo del Electricista”, 1982
- 10) Huber Murillo, (20 de Octubre de 2019), Sistema de Accionamiento - Dimensionamiento y Selección de los sistemas de accionamiento).

<https://innovaperu.jimdofree.com/cursos-de-carrera/m%C3%A1quinas-el%C3%A9ctricas-ii/>

- 11) NTP ISO 9001 7.3 Diseño y Desarrollo.
- 12) Documentación Técnica Allen-Bradley, “Cuando utilizar un arrancador suave o un variador de frecuencia variable de CA”, Octubre 2014.
- 13) AuCom, (Octubre 2019), MANUAL DE USUARIO EMX4i.

<https://www.aucom.com/resources/manuals>

X. ANEXOS

ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p align="center">IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO CONTROL DE MOTORES (CCM) PARA LA PLANTA TEXTIL FIBRAS GENERALES</p>	<p>1. Problema General ¿De qué manera se puede Integrar un conjunto de accionamientos eléctricos de una planta textil?</p> <p>2. Problemas Específicos ¿Es posible optimizar el mantenimiento? ¿Es posible disminuir costos de energía en la planta textil? ¿Cómo La falta de una supervisión eficiente genera una mala gestión de mantenimiento?</p>	<p>1. Objetivo General Implementar un centro control de motores a partir de la lógica de funcionamiento del proceso de producción, cuadro de cargas, detallando especificaciones técnicas y actividades para el diseño y fabricación del CCM.</p> <p>2. Objetivos Específicos Facilitar las tareas de mantenimiento de las máquinas de una empresa a través de la integración de estos equipos de señalización, control y fuerza dentro de un mismo sistema. Diseñar a partir de la necesidad de disminuir los costos de consumo de energía, con la implementación de arrancadores de estado sólido, variadores de velocidad y compensación automática de energía Reactiva. Monitorear CCM desde cuarto de control remoto equipo multimedia, posición – estado de interruptor principal, y energización y desenergizado a distancia.</p>	<p>Hipótesis Principal Implementando un CCM conforme a los requerimientos, condiciones y parámetros optimizaremos los accionamientos eléctricos reduciendo costos de energía y la gestión de mantenimiento integrando así un sistema confiable. Agrupando los dispositivos de fuerza, protección, control, monitoreo y Señalización los resultados en la gestión del mantenimiento garantiza la mejora desarrollando seguridad en la empresa. Con la instalación de los equipos como arrancadores suaves, variadores de velocidad generará una disminución de energía y con la compensación de energía reactiva se logrará tener benéficos directos como la eliminación y/o disminución de la penalización por consumo de energía reactiva facturada e indirectos como una instalación mucho más optimizada y eficiente consiguiendo un mejor funcionamiento del sistema. Mediante la implementación del cuarto de control remoto podremos monitorear el CCM, la energización y desenergizado del Interruptor Principal a distancia, logrando un respaldo en caso de fallas en las protecciones principales, reduciendo labores de mantenimiento por paradas de planta; por consecuencia alargando la vida útil de los equipos.</p>	<p>Variable Independiente (X) Operatividad de las cargas (motores asíncronos).</p> <p>Variable Dependiente (Y) Diseño Centro de Control de Motores (CCM).</p>	<p align="center">Gestión de Operatividad</p> <p align="center">Gestión de Costos</p>

ANEXO N° 2

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA ESTRUCTURA

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
<p>Estructura.- Compartimientos y estructura modular y cubicular formado por estructura electro soldadas de excepcional rigidez, material de lámina de acero negro LAF (estructura ,puertas , placa de montaje, mandil y zócalo) 2mm de espesor como mínimo, con refuerzos empernadas a la estructura y su grado de protección según IEC 60529.</p> <p>El diseño deberá permitir que cualquier cuerpo pueda ser cambiado así como realizar ampliaciones en los extremos.</p>		
COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
ESTRUCTURA MODULAR CUBICULAR (<i>RANURADA</i>)	Base y techo o marco superior e inferior soldados a los perfiles verticales dando robustez a la estructura.	Ranurado con agujeros ovalados para la regulación del ensamble entre cubículos, soportes y fijación de accesorios y equipos.
PUERTAS FRONTALES	Con bisagras de acero tratadas en un baño electrolítico de Zinc.	Empaquetadura de neopreno y cierre universal de cuarto de vuelta.
PANEL O TAPA LATERAL, POSTERIOR Y TECHO	Cierre mediante 8 pernos de fijación tipo avellanada.	Empaquetadura de neopreno en todo el perímetro.
DUCTO SUPERIOR (HORIZONTAL)	Cubículo para el sistema de barras.	Constituye un aumento de rigidez y disminución de riesgo de ruptura.
ZOCALO (<i>DESMONTABLE</i>)	Altura min. 100mm. Estas piezas metálicas serán fabricadas en plancha de fierro LAF de 2.5mm de espesor .	Fijación a la estructura mediante pernos de 1/2" . Llevará huecos para el anclaje al piso.

ANEXO N° 3
LISTA DE MATERIALES

1	CCM (CENTRO CONTROL DE MOTORES) / 440VAC , 3F +T , 60Hz , 54 , RAL 7032 DIMENSIONES 2200x4500x800 + ZÓCALO 100MM				1	CANT
CUBÍCULO EQUIPOS DE FUERZA - INT. PRINCIPAL						
210287	INT.AUT.TRIP.	NF1000-SEW 500/1000A 85KA	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
210506	BOB.DE DISPARO	SHTA240-10SWRS P/NF1000 A 1600	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
210545	CONTACTO AUXILIAR	AX-10SWLS P/NF1000 A 1600	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
SISTEMA DE MEDICION TABLERO GENERAL						
360204	EQ.MULTIMEDIDA	ME96SSRA-MB POT.ACT.YREACT.	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
356515	TRANSF.DE CORRIENT	TUC80 1000/5A	SACI	UNIDAD	3	
218553	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10 3P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
PROTECCION TABLERO GENERAL						
525206	RELE ASIMETRIA/VLT	G2PM400VSY10 3X400VAC RQ.TR2	TELE HASSE	UNIDAD	1	
218523	INT.AUT.2 POLOS	ZT	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
218563	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10 3P40A C 40A 10KA C	mitsubishi electric	UNIDAD	3	
270688	PROTEC.TRANSIENTE	40KA	CABUR S.R.L.	UNIDAD	3	
403940	BOT.HONGO ROJA ALU	MRE-AR1R 30MM 1NA+1NC C/RET.	DNS KOREA	UNIDAD	1	
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)						
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	4	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	4	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	4	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	2	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	2	
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 , 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 125HP						
210266	INT.AUT.TRIP.	NF400-SEW 200/400A 50KA	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
213104	MANDO EXTERIOR	V-4S P/NF400 Y 600	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
210544	CONTACTO AUXILIAR	AX-4SWLS P/NF400/630/800	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
221522	CONTACTOR	S-N220 BOB.200VCA	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
160861	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0250BV5C1 149-234A	AUCOM	UNIDAD	1	
EQUIPOS DE MEDICION						
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A 45-275VCA/CC	SACI	UNIDAD	1	
532304	SELECTOR VOLT.	T-701 3 FASES Y 0	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
532703	SELECTOR AMPER.	T-720 3 FASES	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
356277	TRANSF.DE CORRIENT	TU30PS80 400/5A	SACI	UNIDAD	3	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)						
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
404035	TERM.DE CONEX. 4X300A	KH-61300 300A RIEL DIN	KOINO	UNIDAD	1	
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 , 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 75HP						
211585	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV 175/250A 50KA	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
221322	CONTACTOR	S-N125 BOB.200VCA	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
160860	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0200BV5C1	AUCOM	UNIDAD	1	
EQUIPOS DE MEDICION						
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A 45-275VCA/CC	SACI	UNIDAD	1	
532304	SELECTOR VOLT.	T-701 3 FASES Y 0	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
532703	SELECTOR AMPER.	T-720 3 FASES	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
356143	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS10 50/5A	SACI	UNIDAD	3	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	mitsubishi electric	UNIDAD	1	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)						
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
404035	TERM.DE CONEX.	KH-61300 300A RIEL DIN	KOINO	UNIDAD	1	
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 , 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	

CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 60HP							
211584	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV	140/200A	50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	3
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250			MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS	PARA 3 Y 4 P.		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	3
221322	CONTACTOR	S-N125	BOB.200VCA		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	3
160858	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0184BV5C1	84-137A		AUCOM	UNIDAD	3
EQUIPOS DE MEDICION							
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A	45-275VCA/CC		SACI	UNIDAD	3
532304	SELECTOR VOLT.	T-701	3 FASES Y 0		TELERGON S.A.	UNIDAD	3
532703	SELECTOR AMPER.	T-720	3 FASES		TELERGON S.A.	UNIDAD	3
356143	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS10	50/5A		SACI	UNIDAD	9
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A	10KA C		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	3
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002	2A 10,3X38MM		ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	9
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038	0,5-32A 10X38MM		ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	9
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)							
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	3
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	3
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRP-RM1R 22MM	1NA+1NC		DNS KOREA	UNIDAD	3
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRP-RM1G 22MM	1NA+1NC		DNS KOREA	UNIDAD	3
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	3
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	3
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	3
404034	TERM.DE CONEX.	SHT-TB-200	200A RIEL DIN		KOINO	UNIDAD	3
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P	BOTON		DNS KOREA	UNIDAD	1
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 ,	220V		GEOLUX	UNIDAD	1
CUBÍCULO ARRANQUE SOFT STARTER 50HP							
211583	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV	125/160A	50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250			MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS	PARA 3 Y 4 P.		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
221244	CONTACTOR	ST-100	BOB.200VCA		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
160857	PART.SUAVE C/BYPAS	EMX4I-0135BV5C1	72-122A		AUCOM	UNIDAD	1
EQUIPOS DE MEDICION							
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A	45-275VCA/CC		SACI	UNIDAD	1
532304	SELECTOR VOLT.	T-701	3 FASES Y 0		TELERGON S.A.	UNIDAD	1
532703	SELECTOR AMPER.	T-720	3 FASES		TELERGON S.A.	UNIDAD	1
356143	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS10	50/5A		SACI	UNIDAD	3
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A	10KA C		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002	2A 10,3X38MM		ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038	0,5-32A 10X38MM		ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)							
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRP-RM1R 22MM	1NA+1NC		DNS KOREA	UNIDAD	1
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRP-RM1G 22MM	1NA+1NC		DNS KOREA	UNIDAD	1
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
404034	TERM.DE CONEX.	SHT-TB-200	200A RIEL DIN		KOINO	UNIDAD	1
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P	BOTON		DNS KOREA	UNIDAD	1
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 ,	220V		GEOLUX	UNIDAD	1
CUBÍCULO ARRANQUE Y-D 15HP							
211540	INT.AUT.TRIP.	NF125-LGV	25-32 A	50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250			MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
220506	CONTACTOR	S-T20	BOB.200VCA		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	3
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS	PARA 3 Y 4 P.		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
222132	RELE TERMICO	TH-T25KP	22A(18-26)		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
525114	RELE TIEMPO P/RIEL	VZS20	ESTR./TRIANG.		TELE HASSE	UNIDAD	1
EQUIPOS DE MEDICION							
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A	45-275VCA/CC		SACI	UNIDAD	1
532304	SELECTOR VOLT.	T-701	3 FASES Y 0		TELERGON S.A.	UNIDAD	1
532703	SELECTOR AMPER.	T-720	3 FASES		TELERGON S.A.	UNIDAD	1
356143	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS10	50/5A		SACI	UNIDAD	3
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A	10KA C		MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002	2A 10,3X38MM		ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038	0,5-32A 10X38MM		ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)							
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRP-RM1R 22MM	1NA+1NC		DNS KOREA	UNIDAD	1
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRP-RM1G 22MM	1NA+1NC		DNS KOREA	UNIDAD	1
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM	100-240VCA	LED	DNS KOREA	UNIDAD	1
404012	TERM.DE CONEX.	SHT306/60306	6X30 A		KOINO	UNIDAD	1
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P	BOTON		DNS KOREA	UNIDAD	1
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1 ,	220V		GEOLUX	UNIDAD	1

CUBÍCULO ARRANQUE 2 MOTORES DE 0.8HP CON 1 VDF						
211528	INT.AUT.TRIP.	NF125-SGV 16-20 A 36KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
213040	CONTACTO AUXILIAR	AX-05SVLS PARA 3 Y 4 P.	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
220406	CONTACTOR	S-T12 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
151326	VDF 380-480V TRIF	FR-D740-050-NA 3HP 2.2KW	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)						
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED 1	DNS KOREA	UNIDAD	1	
151810	POTENCIOMETRO VDF	K OHMS. P/VARIADORES	RS COMPONENTES	UNIDAD	1	
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	2	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	2	
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
404003	TERM.DE CONEX. (ARRANQUE VDF)	SHT204/60204 4X20 A	KOINO	UNIDAD	2	
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1, 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	
CUBÍCULO 2 ARRANQUE DIRECTO Y 5 INVERSION DE GIRO (3HP)						
211545	INT.AUT.TRIP.	NF125-LGV 70-100A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
213103	MANDO EXTERIOR	V-2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
218608	INT.AUT.3 POLOS	BHW-T10 3P10A D 10A 10KA D	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	7	
220206	CONTACTOR	S-T10 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	12	
222026	RELE TERMICO	TH-T18KP 5A(4.0-6.0)	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	7	
EQUIPOS DE MEDICION						
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A 45-275VCA/CC	SACI	UNIDAD	1	
532304	SELECTOR VOLT.	T-701 3 FASES Y 0	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
532703	SELECTOR AMPER.	T-720 3 FASES	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
356146	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS20 100/5A	SACI	UNIDAD	3	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)						
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	12	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
404002	TERM.DE CONEX.	SHT203/60203 3X20 A	KOINO	UNIDAD	7	
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1, 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	
CUBÍCULO 4 ARRANQUE DIRECTO (1HP)						
211541	INT.AUT.TRIP.	NF125-LGV 32-40 A 50KA V-	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
213103	MANDO EXTERIOR	2SV P/3 Y 4P P/NF125 A 250	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
223208	PART.DE MOTOR	MMP-T32LF 4.0 A 2.5 -4.0 A	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	4	
220206	CONTACTOR	S-T10 BOB.200VCA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	4	
EQUIPOS DE MEDICION						
353510	VOLT-AMP DIG 72X72	DH4B X/5A X/1A 45-275VCA/CC	SACI	UNIDAD	1	
532304	SELECTOR VOLT.	T-701 3 FASES Y 0	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
532703	SELECTOR AMPER.	T-720 3 FASES	TELERGON S.A.	UNIDAD	1	
356143	TRANSF.DE CORRIENT	TU20PS10 50/5A	SACI	UNIDAD	3	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	3	
MATERIALES VARIOS (Señalización, Pulsadores, Pilotos y Otros)						
403701	PILOTO VERDE ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM. (POS. ESTADO INT.)	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403721	BOTONERA VERDE ALU	MRF-RM1G 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403720	BOTONERA ROJA ALU	MRF-RM1R 22MM 1NA+1NC	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403702	PILOTO AMBAR ALUM.	MRP-RA0Y 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
404002	TERM.DE CONEX.	SHT203/60203 3X20 A	KOINO	UNIDAD	4	
403642	MINI INT.DE LIMITE	KH-8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1, 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	
CUBÍCULO BANCO DE CONDESADORES 105KVAR + 1 ESPACIO DE RESERVA						
211585	INT.AUT.TRIP.	NF250-LGV 175/250A 50KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
211520	INT.AUT.TRIP.	NF125-SV 32 A 30KA	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	7	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
361202	REGUL.COS.FI	PFR-X 12R 12 PASOS	ELECTRONICON	UNIDAD	7	
371017	CONTACTOR P/CONDEN	K3-32K00 230 220-240V	BENEDICT	UNIDAD	7	
360916X	CONDENSADOR TRIFAS	MKP62751665100 15 KVAR 440V	ELECTRONICON	UNIDAD	7	
EQUIPOS DE ILUMINACION Y VENTILACION FORZADA						
702221	VENTILADOR TABLERO	FJK6625.PB230 205M3/H COMPLTO	JASON FAN	UNIDAD	2	
992417	TERMOSTATO 0 - 60°C	KTS 011	JASON FAN	UNIDAD	1	
218523	INT.AUT.2 POLOS	BHW-T10 2P2A C 2A 10KA C	MITSUBISHI ELECTRIC	UNIDAD	1	
403700	PILOTO ROJO ALUM.	MRP-RA0R 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	1	
403701	PILOTO VERDE ALUM.	MRP-RA0G 22MM 100-240VCA LED	DNS KOREA	UNIDAD	11	
440043	FUSIBLE CILINDR.	1421002 2A 10,3X38MM	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	11	
440040	PORTA FUSIBLE BCH1	2301038 0,5-32A 10X38MM KH-	ITALWEBER S.P.A	UNIDAD	11	
403642	MINI INT.DE LIMITE	8005-P BOTON	DNS KOREA	UNIDAD	1	
992434	LAMPARA LED , 220V , LUZ DIA	L NH1, 220V	GEOLUX	UNIDAD	1	

ANEXO N° 4

STATUS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CCM

DOCUMENTO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN		STATUS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE CCM					
OT	CLIENTE	DESCRIPCIÓN	FECHAS				
			RECEPCIÓN OT	DISEÑO ELÉCTRICO	DISEÑO GABINETE	PROCESO DE PRODUCCIÓN	PRODUCTO TERMINADO
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--
			--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--	--/ /--

ANEXO N° 5
CONTROL DE OT. DISEÑO CCM

DOCUMENTO DE CONTROL DE DISEÑO		CONTROL DE OT . DISEÑO CCM						
OT	CLIENTE	CARÁCTERSTICAS Y/O OBSERVACIONES	FECHA DE ENTREGA	TOTAL DIAS EMPLEADOS	RESPONSABLE DISEÑO ELÉCTRICO	RESPONSABLE DISEÑO MECÁNICO	RESPONSABLE DIAGRAMA DE CONTROL	PRODUCTO TERMINADO
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					
			- / - / -					

ANEXO N° 6

HOJA DE PROGRAMACION CNC

DOCUMENTO DE CONTROL DE DISEÑO		HOJA DE PROGRAMACIÓN CNC										
		<table border="1"> <tr> <td>Cliente</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Orden de Trabajo</td> <td></td> </tr> </table>		Cliente		Orden de Trabajo		CANT.	FECHA RECIBIDA	ESPESOR DE PLANCHA	RESPONSABLE DE PROGRAMACIÓN	RESPONSABLE DE CORTE
Cliente												
Orden de Trabajo												
PARTE	CARACTERÍSTICAS Y/O OBSERVACIONES											
	TAPA LATERAL		--/ /--									
	PUERTA N°01		--/ /--									
	PUERTA N°02		--/ /--									
	PUERTA N°03		--/ /--									
	TAPA POSTERIOR		--/ /--									
	PLACA BASE N°01		--/ /--									
	PLACA BASE N°02		--/ /--									
	PLACA BASE N°03		--/ /--									
	CUBIERTA INTERIOR		--/ /--									
	PORTAPLANO		--/ /--									
			--/ /--									

ANEXO N° 7
CONTROL DEL CICLO DE FABRICACIÓN

		Completo	Incompleto
MATERIAL	Interruptores		
	Equipos eléctricos y electrónicos		
	Accesorios		

Observaciones.....

Observaciones.....

Observaciones.....

PROCESO	EJECUTADO POR	FECHA DE INICIO DE PROCESO	FECHA DE TERMINO DE PROCESO	% DE AVANCE					OBSERVACIONES
				20%	40%	60%	80%	100%	
RECEPCIÓN DE MATERIALES									
TRAZADO (*)									
MECANIZADO(*)									
ENSAMBLAJE Y MONTAJE DE EQUIPOS									
CABLEADO Y CONEXIONADO DE FUERZA									
CABLEADO DE CONTROL									
ACABADO									
VERIFICACION DE CONTROL DE CALIDAD									
PRUEBA DE RUTINA									
ENTREGA A ALMACÉN									

OBSERVACIONES:

ANEXO N° 9

REGISTRO DE PRUEBA DE PINTURA

REGISTRO DE PINTURA		OT :
		<i>Doc. De Producción</i>
CLIENTE :	FECHA	_ _ / _ _ / _ _
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO :	PAGINA	

1.- PREPARACION SUPERFICIAL		CUERPO DESCRIPCION
1. LIMPIEZA ●	4. ACTIVADO ●	
2. DESENGRASE ●	5. FOSFATADO ●	
3. DECAPADO ●	6. ACTIVADO ●	

2.- SISTEMA DE PINTADO						
1ra. CAPA: BASE		COLOR		ESPESOR DE PELÍCULA SECA		
CONDICIONES AMBIENTALES:						
TEMPERATURA SUPERFICIAL (°C)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	HR %	RESULTADO		FECHA	HORA
MEDICIONES DE ESPESOR DE PELICULA SECA:						
	MEDICIÓN #1	MEDICIÓN #2	MEDICIÓN #3	MEDICIÓN #4	MEDICIÓN #5	PROMEDIO
PIEZAS:						
TAPA						
PUERTA						
CUERPO						
ABRAZADERAS						

3.- ENSAYO DE ADHERENCIA:

4.- OBSERVACIONES:
.....

4.- INSTRUMENTOS UTILIZADOS:
1.- Medidor de espesor en película seca. Marca: Elcometer. Modelo: 456 STANDAR
2.- Termómetro de infrarrojos Marca: Fluke. Modelo: 62 MAX
3.- Rugosímetro: Marca: Fluke. Modelo: 7326STX1
4.- Psicrómetro de voleo: Marca: Bacharach
5.- Probador de adherencia: Marca : Elcometer. Serie: 12869-5

ANEXO N° 10
INSPECCION FABRICACIÓN ESTRUCTURA

INSPECCIÓN FABRICACIÓN ESTRUCTURA		OT : <i>Doc. De Producción</i>
CLIENTE :	FECHA	_ / _ / _
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO :	PAGINA	

ITEM	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	JUNTA	UBICACIÓN	OBSERVACIONES
I	DIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA :				
1	CUBÍCULO N°1				
2	CUBÍCULO N°2				
3	CUBÍCULO N°3				
4					
5	TAPAS LATERALES				
6	TAPA POSTERIOR				
7	CUBIERTA INTERNA N°1				
8	CUBIERTA INTERNA N°2				
9	CUBIERTA INTERNA N°3				
10					
11	PUERTA N°1				
12	PUERTA N°2				
13	PUERTA N°3				
14					

II LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES				
	FECHA	DEFECTO	CORRECCIÓN	RESULTADO

III	OBSERVACIONES

ANEXO N° 11
PROTOCOLO DE PRUEBAS

PROTOCOLO DE PRUEBAS		OT :	
		<i>Doc. De Producción</i>	
1. DATOS GENERALES:			
1.1 Cliente / RUC:			
1.2 Descripción del Producto:	GABINETE METALICO (CCM) “ CENTRO CONTROL DE MOTORES #1 ” 440 VAC, 60 HZ, 3F + T , , RAL 7032 , IP54		
1.3 Fecha:	10 de Diciembre de 2019		
1.4 Modelo:	Gabinete Metálico Modular		
1.5 Ref. Facturas:			
1.6 Dimensiones:	4500x2200x800mm		
1.7 Tensión de Fuerza:	220 VAC		
1.8 Tensión de Control:	-		
1.9 Grado de Protección:	IP 54		
2. INSPECCIÓN VISUAL:		3. INSPECCIÓN MECÁNICA:	
2.1 Color del Tablero: RAL _____	Si	3.1 Fabricación en Plancha LAF de 1.5mm.	Si
2.2 Identificación de Fases	Si	3.2 Acondicionamiento de Puertas.	Si
2.3 Equipos de Acuerdo a Especificaciones.	Si	3.3 Ajuste de Circ. de Fuerza, Control .	Si
2.4 Indicador de Rótulos.	Si	3.4 Montaje Adecuado de Equipos.	Si
2.5 Barra Principal _____	Si	3.5 Empaquetadura de tapas y puertas.	Si
2.6 Barra de tierra _____	Si	3.6 Sistema de Cerraduras Universal.	Si
2.7 Limpieza y Acabado general.	Si	3.7 Tapas de Reserva para Interruptores.	Si
2.8. Línea de Aterramiento en la Puerta.	Si	3.8 Sist. de Platinado Para Reservas	Si
2.9. Señalización de Riesgo Eléctrico.			
4. INSPECCIÓN INTERIOR:		5. PRUEBAS ELÉCTRICAS Y AISLAMIENTO:	
4.1 Distribución de Equipos según plano.	Si	5.1 Continuidad del Circuito de Fuerza.	Si
4.2 Equipos acuerde a especificación técnica.	Si	5.2 Continuidad del Circuito de Señalización.	Si
4.3 Barras de Cobre forradas con mangas.	Si	2.3 Interruptores.	Si
4.4 Barra de Neutro.	N/A	5.4 Lámparas de Señalización.	N/A
4.5 Barra de Tierra.	Si	5.5 Transformadores de corriente .	N/A
6. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO:			
6.1 Interruptores Termomagnéticos.			Si
6.2 Lámparas de Señalización.			Si
6.3 Contactores.			N/A
6.4 Equipo Multimedia			SI
6.5 Relé de Protección			SI

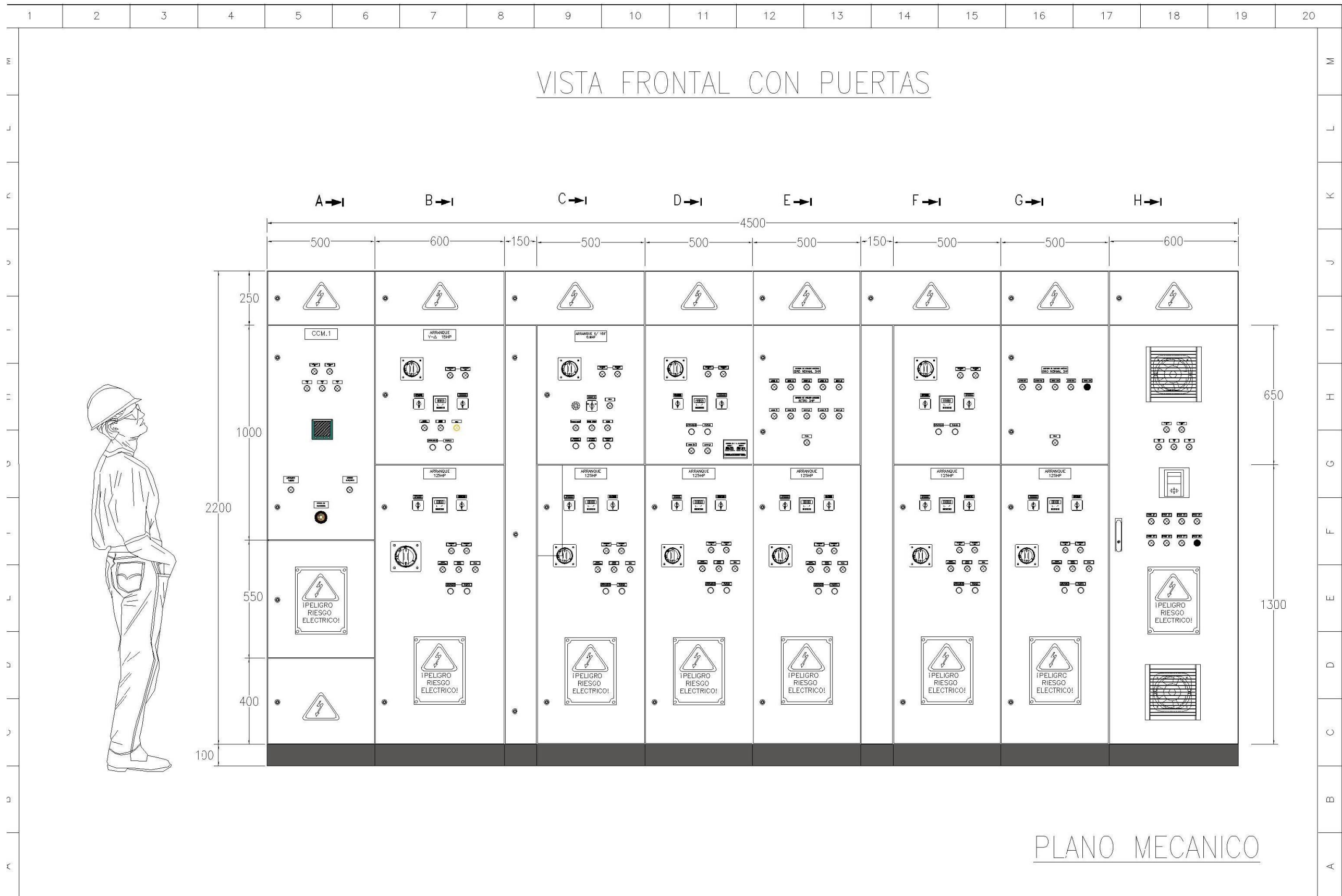
6.6 Equipos Electrónicos	SI
6.7 Mando Exterior	SI
7. PINTURA:	
7.1 Limpieza y acondicionamiento de las planchas y estructura metálica con desengrasante.	Si
7.2 Fosfatizado mediante inmersión de metales.	Si
7.3 Secado de las láminas.	Si
7.4 Pintado electrostático con resina poliéster polimerizado texturizado RAL 7035.	Si
7.5 Secado al Horno a temperatura de 220 °C.	Si
7.6 Enfriado de las superficies tratadas.	Si
7.7 Medida del Espesor de Pintura y protocolos de Prueba: Adecuada.	Si
8. OBSERVACIONES:	
<p>La garantía que ofrece la empresa por el tablero, se extiende por un período de 12 meses a partir de la fecha de entrega del mismo.</p> <p>Además, no se responsabiliza por daños causados por agentes externos (naturales y/o humanos), durante el proceso de traslado, montaje, instalación y/o puesta en servicio.</p>	
9. RECOMENDACIONES:	
<p>Antes de la puesta en servicio del tablero, se debe realizar un reajuste de toda la pernería (Vibraciones de traslado).</p>	
<p>APROBADO POR :</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

**ANEXO N° 12
PLANOS DE PRODUCCION DEL CCM**

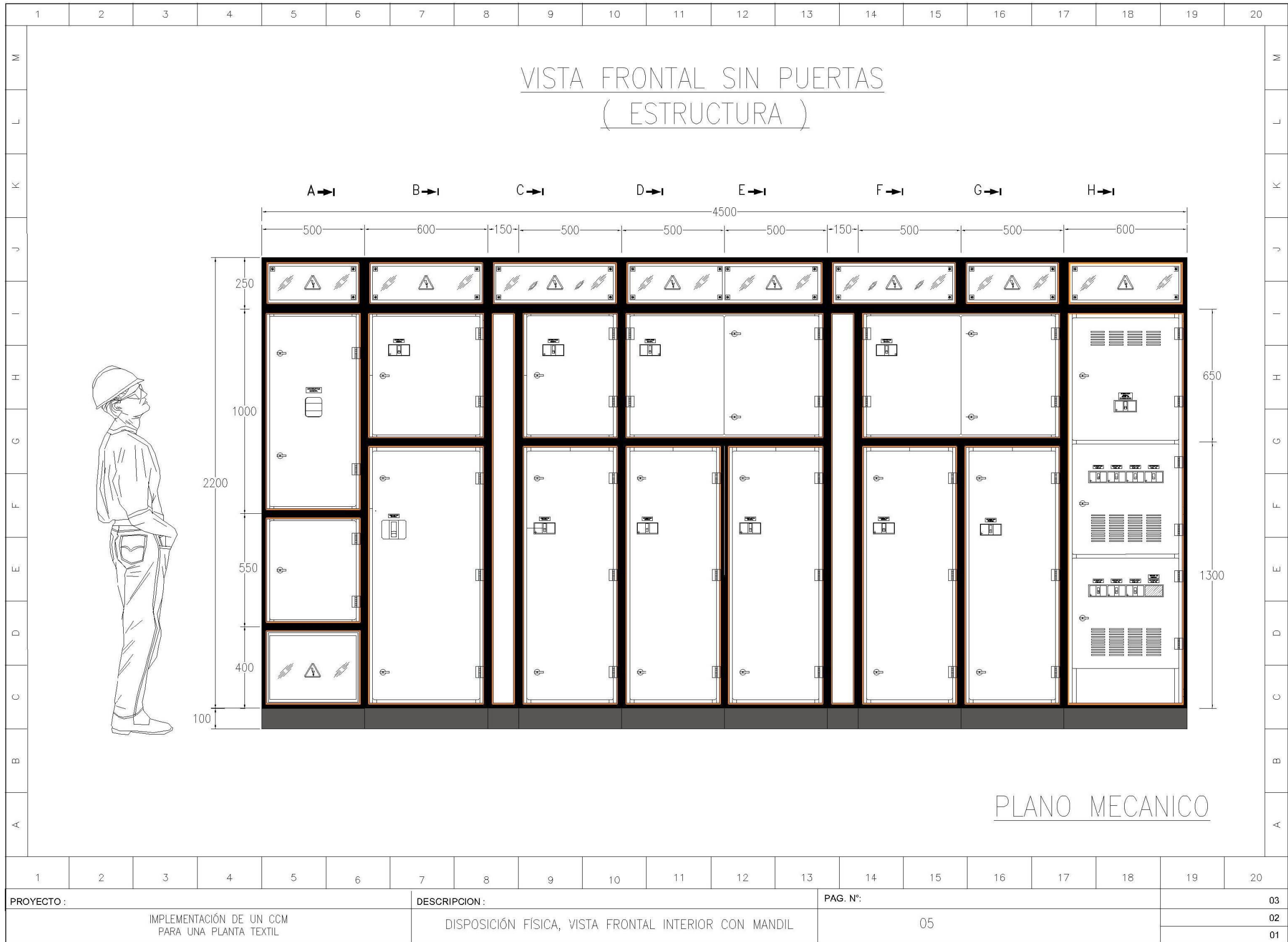
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M	<p>IMPLEMENTACION DE UN CENTRO CONTROL DE MOTORES</p> <p>PARA UNA PLANTA TEXTIL</p> <h1>CCM # 1</h1> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 20px;">  </div>																			M
L																				
K																				
J																				
I																				
H																				
G																				
F																				
E																				
D																				
C																				
B																				
A																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :							DESCRIPCION :							PAG. N°:						03
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							CARÁTULA							01						02
																				01

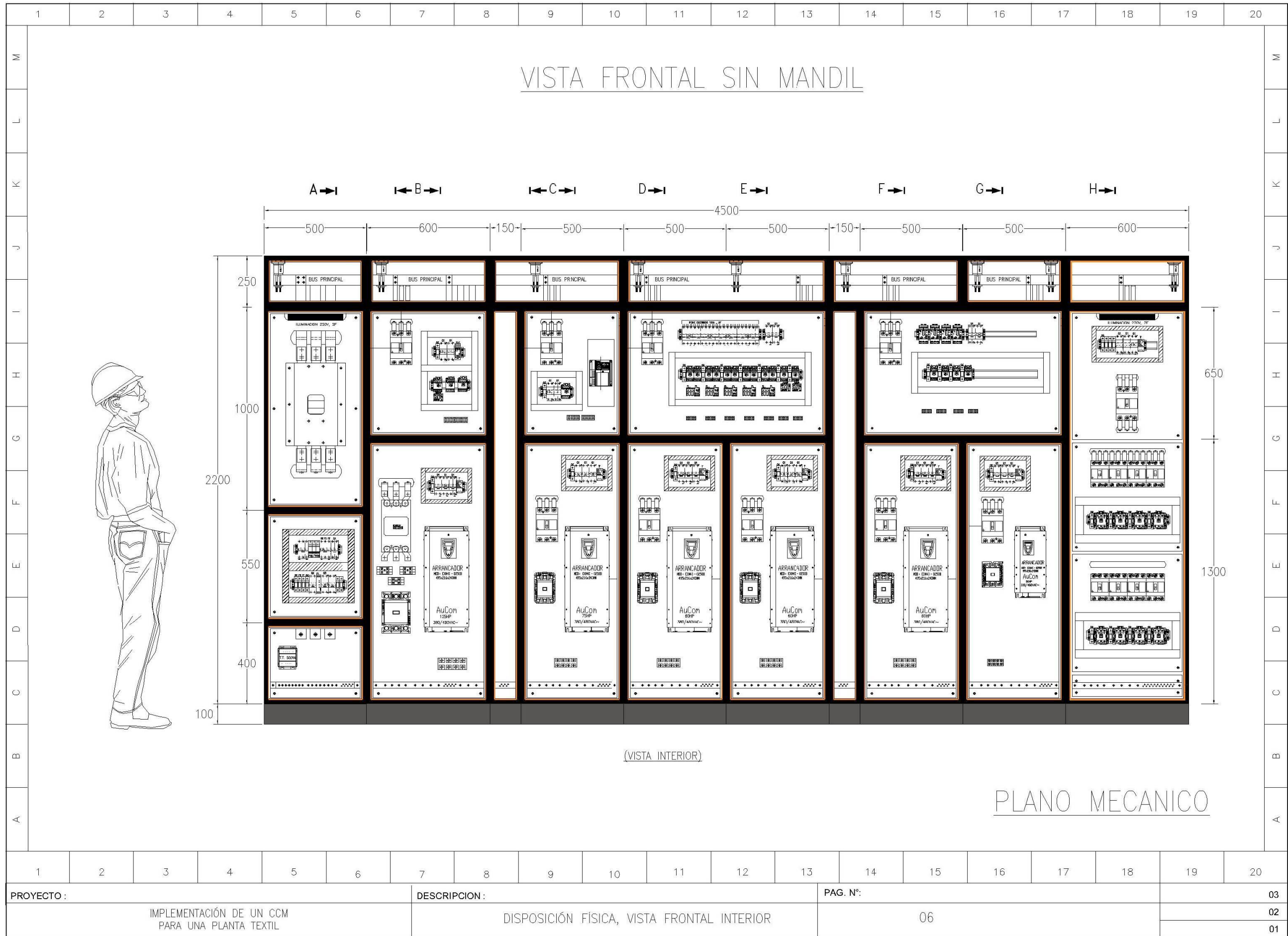
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
M																					M
L																					L
K																					K
J																					J
I																					I
H																					H
G																					G
F																					F
E																					E
D																					D
C																					C
B																					B
A																					A
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
PROYECTO :							DESCRIPCION :							PAG. N°:						03	
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							03						02	
																				01	

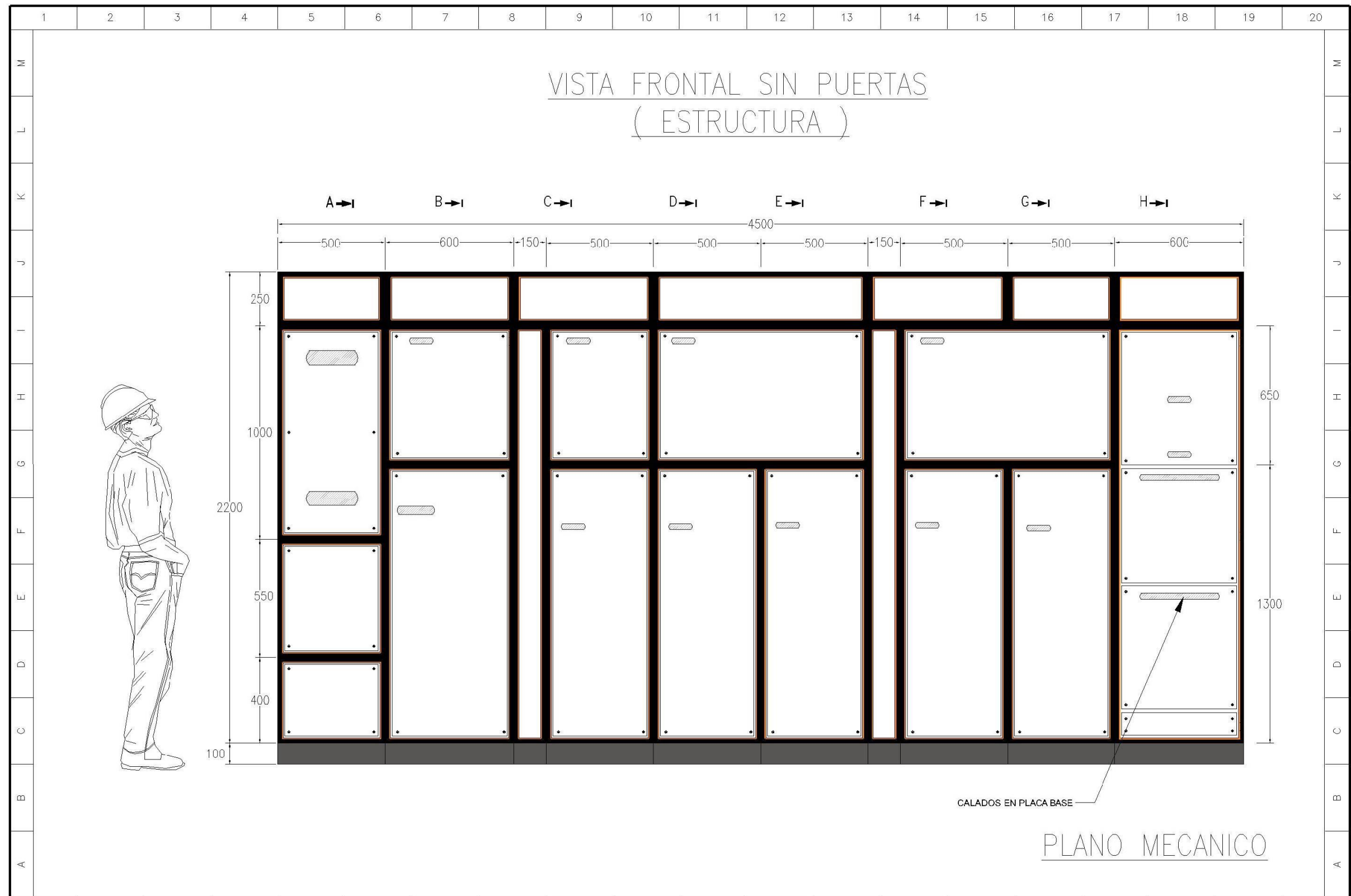
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TIPO	CCM
DIMENSIONES	2300x4500x800mm.
GRADO DE PROTECCIÓN	IP 54 TOTALMENTE PROTEGIDO DEL POLVO Y LANZAMIENTO DE AGUA A CHORROS EN TODAS SUS DIRECCIONES
ESTRUCTURA	CONSISTENTE DE UNA ESTRUCTURA EN PLANCHA LAF DE 2mm. APANELADO EN PLANCHA LAF DE 2mm. PUERTA Y PLACA DE MONTAJE EN PLANCHA LAF 2mm.
ACABADO	BASE ANTICORROSIVA PINTURA DOBLE CAPA ELECTROSTÁTICA EN POLVO TEXTURIZADO RAL 7035 – APROX. 120 MICRAS PINTADOS EXTERIORMENTE E INTERIORMENTE CON RESINA EPOXI-POLYESTER.
BARRAS PRINCIPALES	BARRA DE COBRE 60x10mm (1180A – PINTADOS): FASE "R" ROJO, FASE "S" NEGRO, FASE "T" AZUL
AISLADORES	AISLADORES DE RESINA EPÓXICA



PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL	DESCRIPCION : DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA FRONTAL EXTERIOR	PAG. N°: 04
		03
		02
		01

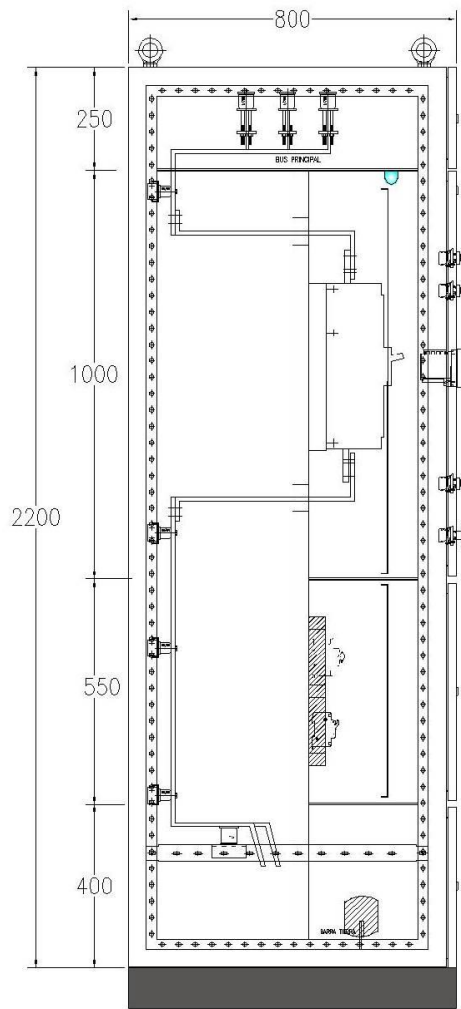
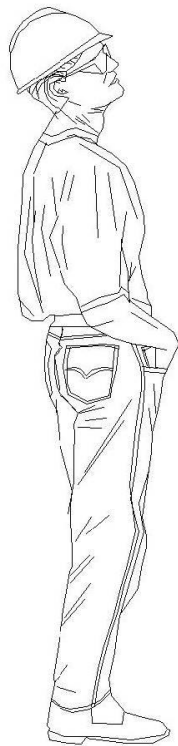




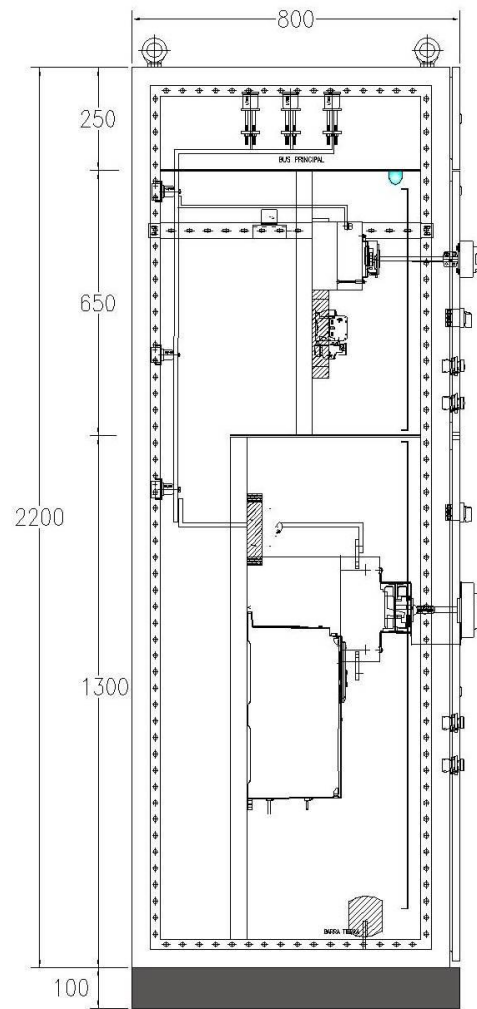


PROYECTO:	DESCRIPCION:	PAG. N°:	03
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL	DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA FRONTAL CALADOS EN PLACA BASE	07	02
			01

VISTA LATERAL
(CUERPO A Y B)



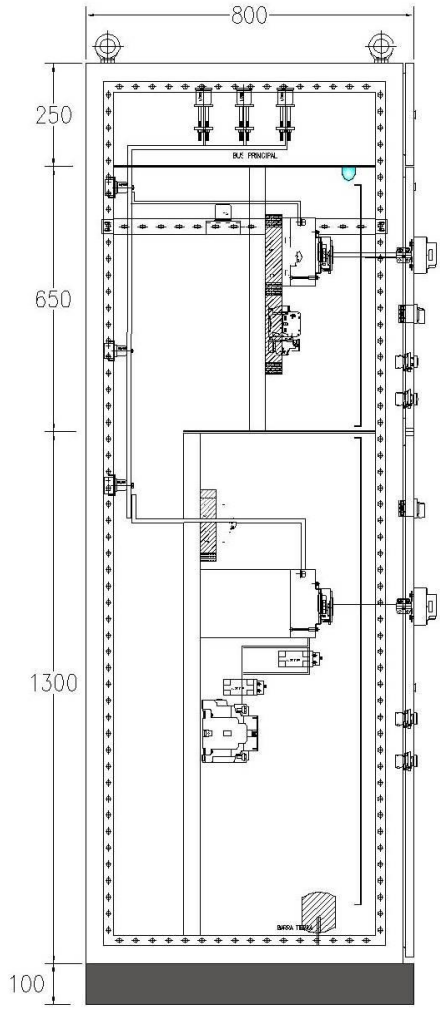
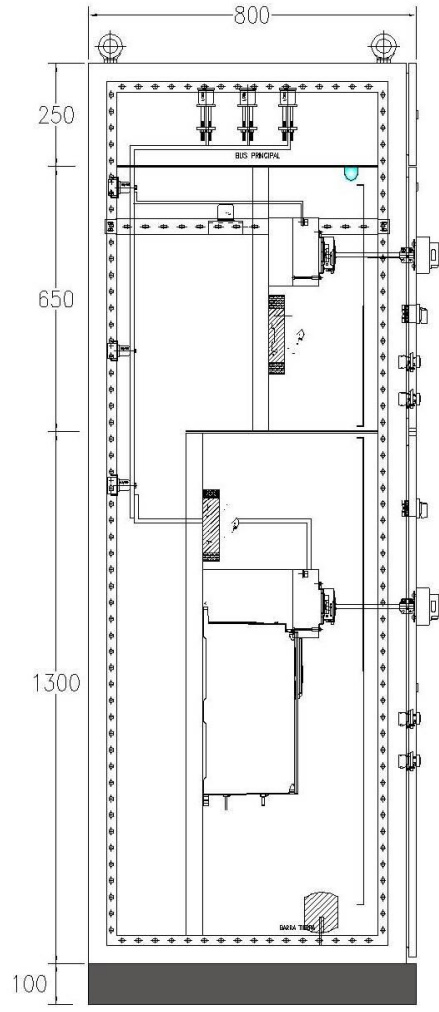
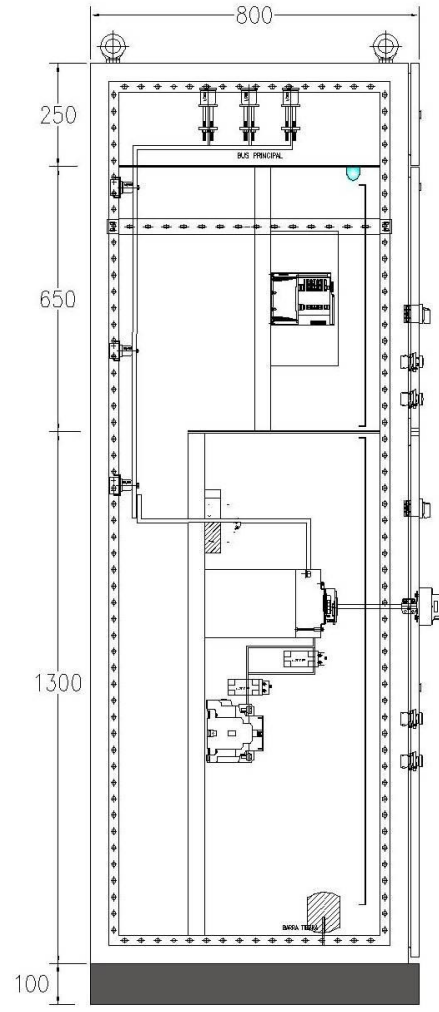
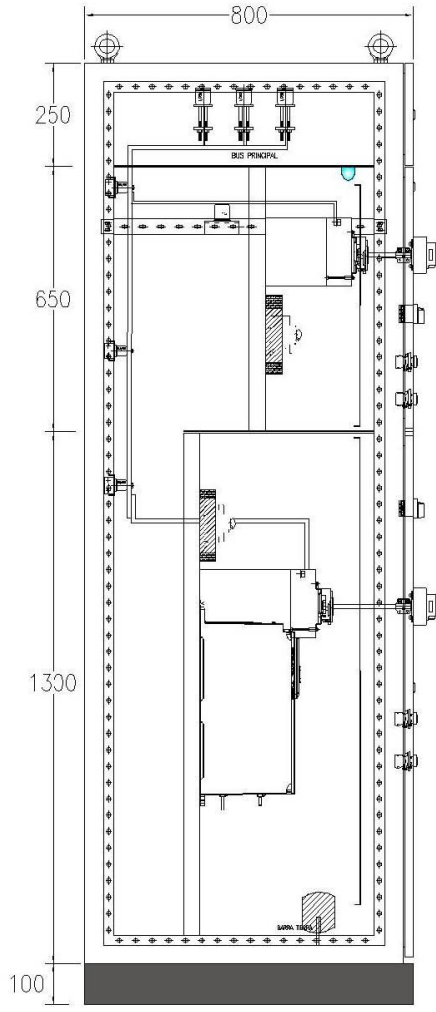
(CUERPO A)



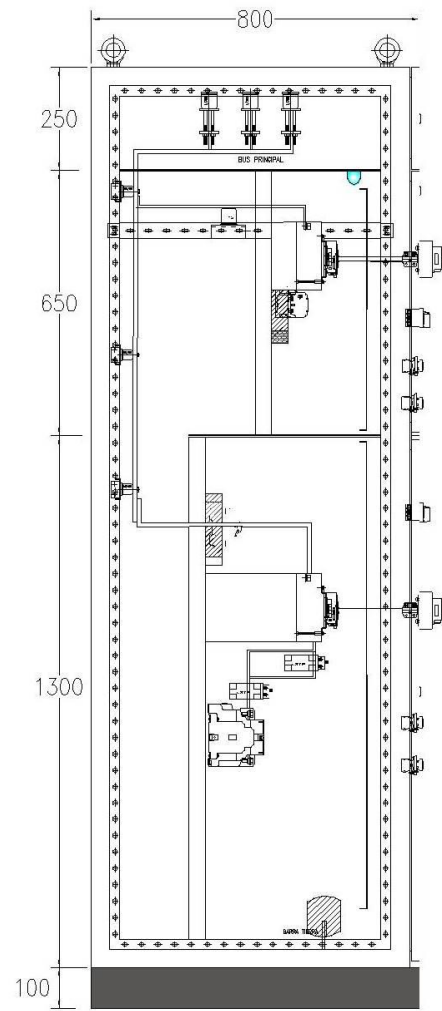
(CUERPO B)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :							DESCRIPCION :						PAG. N°:						
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA LATERAL CUERPO (A Y B)						08						
													03						
													02						
													01						

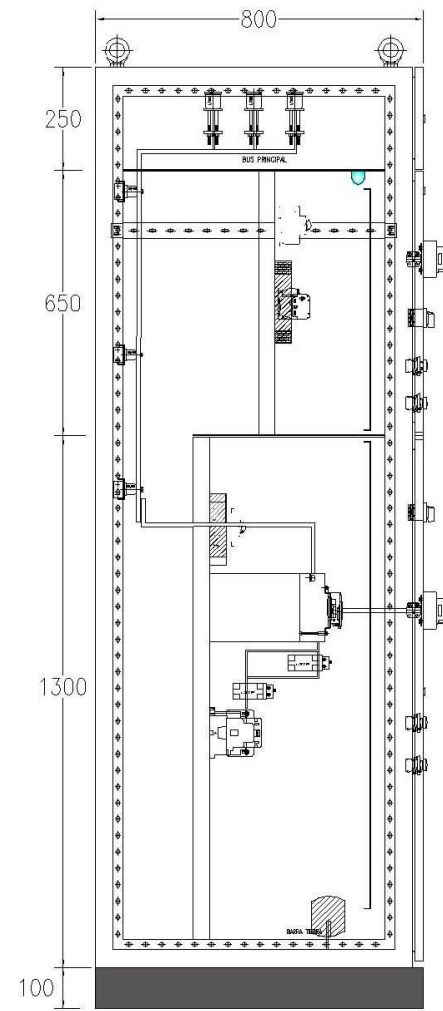
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
M	VISTA LATERAL (CUERPO C, D Y E)																				M
L																					L
K																					K
J																					J
I																					I
H																					H
G																					G
F																					F
E																					E
D																					D
C																					C
B																					B
A																					A
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
PROYECTO :						DESCRIPCION :						PAG. N°:						03			
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL						DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA LATERAL CUERPO (C, D Y F)						09						02			
																		01			



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
M	VISTA LATERAL (CUERPO F Y G)																				M
L																					L
K																					K
J																					J
I																					I
H																					H
G																					G
F																					F
E																					E
D																					D
C																					C
B																					B
A																					A
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	PROYECTO :						DESCRIPCION :						PAG. N°:						03		
	IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL						DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA LATERAL CUERPO (F Y G)						10						02		
																			01		

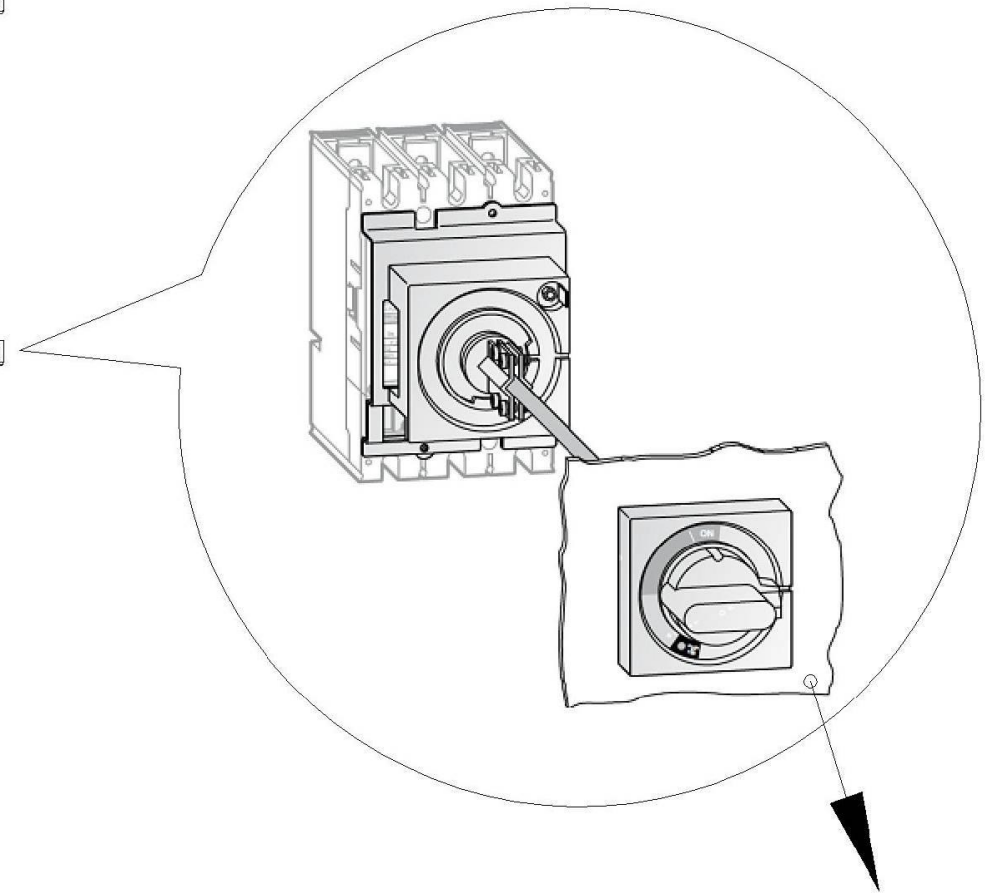


(CUERPO F)

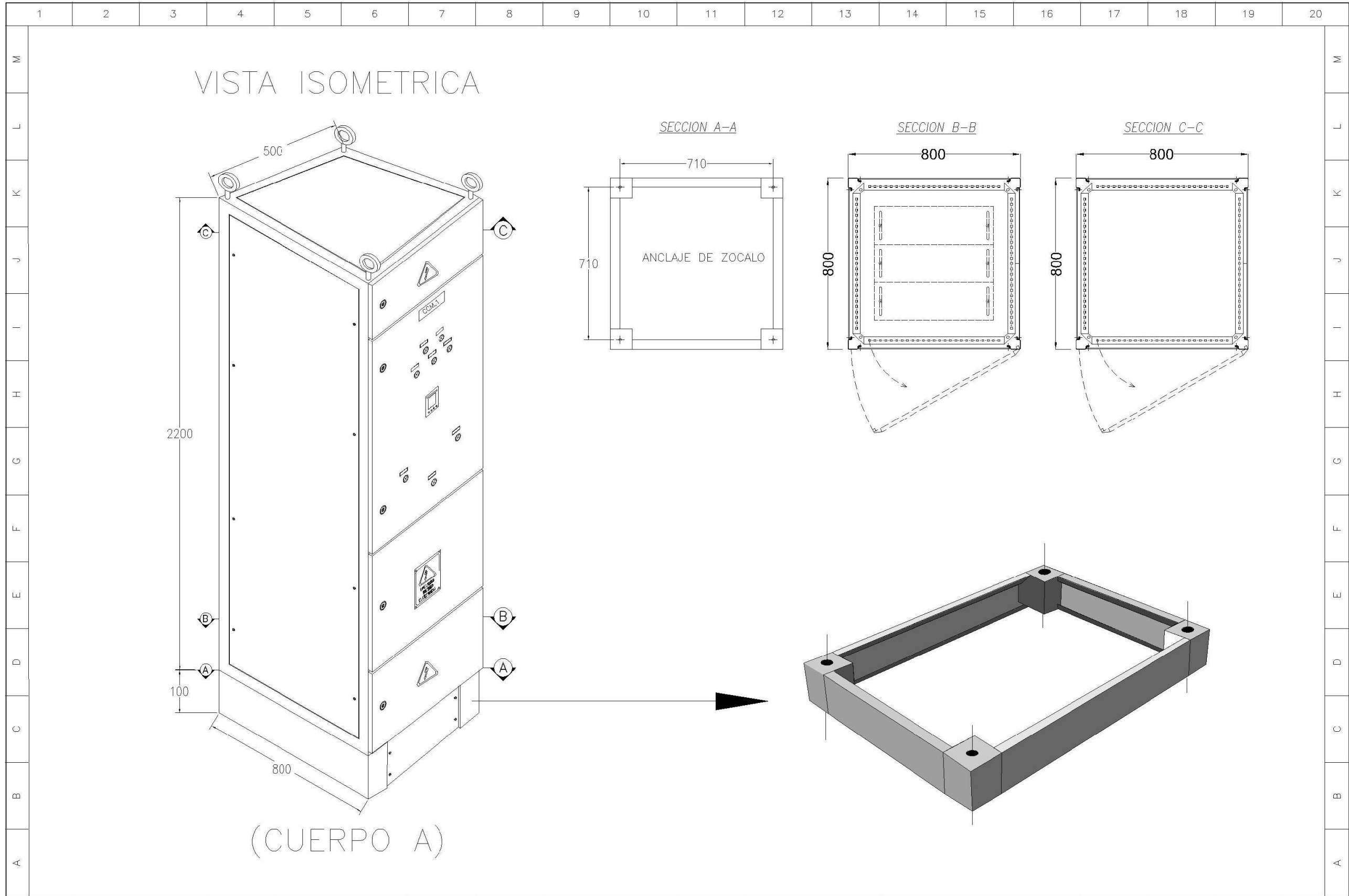


(CUERPO G)

MANDO EXTERIOR
(CONEXION FRONTAL)



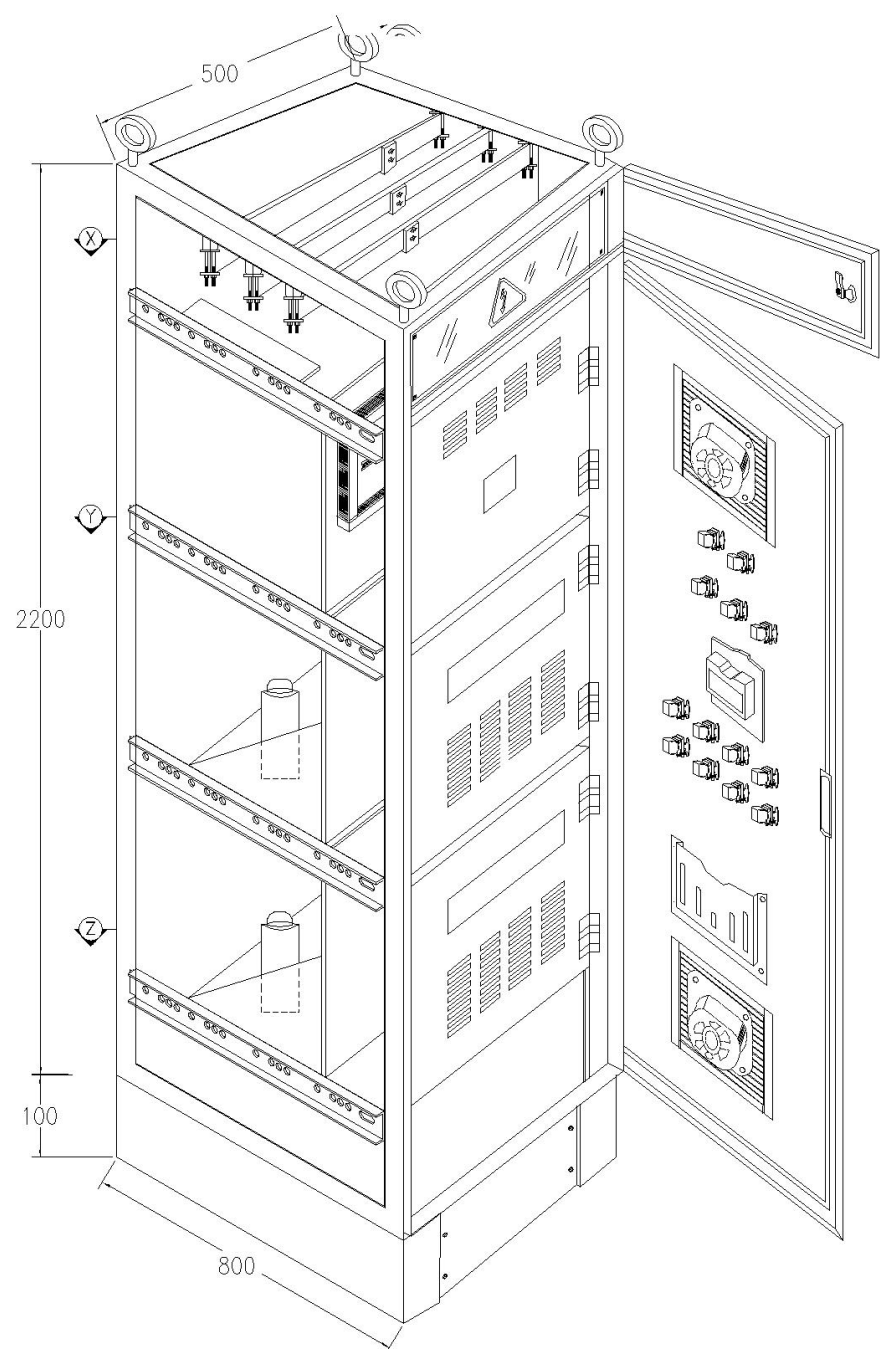
PUERTA



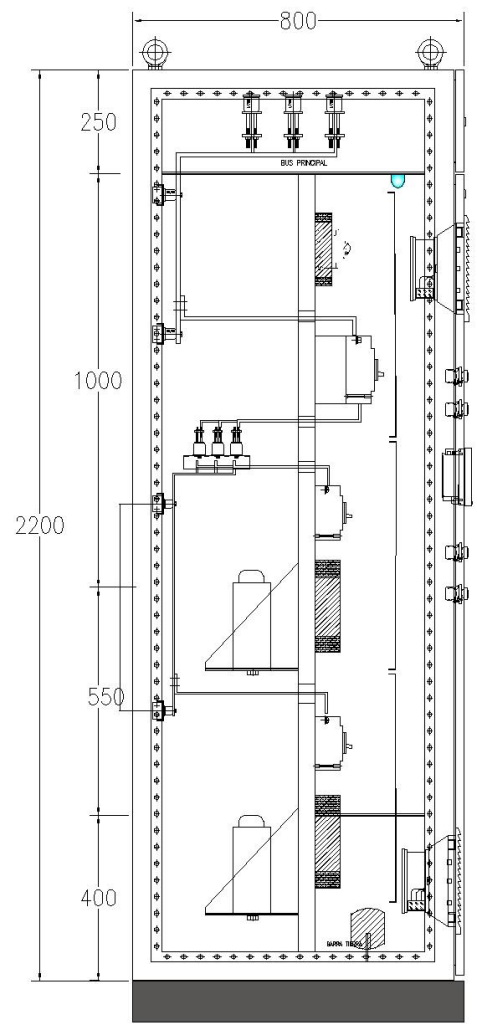
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :							DESCRIPCION :							PAG. N°:					
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA ISOMÉTRICA CUERPO (A) Y DETALLES ZÓCALO , BASE Y TECHO.							11					
																			03
																			02
																			01

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

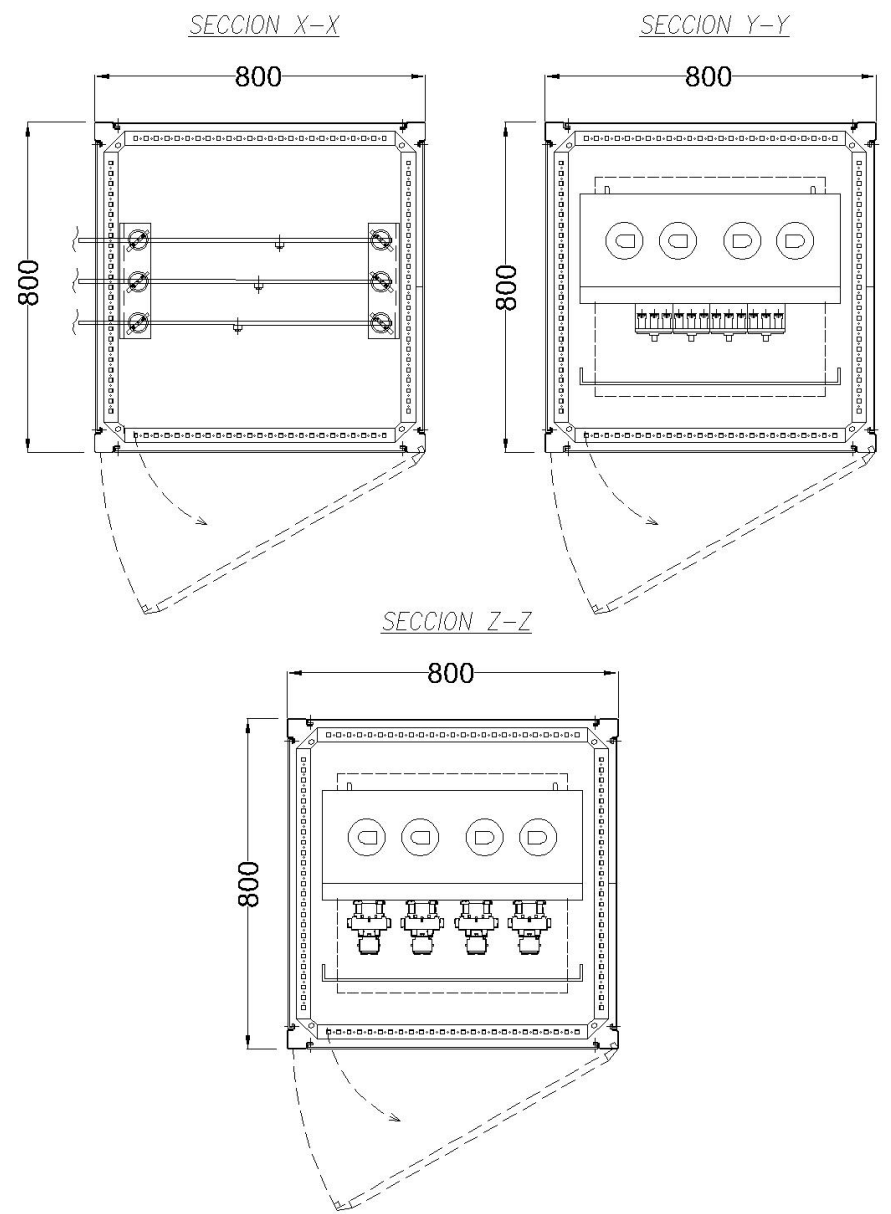
(CUERPO H)



VISTA ISOMETRICA
SIN TAPAS LATERALES



VISTA LATERAL



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

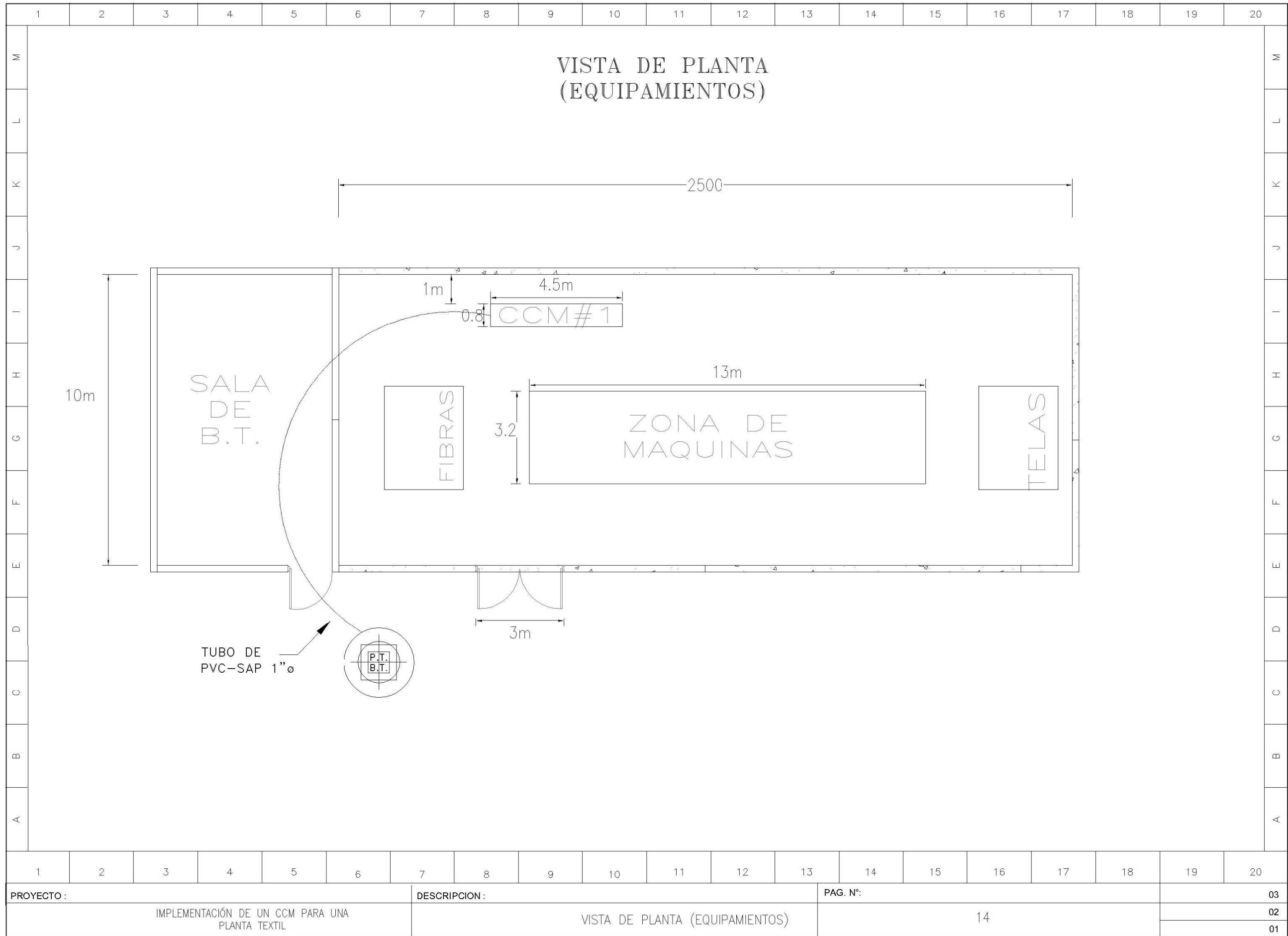
PROYECTO :
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM
PARA UNA PLANTA TEXTIL

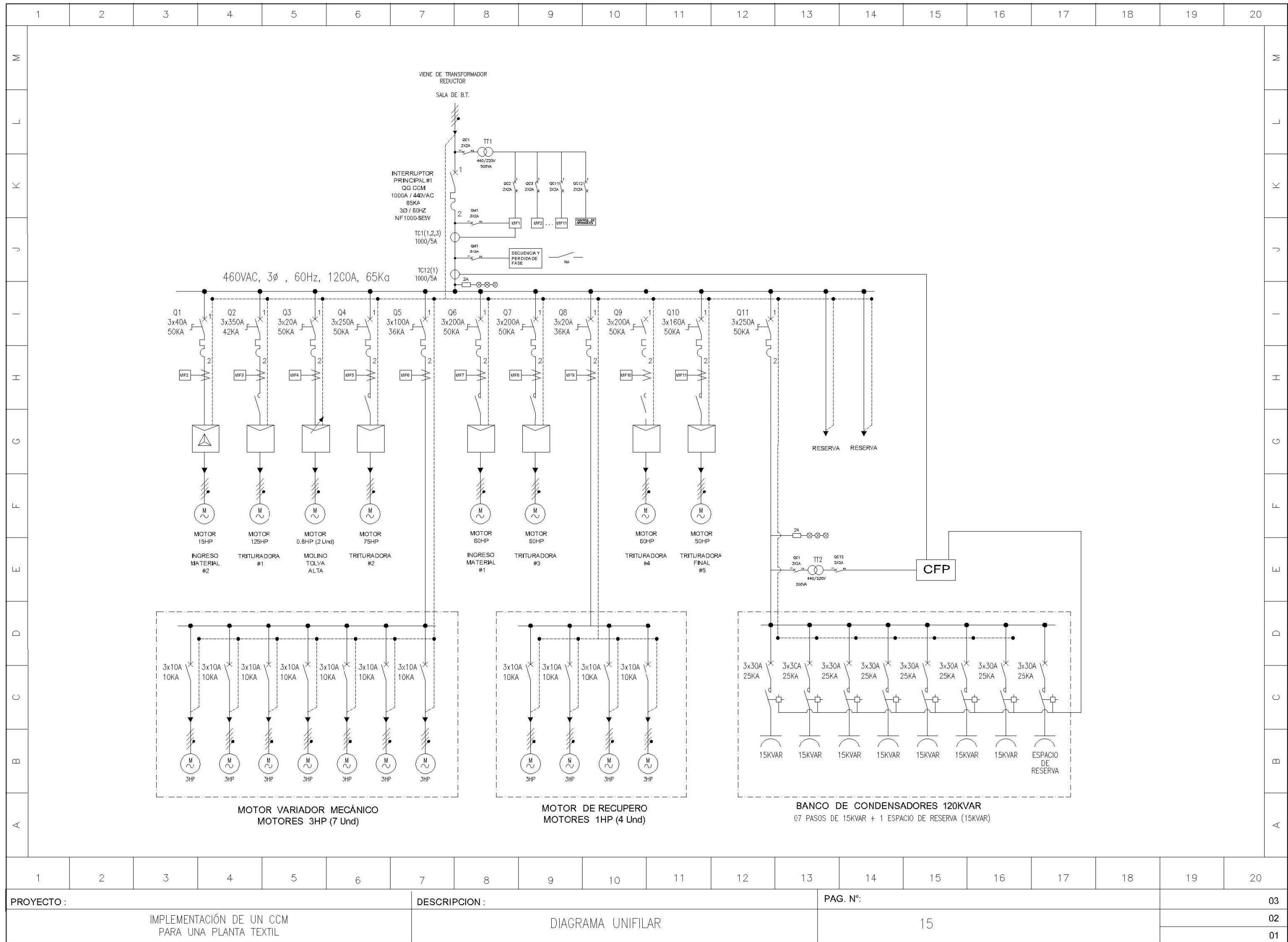
DESCRIPCION :
DISPOSICIÓN FÍSICA, VISTA ISOMÉTRICA CUERPO (H)
Y DETALLES CORTES VISTA DE PLANTA.

PAG. N°:
12

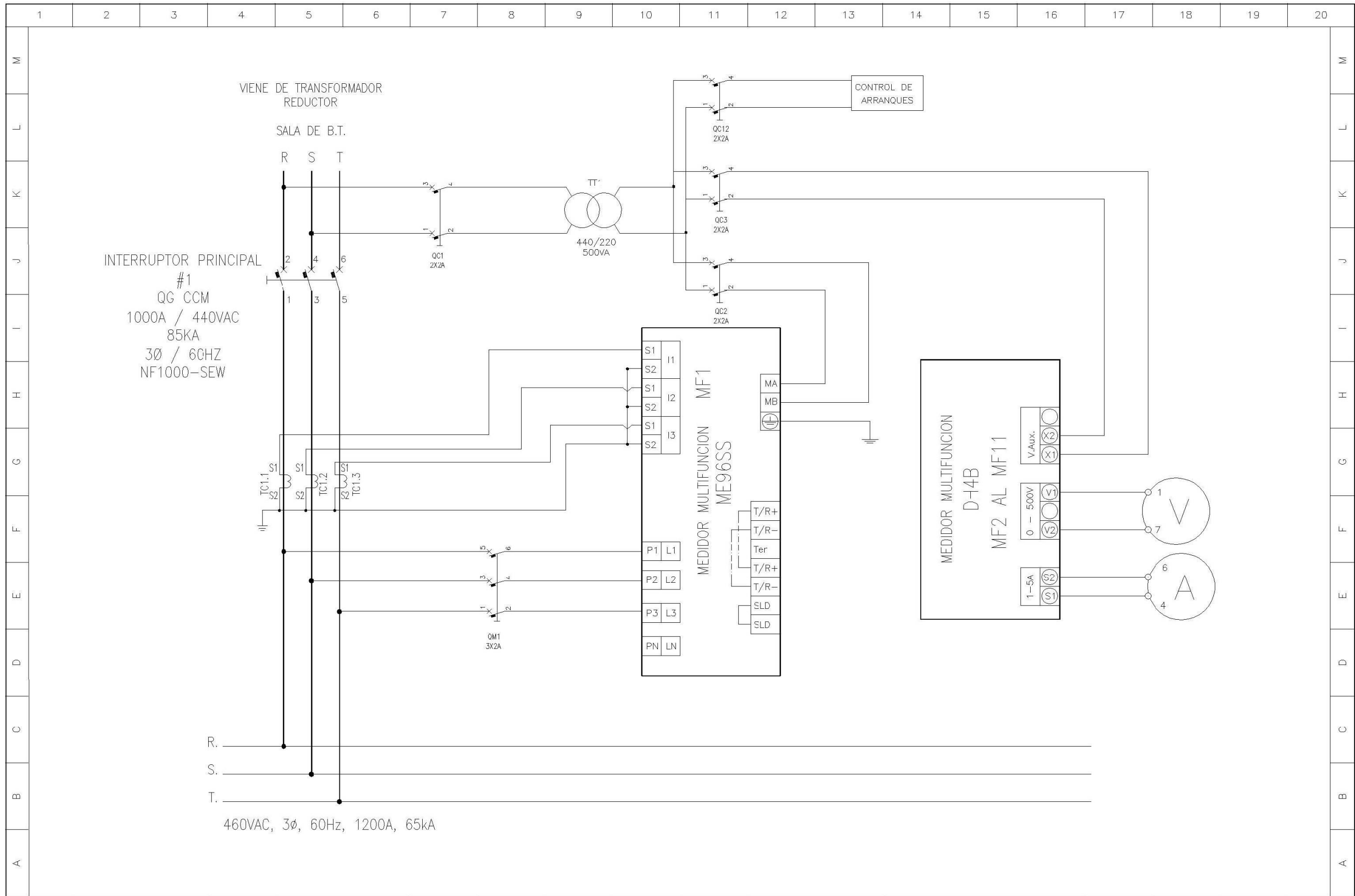
03
02
01

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
M	<u>VISTA ISOMETRICA APOYO DEL CCM</u>																			M	
L	<p>GABINETE METÁLICO CCM#1</p> <p>NIVEL DEL PISO</p> <p>SANJA DE CONCRETO</p> <p>FOSO DE 0.5m DE PROFUNDIDAD</p> <p>ANCLAJE AL SUELO</p>																			L	
K																				K	
J																				J	
I																				I	
H																				H	
G																				G	
F																				F	
E																				E	
D																				D	
C																				C	
B	B																				
A	A																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
PROYECTO :	IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL						DESCRIPCION :	VISTA ISOMETRICA APOYO DEL CCM						PAG. N°:	13						03
																			02		
																			01		



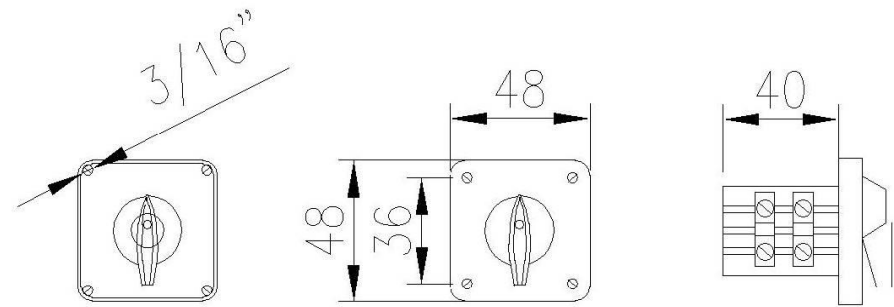


PROYECTO :	DESCRIPCION :	PAG. N°:	
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL	DIAGRAMA UNIFILAR	15	03
			02
			01

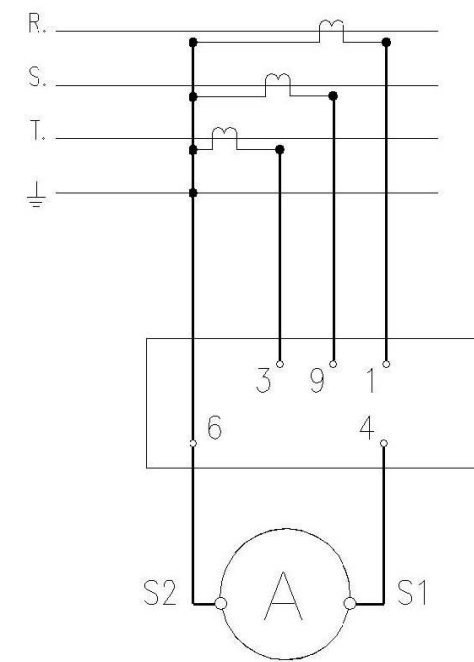
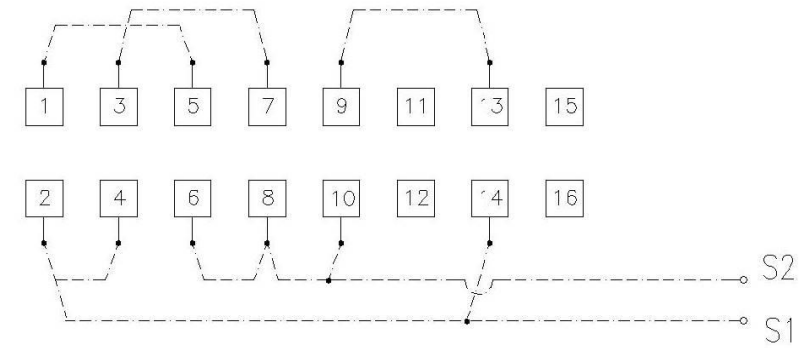
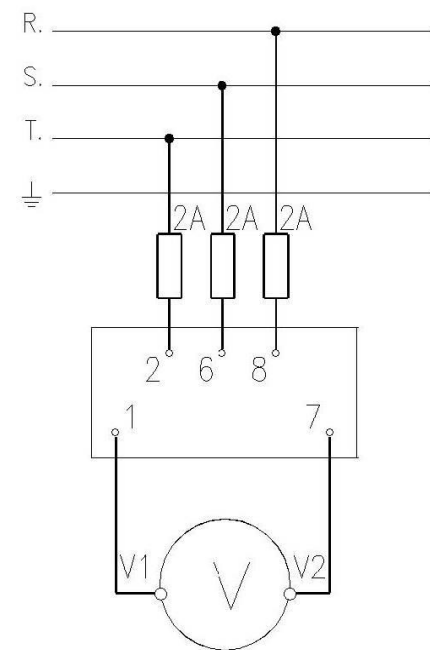
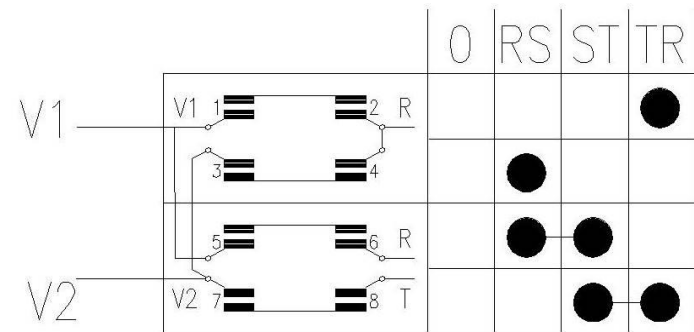
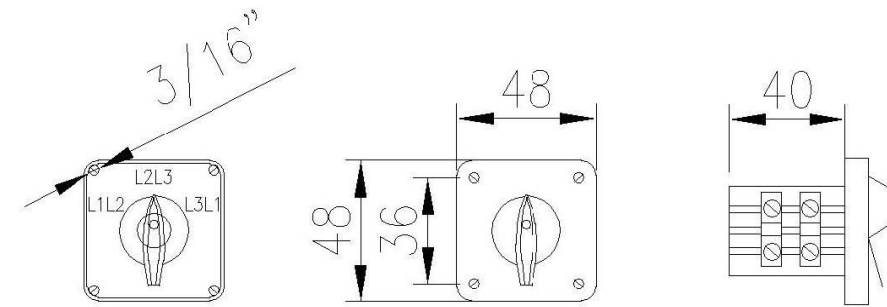


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :							DESCRIPCION :							PAG. N°:					
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							DIAGRAMA CONEXION EQUIPO MULTIMEDIDA MF							16					
														03					
														02					
														01					

CONMUTADOR VOLTIMETRICO



CONMUTADOR AMPERIMETRICO



PROYECTO :

IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM
PARA UNA PLANTA TEXTIL

DESCRIPCION :

DIAGRAMA CONEXION SELECTOR
VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO

PAG. N°:

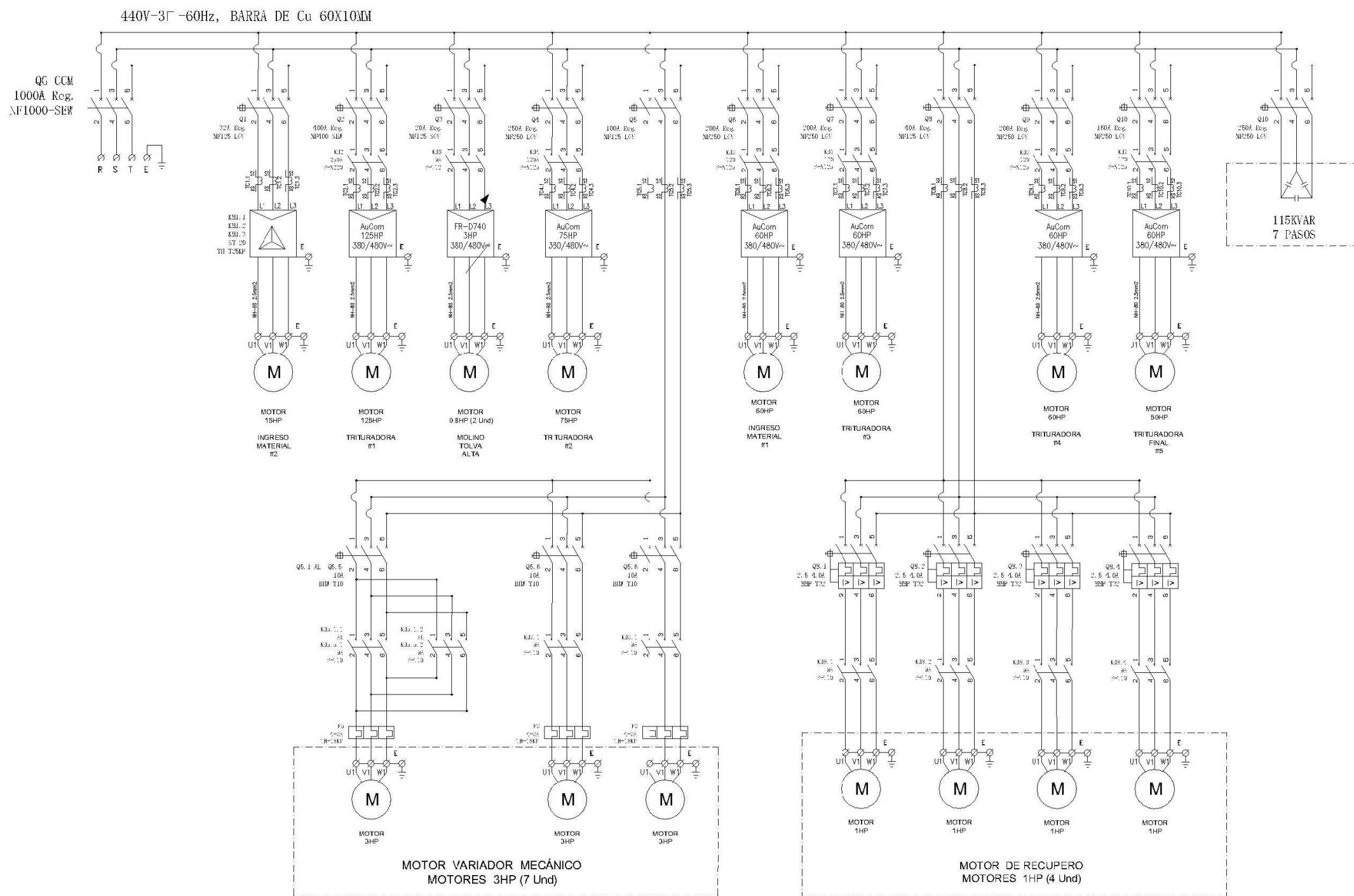
17

03

02

01

DIAGRAMA DE FUERZA



PROYECTO :

IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM
PARA UNA PLANTA TEXTIL

DESCRIPCION :

DIAGRAMA DE FUERZA

PAG. N°:

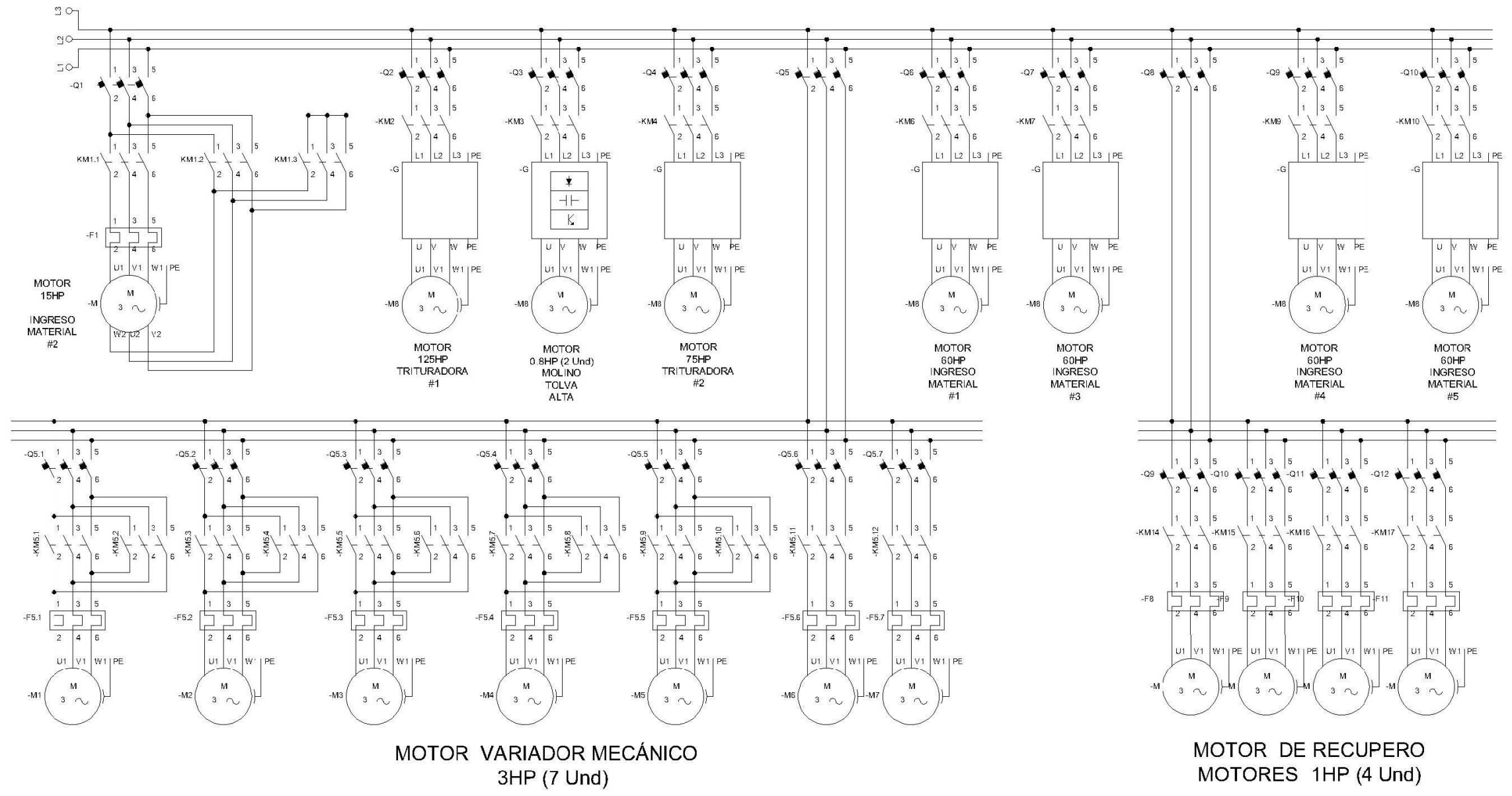
18

03

02

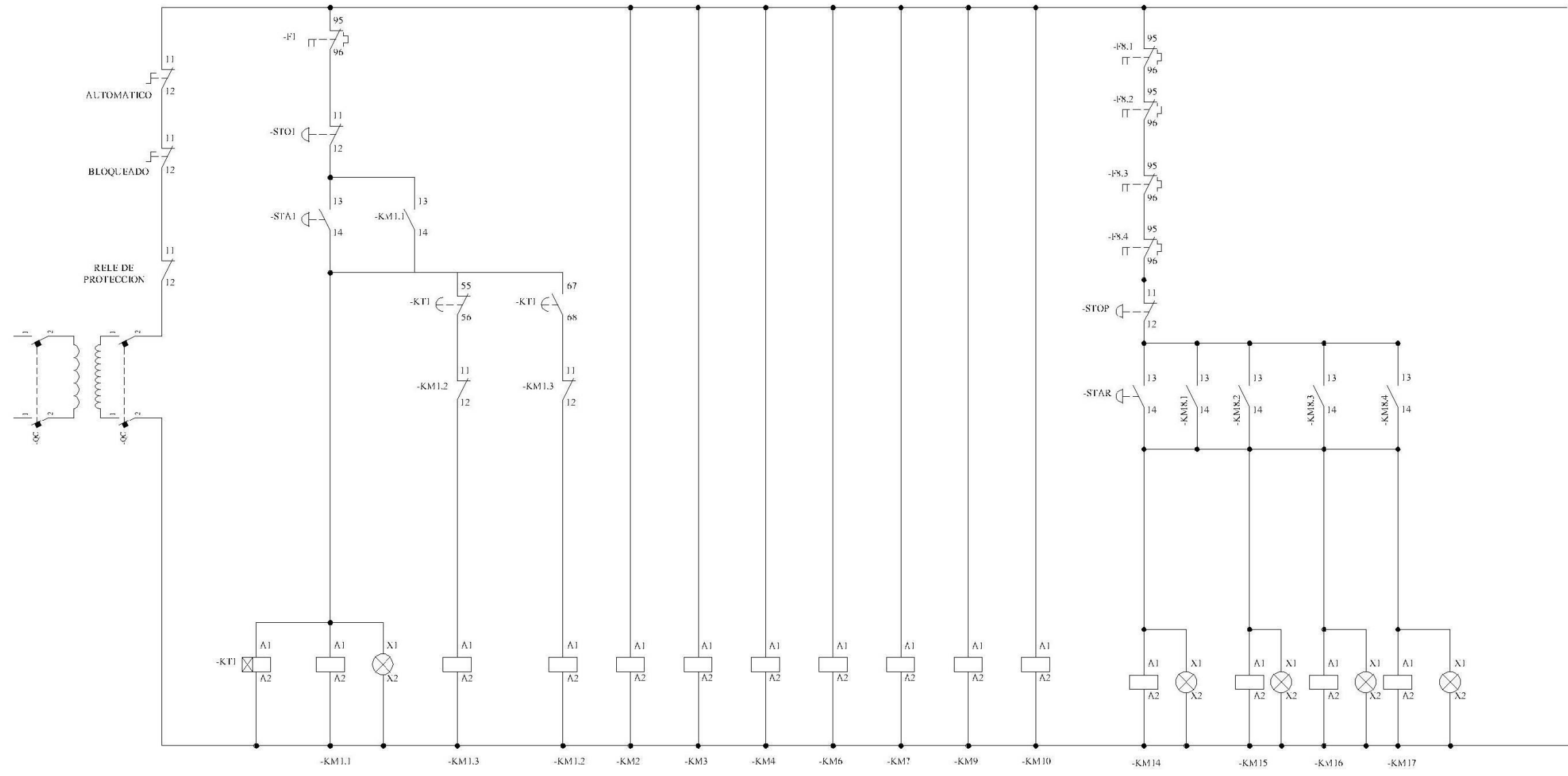
01

DIAGRAMA DE FUERZA (CADE-SIMU)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M																			M
L																			L
K																			K
J																			J
I																			I
H																			H
G																			G
F																			F
E																			E
D																			D
C																			C
B																			B
A																			A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :							DESCRIPCION :						PAG. N°:						
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							DIAGRAMA DE FUERZA (CADE-SIMU)						19						
													03						
													02						
													01						

DIAGRAMA DE CONTROL (CADE-SIMU)

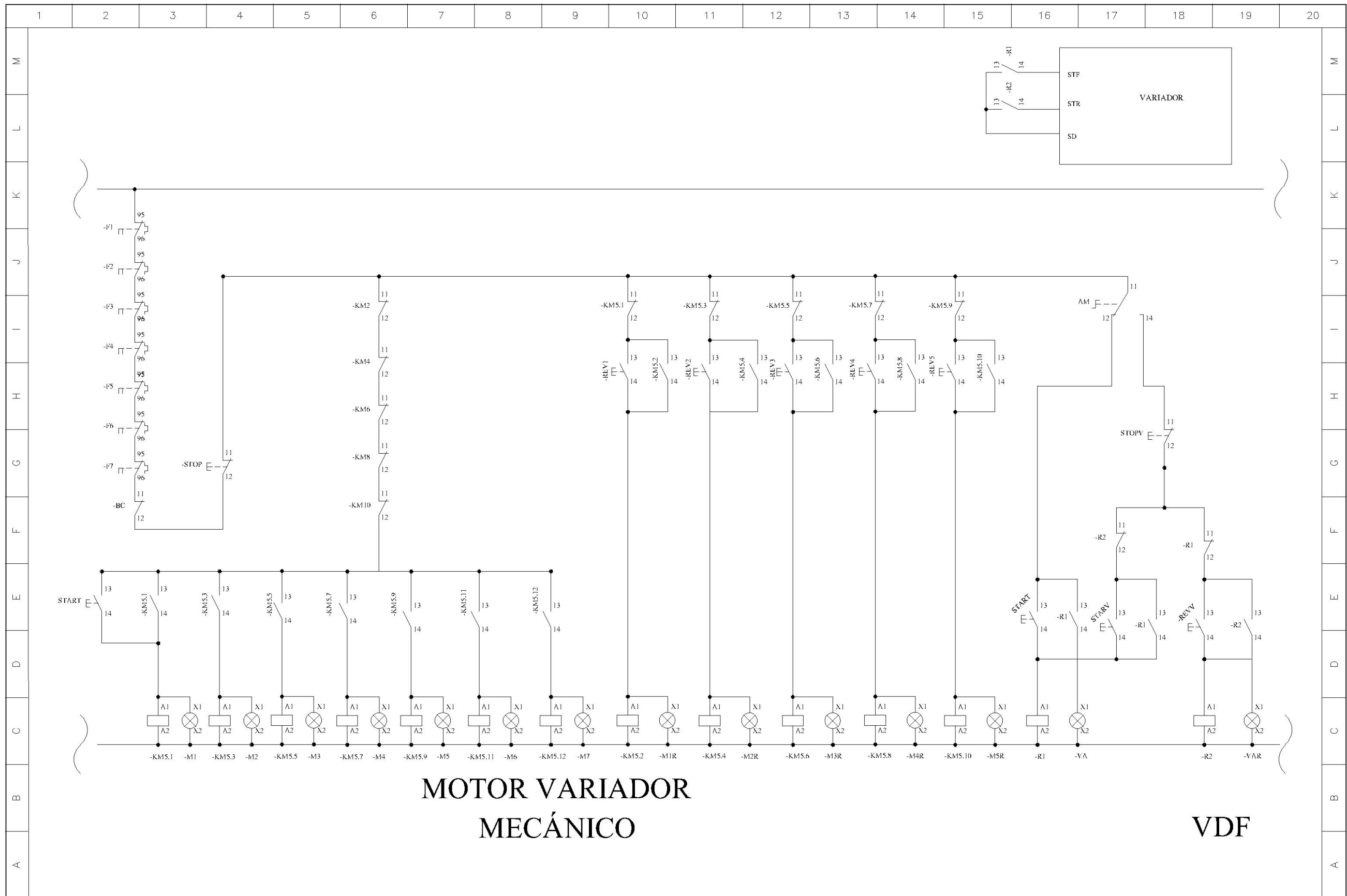


**ARRANQUE
Y-D**

**ARRANCADORES
AuCom**

**MOTORES DE
RECUPERO**

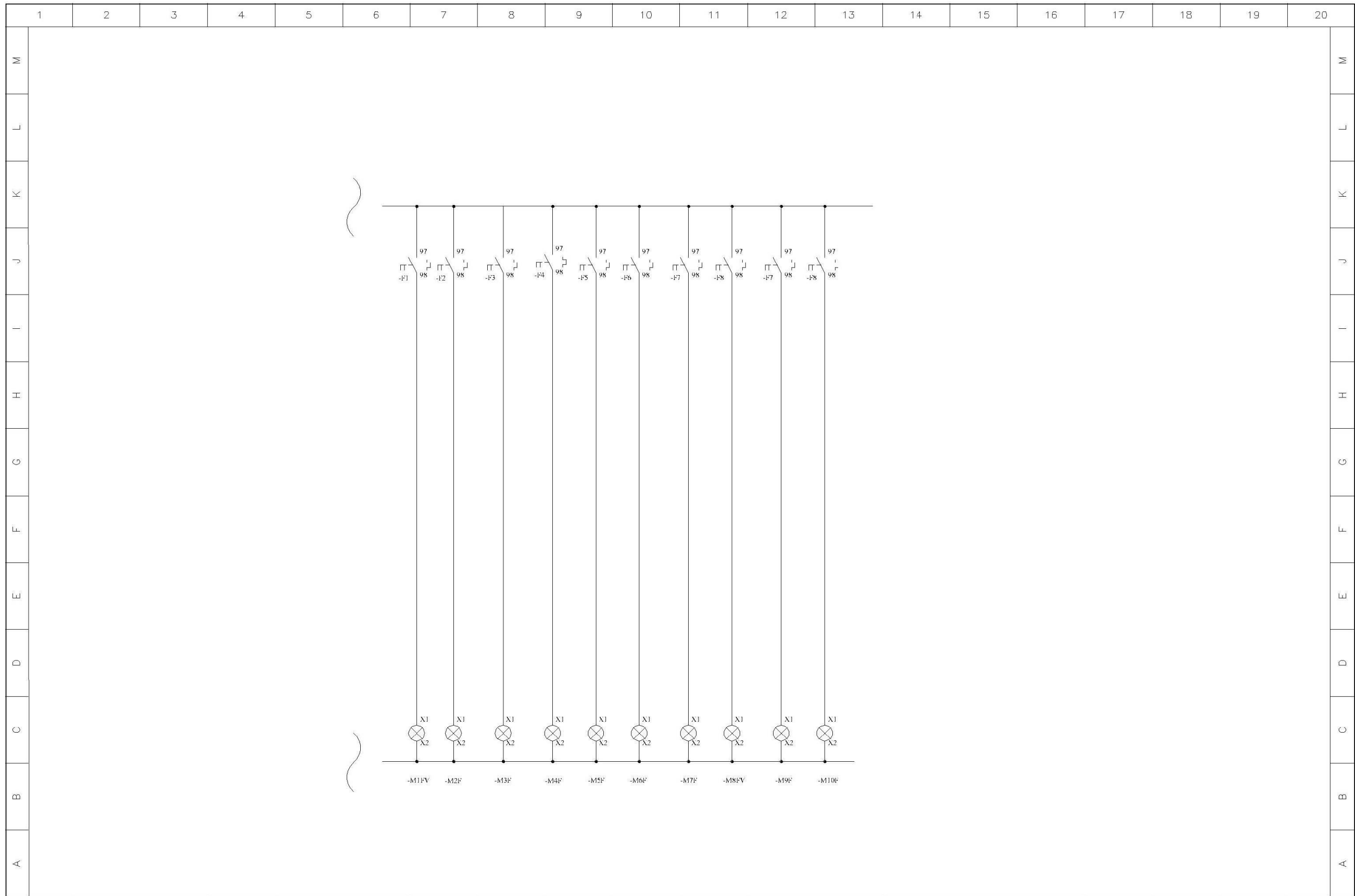
PROYECTO : IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL	DESCRIPCION : DIAGRAMA DE CONTROL (CADE-SIMU) - PARTE 1	PAG. N°: 20
		03
		02
		01



**MOTOR VARIADOR
MECÁNICO**

VDF

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :					DESCRIPCION :					PAG. N°:									
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL					DIAGRAMA DE CONTROL (CADe-SIMU) – PARTE 2					21									
															03				
															02				
															01				



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
PROYECTO :							DESCRIPCION :					PAG. N°:							
IMPLEMENTACIÓN DE UN CCM PARA UNA PLANTA TEXTIL							DIAGRAMA DE CONTROL (CADe-SIMU) – PARTE 3					22							
												03							
												02							
												01							

