



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

TRABAJO FIN DE GRADO INGENIERÍA ELÉCTRICA:

## CÁLCULO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN DE UNA NAVE AGRÍCOLA

**ALUMNO:** TAMARIT CHISBERT, VÍCTOR

**PROFESOR:** GARCIA SANCHEZ, TANIA

SEPTIEMBRE 2021

CURSO ACADÉMICO 2020/2021

## ÍNDICE

MEMORIA.....	10
1. Objeto del proyecto .....	10
2. Justificación del proyecto.....	10
2.1. Justificación académica.....	10
2.2. Justificación económica .....	10
2.3. Justificación legal.....	11
3. Emplazamiento.....	11
4. Instalación Eléctrica.....	14
4.1. Carga total.....	14
5. Descripción de las instalaciones de Enlace. ....	14
5.1 Línea general de alimentación .....	14
5.2 Cuadros Eléctricos. ....	16
5.2.1 Cuadro General .....	16
5.2.2 Subcuadros. ....	16
6. Alumbrado.....	17
6.1 Iluminación interior y exterior. ....	17
6.2 Alumbrado de emergencia y señalización.....	18
6.2.1 Alumbrado de seguridad. ....	19
7. Conductores .....	20
7.1 Canalización.....	21
8. Protecciones.....	21
9. Toma a tierra.....	25
10. Conclusiones.....	25
ANEXO I: CÁLCULOS .....	28
1. Objeto.....	28
2. Dimensionamiento de una Línea .....	28
2.1 Línea General .....	32
2.1.1 Criterio por calentamiento.....	32
2.1.2 Criterio por caída de tensión.....	33
2.3 Cuadro 1 .....	33
2.3.1 Criterio por calentamiento.....	33
2.3.1 Criterio por caída de tensión.....	34
2.4 Cuadro 2 .....	35

2.4.1 Criterio por calentamiento.....	35
2.4.2 Criterio por caída de tensión.....	36
2.5 Cuadro 3 .....	37
2.5.1 Criterio por calentamiento.....	37
2.5.2 Criterio por caída de tensión.....	38
2.6 Cuadro alumbrado .....	38
2.6.1 Criterio por calentamiento.....	38
2.6.2 Criterio por caída de tensión.....	39
2.6 Cuadro Compresor .....	39
2.5.1 Criterio por calentamiento.....	39
2.5.2 Criterio por caída de tensión.....	40
3.    Resumen dimensionamiento Cuadros 1, 2, 3 .....	41
4.    Protecciones.....	46
4.1 Línea General .....	49
4.2 Cuadro 1 .....	49
4.2 Cuadro 3 .....	50
5.    Toma a Tierra .....	51
ANEXO II: MEJORA FACTOR DE POTENCIA.....	54
1.    Objeto.....	54
2.    Ventajas.....	54
3.    Método.....	54
4.    Dimensionamiento Baterías de Condensadores.....	54
5.    Selección de la batería de condensadores.....	55
ANEXO III: CENTRO DE TRANSFORMACION .....	56
1 MEMORIA.....	57
Resumen de Características .....	57
1.1 Titular .....	57
1.2 Emplazamiento.....	57
1.3 Localidad .....	57
1.4 Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA.....	57
1.5 Tipo de Centro de Transformación .....	57
1.6 Tipo de Transformador.....	57
1.7 Director de Obra.....	57
1.7.1 Presupuesto total.....	57

1.8 Objeto del Proyecto .....	57
1.9 Reglamentación y Disposiciones Oficiales .....	58
1.12 Características Generales del Centro de Transformación.....	61
1.13 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.....	61
1.14 Descripción de la instalación .....	61
1.14.1 Obra Civil .....	61
1.14.2 Características de los Materiales .....	61
1.15 Instalación Eléctrica.....	66
1.15.1 Características de la Red de Alimentación .....	66
1.15.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	66
1.15.3 Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores .....	68
1.15.4 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.....	75
1.15.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión .....	76
1.15.6 Unidades de Protección, Automatismos y Control .....	77
16. Puesta a tierra .....	81
16.1 Tierra de protección .....	81
16.2 Tierra de servicio .....	81
16.3 Instalaciones secundarias.....	81
17. Limitación de campos magnéticos .....	83
2. CÁLCULOS.....	83
2.1 Intensidad de Media Tensión .....	83
2.2 Intensidad de Baja Tensión .....	84
2.3 Cortocircuitos .....	84
2.3.1 Observaciones .....	84
2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito.....	84
2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión .....	85
2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión .....	85
2.4 Dimensionado del embarrado.....	85
2.4.1 Comprobación por densidad de corriente .....	85
2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica .....	86
2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica .....	86
2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	86
2.6 Dimensionado de los puentes de MT.....	87
2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.....	87



2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos .....	87
2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra .....	88
2.9.1 Investigación de las características del suelo.....	88
2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.....	88
2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra .....	88
2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra .....	89
2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.....	92
2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación .....	93
2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas .....	93
2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior .....	96
2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial .....	97
3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	98
3.1 Calidad de los materiales .....	98
3.2 Obra civil.....	98
3.3 Aparata de Media Tensión.....	98
3.4 Transformadores de potencia .....	99
3.5 Equipos de medida .....	99
3.6 Normas de ejecución de las instalaciones.....	100
3.7 Pruebas reglamentarias .....	100
3.8 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	100
3.9 Certificados y documentación.....	101
3.10 Libro de órdenes .....	101
4 PRESUPUESTO .....	101
4.1 Obra civil.....	101
4.2 Equipo de MT .....	102
4.3 Equipo de Potencia.....	104
4.4 Equipo de Baja Tensión .....	105
4.5 Sistema de Puesta a Tierra .....	105
Varios.....	107
PLIEGO DE CONDICIONES.....	112
1. Condiciones generales .....	112
2. Materiales .....	112
2.1 Canalizaciones eléctricas.....	112

2.1.1 Tubos.....	112
2.1.2 Bandeja.....	113
2.1.3 Conductores.....	115
2.1.3.1 Materiales.....	115
2.1.3.2 Dimensionado.....	115
2.1.3.2 Cajas de empalme.....	116
2.1.3.3 Mecanismos y tomas de corriente.....	116
3. Protecciones.....	116
3.1 Interruptores diferenciales.....	116
3.2 Seccionadores.....	117
3.3 Interruptores automáticos.....	117
3.4 Guardamotores.....	117
3.5 Fusibles.....	118
3.6 Embarrados.....	118
4. Cuadros eléctricos.....	118
5. Baterías de condensadores.....	119
6. Equipos de alumbrado.....	119
6.2 Alumbrado de emergencia y señalización.....	119
6.2.1 Alumbrado de seguridad.....	119
6.2.2. Alumbrado de evacuación.....	120
6.2.3 Alumbrado antipánico.....	120
6.2.4 Alumbrado de reemplazamiento.....	121
7. Puesta a Tierra.....	121
8. Mantenimiento.....	121
9. Seguridad y Salud.....	122
PRESUPUESTO.....	123
ANEXO III:.....	132
PLANOS.....	132

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Situación nave industrial. Fuente: Google maps.....	11
Figura 2.Situación nave industrial. Fuente: Google maps.....	12
Figura 3. Dimensión nave industrial (perímetro). Fuente: Google maps.....	12
Figura 4. Fachada. Fuente: google maps.....	13
Figura 5 Plano Nave. Fuente:propia.....	13

Figura 6.Línea General. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 7.Línea General. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 8. Distribución Cuadros: Elaboración propia.....	17
Figura 9. Mega Nave Fuente: Fabricante .....	18
Figura 10. Difusor. Fuente: Fabricante.....	18
Figura 11Tiras Led. Fuente:Fabricante.....	18
Figura 12Luz emergencia Estanca. Fuente Fabricante.....	19
Figura 13.Sinoptico Cuadros. Fuente: Elaboración propia.....	48
Figura 14. Características Cable. Fuente: Fabricante .....	48
Figura 15.Posicion Picas. Fuente: Elaboración Propia.....	97

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Carga total. Fuente: Elaboración propia.....	14
Tabla 2. Tabla secciones cableado. Fuente: Elaboración propia.....	20
Tabla 3. Tabla de protecciones 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	22
Tabla 4. Tabla de protecciones 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	23
Tabla 5. Tabla de protecciones 2 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	23
Tabla 6. Tabla de protecciones 1 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	23
Tabla 7. Tabla de protecciones 2 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	23
Tabla 8. Tabla de protecciones 1 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia .....	24
Tabla 9. Tabla de protecciones 2 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia .....	24
Tabla 10. Tabla de protecciones cuadro alumbrado. Fuente: Elaboración propia .....	24
Tabla 11. Tabla sección protección. Fuente: ITC BT-18.....	29
Tabla 12. Tabla conductores. Fuente: UNE 60364 5-52.....	30
Tabla 13. Tabla sección nominal por aislamiento. Fuente: ITC-BT-07 .....	32
Tabla 14. Tabla cargas 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	34
Tabla 15. Tabla cargas 2 cuadro 1 .....	34
Tabla 16. Tabla cargas 1 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	35
Tabla 17. Tabla cargas 2 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	35
Tabla 18. Tabla cargas 1 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia .....	37
Tabla 19. Tabla cargas 2 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia .....	37
Tabla 20. Tabla resumen secciones motores 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	41
Tabla 21. Tabla resumen secciones motores 2 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	42
Tabla 22. Tabla resumen secciones motores 3 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia .....	42
Tabla 23. Tabla resumen secciones motores 1 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	44
Tabla 24. Tabla resumen secciones motores 1 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia .....	44
Tabla 25. Tabla resumen secciones motores 2 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	44
Tabla 26. Tabla resumen secciones motores 3 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	45
Tabla 27. Tabla resumen secciones motores 4 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia .....	45
Tabla 28. Tabla resumen alumbrado. Fuente: Elaboración propia.....	46
Tabla 29. Tabla dimensiones bandeja. Fuente: ITC-BT-21 .....	114
Tabla 30. Tabla dimensiones tapas. Fuente: ITC-BT-21 .....	114
Tabla 31. Tabla dimensiones uniones. Fuente: ITC-BT-21 .....	114

Tabla 32. Tabla colores conductores. Fuente: Elaboración propia ..... 115

# MEMORIA

## MEMORIA

### 1. Objeto del proyecto

La finalidad de este proyecto es la reforma de maquinaria de una nave industrial, en el cual el proyecto consiste en diseñar y dimensionar la carga eléctrica necesaria para alimentar la maquinaria de la nave. La actividad de esta nave es agrícola, venta por el mayor de frutas, una de sus frutas más relevante es la naranja

La empresa nos pide una renovación de maquinaria ya antigua y sin automatizar, con lo que junto con varias empresas, por ejemplo Oliver que son los encargados del tema mecánico, y por ello nosotros realizamos es la remodelación de toda la instalación eléctrica y sus respectivas protecciones.

El suministro de energía eléctrica para las instalaciones que se lleva a cabo en el presente proyecto, se llevara a cabo en Baja Tensión, siendo la tensión de cálculo y de distribución de 400V entre fases y 230 entre fase y neutro, a una frecuencia de 50 Hz.

### 2. Justificación del proyecto

#### 2.1. Justificación académica

El presente proyecto ha sido realizado por el alumno Víctor Tamarit Chisbert de la Universidad Politécnica de Valencia como proyecto de final de grado en la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Este proyecto está basado en las prácticas, con lo que pretende este proyecto es aplicar los estudios obtenidos durante los cursos realizados y ponerlos en práctica en un proyecto real.

#### 2.2. Justificación económica

Teniendo en cuenta que estas instalaciones en temporada alta llegan a trabajar 16 horas seguidas podemos decir que con una mejora y una automatización de la maquinaria se pretende amortizar el tiempo de trabajo con una producción máxima posible. Más en el aspecto eléctrico el sistema de Led en la mayoría de la instalación nueva va a suponer un menor consumo.

Con este proyecto no se pretende disminuir el gasto personal, en este aspecto se va a mantener el mismo personal e incluso en alguna zona se necesitará más trabajadores.

### 2.3. Justificación legal

La normativa respecto a la instalación nos regiremos frente a la normativa vigente de España.

Las normativas que afectan esta instalación son:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por decreto 842/2002 de fecha 2 de agosto de 2002 (BOE nº224 del 18/09/2002)
- Normas UNE de aplicación.
- Instrucciones técnicas complementarias del reglamento.
- Normas dictadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Normativas y fichas técnicas del fabricante.
- Cualquier disposición legal de aplicación que pueda afectar a este proyecto

### 3. Emplazamiento.

En cuanto a la localización de la nave industrial es en Valencia. Se encuentra en la Polígono Industrial La Foia, calle 10, 46510 Quartell, Valencia. La empresa German Sancho y Compañía Sa, su actividad es el comercio al por mayor de frutas y frutos, verduras frescas y hortalizas, pero donde más se centra su actividad es en el comercio al por mayor de naranjas. La superficie es de 21005,17 m<sup>2</sup>, aunque de superficie útil de 11157,904 m<sup>2</sup>.



Figura 1. Situación nave industrial. Fuente: Google maps

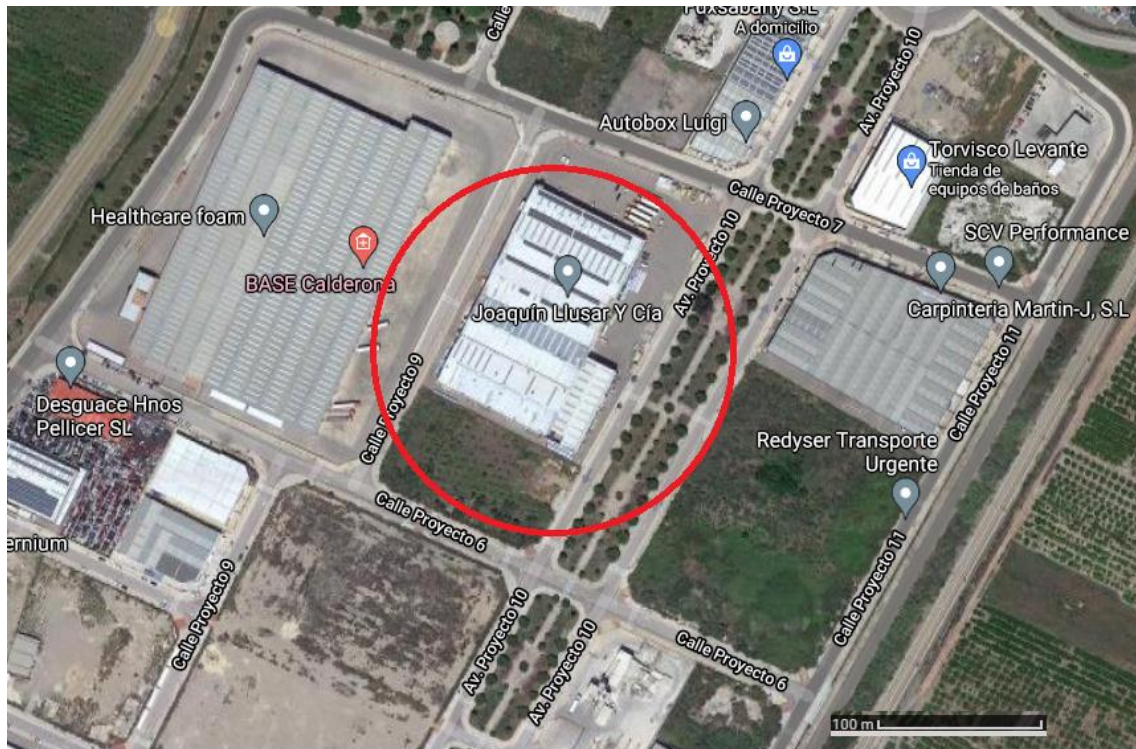


Figura 2. Situación nave industrial. Fuente: Google maps



Figura 3. Dimensión nave industrial (perímetro). Fuente: Google maps



Esta nave consta de una sola planta, distribuidas en varias zonas posteriormente detalladas en planos. Se pueden distinguir varias zonas como la zona de fabricación, donde se realiza el tratamiento y encajado de la fruta, la parte de salida y entrada de camiones para la carga y descarga de fruta y por último la zona de vestuarios y oficinas.



Figura 4. Fachada. Fuente: google maps

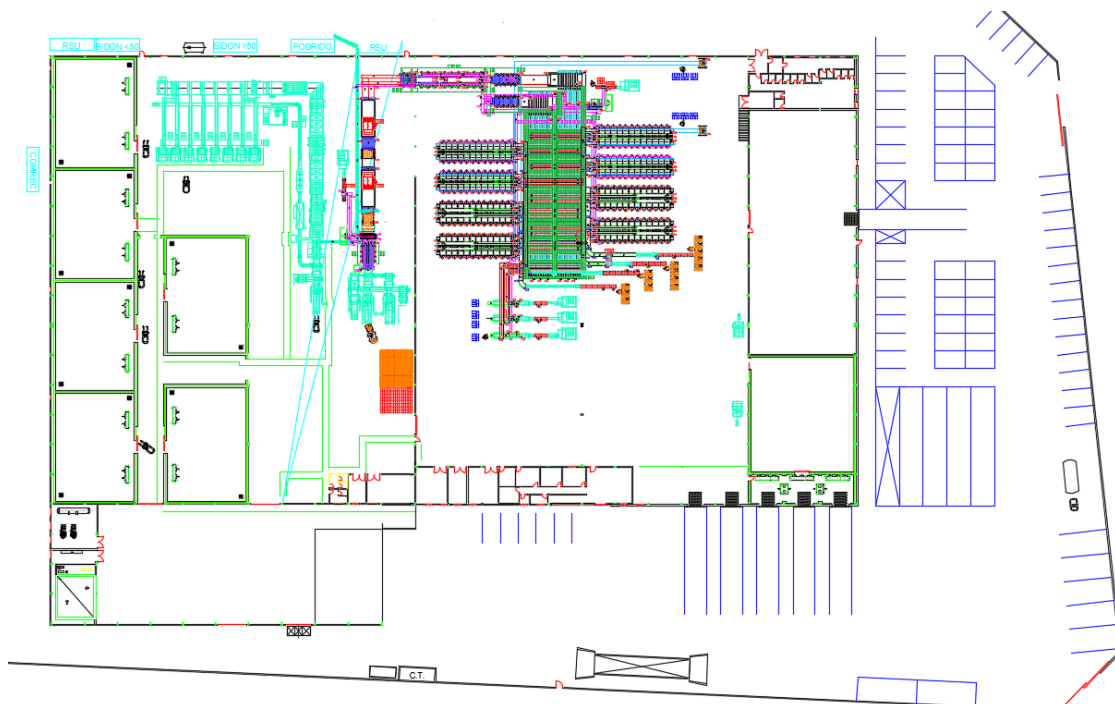


Figura 5 Plano Nave. Fuente:propia

## 4. Instalación Eléctrica

### 4.1. Carga total

Para el estudio de la previsión del consumo de las cargas de la nave industrial se ha tenido en cuenta tanto la potencia absorbida y el factor de utilización de cada circuito, así como el factor de simultaneidad de cada zona de la industria para obtener la potencia prevista con la que realizar el diseño de cada línea.

Concepto	Potencia (W)
Alumbrado	13692,64
Cuadro 1	117830
Cuadro 2	84090
Cuadro 3	29640
Compresor	15000
Sala maquinas	15000
Oficinas	10000
Vestuarios	8000
C. Aux 1, Nave 1	7000
C. Aux 2, Nave 2	7000
<b>TOTAL</b>	<b>307252,6</b>

Tabla 1. Carga total. Fuente: Elaboración propia

Por lo que observamos los diferentes cuadros de nuestro proyecto se dividen en 3 grandes cuadros en el cual los cuadros 1,2 y 3 corresponden a la fuerza de las maquinas, motores, por otro lado, el cuadro de alumbrado es el que lleva aparte del alumbrado exterior e interior de la nave los que alumbran en cada mesa de repaso/selección de fruta. También encontramos los cuadros correspondientes a los vestuarios y oficinas. Por otro lado en la zona de cámaras y almacenaje de fruta tenemos los cuadros de compresores y auxiliares.

## 5. Descripción de las instalaciones de Enlace.

### 5.1 Línea general de alimentación

En este proyecto encontramos una acometida de 16 metros de longitud bajo tierra. La instalación se realizará con cable unipolar de cobre  $3 \times (4 \times 240 \text{mm}^2 + \text{TT} \times 120 \text{mm}^2 \text{ Cu})$  con aislamiento es XLPE 0,6/1 kW, temperatura máxima del conductor de  $90^\circ\text{C}$ , temperatura del terreno de  $25^\circ\text{C}$  una profundidad de instalación de 0,80 m, sobre tubo, con una resistencia térmica del terreno de  $1 \text{ k} \cdot \text{m}/\text{W}$ .

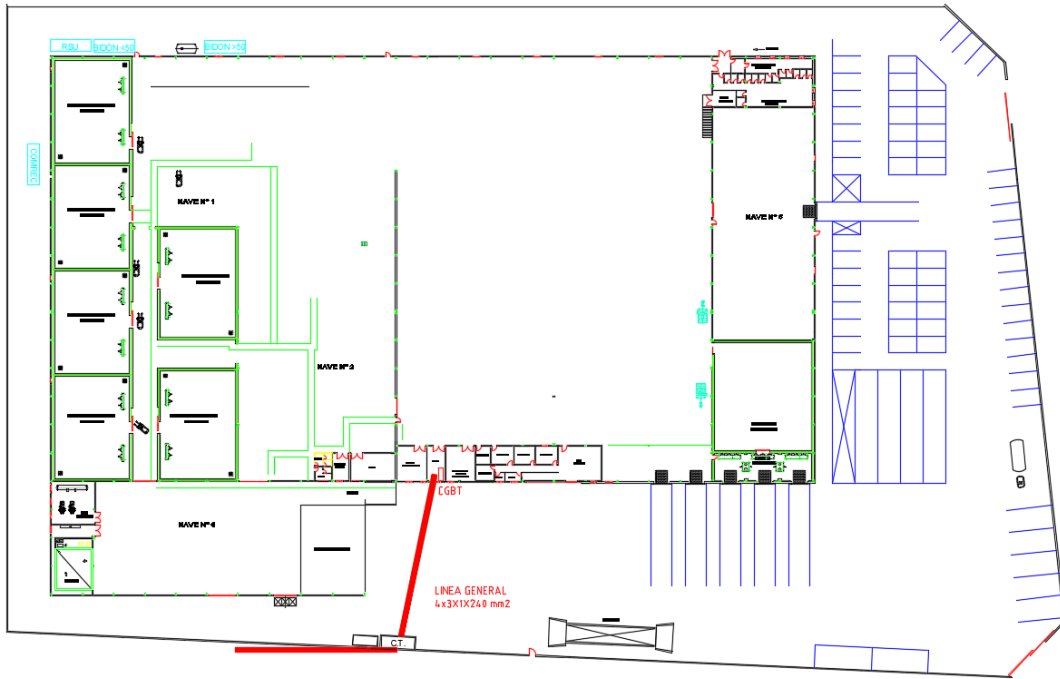


Figura 6. Línea General. Fuente: Elaboración propia.

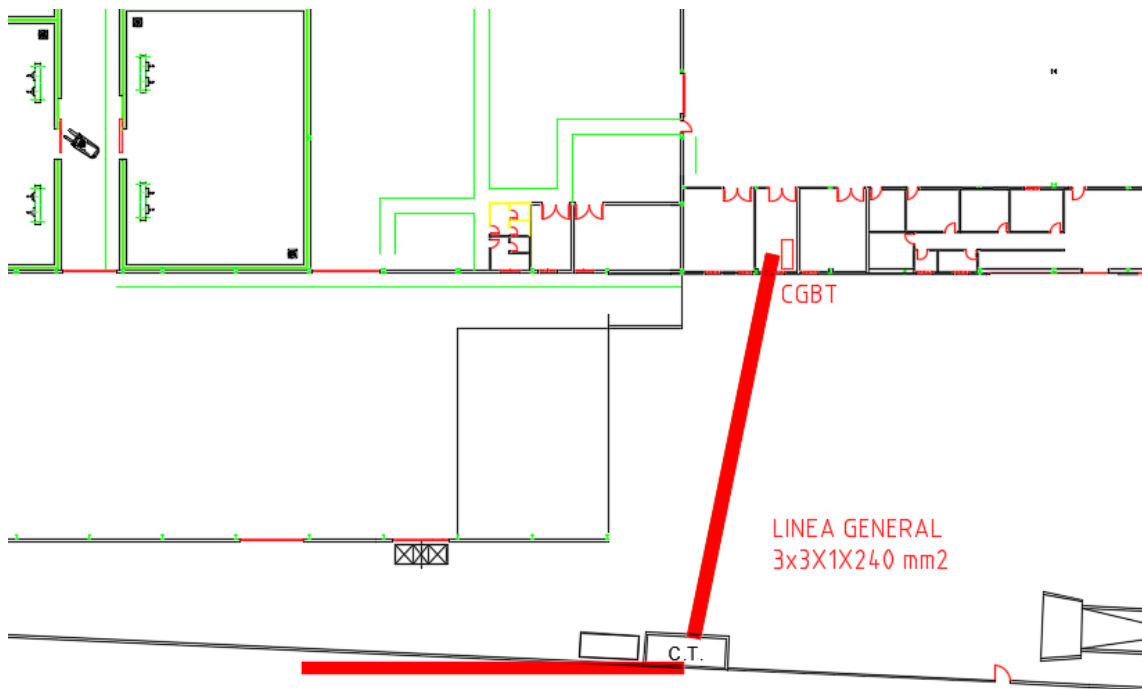


Figura 7. Línea General. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2 Cuadros Eléctricos.

### 5.2.1 Cuadro General

El cuadro general se encuentra cerca de la entrada. En estos cuadros encontraremos los distintos dispositivos generales e individuales de mando y protección.

### 5.2.2 Subcuadros.

En este cuadro lo que encontraremos los motores que alimentas la maquinaria, así como la alimentación a los distintos cuadros necesarios de las máquinas. En este cuadro encontraremos los distintos dispositivos generales e individuales de mando y protecciones.

De cabeza encontraremos un interruptor seccionador general de corte tetrapolar, seguidamente un borne de conexión para las distintas conexiones que encontramos. Se instala un interruptor diferencial por cada circuito o grupo siguiendo la norma ITC-BT-22 y para las protecciones contra sobretensiones según ITC-BT-23, también todas las masas estarán de los equipos eléctricos estarán protegidos por un mismo dispositivo de protección diferencial.

Posteriormente en el anexo de cálculos y planos se mostrará el tipo de protección y su diseño, siguiendo las normas ITC-BT-17. También destacar que los cables del cuadro serán no propagadores de llama con baja emisión de humos y opacidad reducida, tipos ES071-K y RZ1-K, además encontraremos tomas de corriente monofásica y trifásica por posibles emergencias. Por último, el interior de cuadro estará iluminado por varias tiras Led con accionamiento por varios interruptores.

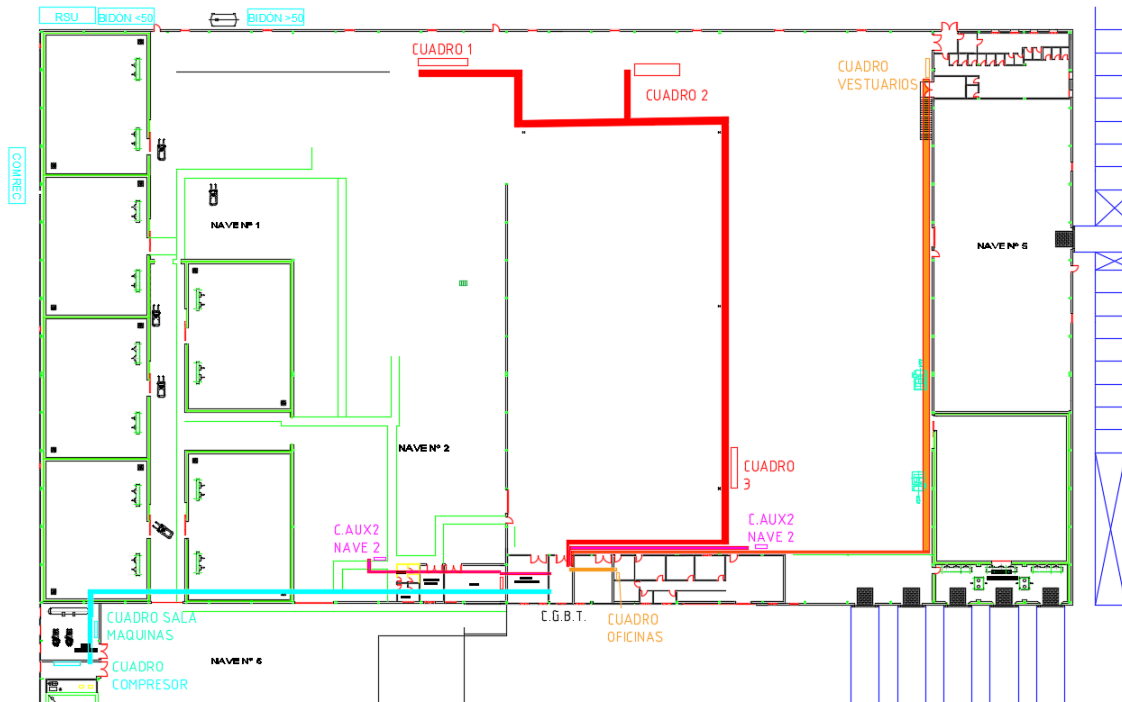


Figura 8. Distribución Cuadros: Elaboración propia.

## 6. Alumbrado

Para el cuadro de alumbrado encontraremos un interruptor diferencial y magnetotérmico general para todo el subcuadro de alumbrado.

### 6.1 Iluminación interior y exterior.

Para la iluminación interior se tendrá en cuenta la norma UNE-EN 12464-1 y para la iluminación exterior la norma UNE-EN 1264-2. Para toda la instalación se realizará con iluminaria tipo Led.

Esta iluminación será accionada mediante interruptores calibrados 1,8 veces como mínimo de la carga prevista en cada circuito según la norma ITC-BT-44. Las derivaciones de alimentación se realizarán directamente e independientemente a cada receptor desde las cajas de derivación más próximas.

En las trías encontraremos una iluminación con tiras led dentro de unos difusores que estarán enganchadas a una placa metálica.



Figura 9. Mega Nave Fuente: Fabricante



Figura 10. Difusor. Fuente: Fabricante



Figura 11Tiras Led. Fuente:Fabricante

## 6.2 Alumbrado de emergencia y señalización.

Las instalaciones que corresponden al alumbrado de emergencia son las encargadas de en caso de fallo de la alimentación al alumbrado sea el que ilumine los accesos hasta las salidas para la evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve. Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.



Figura 12 Luz emergencia Estanca. Fuente Fabricante

### 6.2.1 Alumbrado de seguridad.

Es el encargado de garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado estará diseñado para entrar automáticamente cuando la tensión baje del 70% de su valor nominal.

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos que su ocupación sea mayor de 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas de uso residencial y hospitalario.
- En los aseos generales de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos de la ruta de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, en la que cada tramo de escaleras tenga una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.

- En los cuadros de distribución de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las dos últimas zonas descritas el alumbrado de seguridad tendrá una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

## 7. Conductores

Los conductores que encontraremos en este proyecto será de cobre y aislados. La tensión asignada es de 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar las encontraremos en el anexo de cálculos sabiendo que la caída de tensión no supere el 4,5% para alumbrado y el 6,5% para los demás usos, en este caso la mayoría serán motores trifásicos.

Para el cálculo de las secciones que encontramos a lo largo del proyecto hemos usado el programa Excel siguiendo las normas 60364 5-52 y el Reglamento Técnico de Baja Tensión.

Para la identificación de los conductores siguiendo la ITC-BT-19:

- Conductor de fase: Negro, Marrón y Gris.
- Conductor de protección: Verde-Amarillo.
- Conductor de neutro: Azul claro.
- 

	Potencia (W)	Sección (mm <sup>2</sup> )
Línea General	307252,64	3x1x240 mm <sup>2</sup> Al
Cuadro 1	117830	120 Cu
Cuadro 2	84090	120 Cu
Cuadro 3	29640	70 Cu
Cuadro alumbrado	13692,64	16 Cu
Compresor 1	15000	16 Cu
Compresor 2	15000	16 Cu
Oficinas	10000	16 Cu
Vestuarios	8000	16 Cu
C. Aux 1, Nave 1	7000	16 Cu
C. Aux 2, Nave 2	7000	16 Cu

*Tabla 2. Tabla secciones cableado. Fuente: Elaboración propia*

Para alimentar nuestros motores lo realizaremos mediante manguera de 4x1,5 mm<sup>2</sup> Cu.

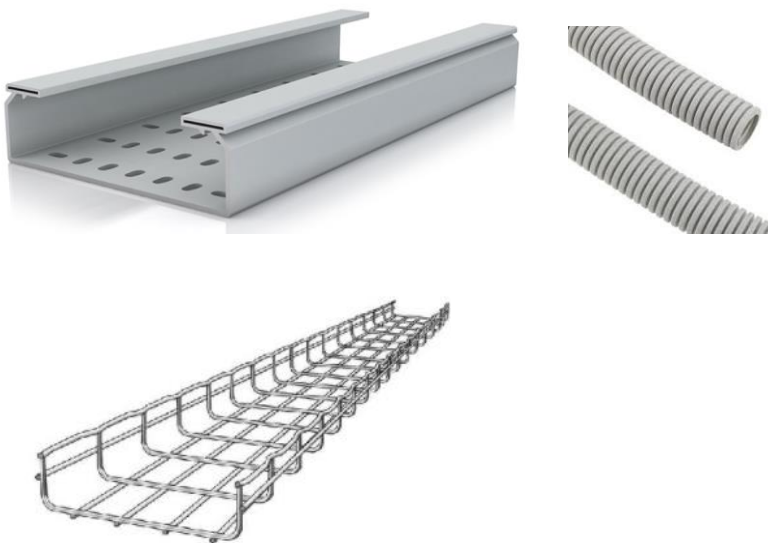


### 7.1 Canalización.

Las canalizaciones nos ayudan a llegar a los diferentes receptores que nos encontramos en toda la nave. En nuestro caso las canalizaciones se realizará mediante mangueras en las que circularan por bandeja perforada de PVC y para poder llegar a los motores o la maquinaria utilizaremos tubo corrugado. Para alimentar los cuadros se realizará mediante bandeja de rejillas.

En este caso hemos escogida bandeja de 300 y 150 de PVC y de 300 de bandeja de rejillas.

Para llegar a los motores o receptores de mayor dificultad lo realizaremos mediante tubo flexible con sus respectivos racores en la canal y en el motor.



## 8. Protecciones.

Para cada cuadro, línea de alimentación hemos utilizado un tipo de protecciones frente a sobrecargas, las cuales están calculadas en el anexo de cálculos.

Para los fusibles que utilizaremos seguiremos la norma UNE-EN 60269 del tipo gPV o gG del tamaño inmediatamente superior al calculado para cada tramo.

Realizamos el dimensionamiento de los fusibles según el siguiente reglamento:

- Real decreto 842/20002, de 2 de agosto, por lo que se prueba el REBT
- ITC-BT-22, protecciones contra sobrecargas.
- ITC-BT-23, protecciones contra sobretensiones.

Cuadro General de Protección de Baja Tensión (CGBT):

En este caso utilizaremos un Interruptor seccionador Interpact INS1600 - 1600 A - 4 polos de Schneider Electric.

	Nombre	Potencia (kW)	Proteccion
1	Alumbrado	13692,64	63 A
2	Cuadro 1	117830	630
3	Cuadro 2	84090	400
4	Cuadro 3	29640	160
5	Compresor 1	15000	100
6	Sala Maquinas	15000	100
7	Oficinas	10000	100
8	Vestuarios	8000	63
9	C. Aux 1, Nave 1	7000	63
10	C. Aux 2, Nave 2	7000	63

Tabla 3. Tabla de protecciones 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

#### Cuadro 1:

En este caso primeramente encontraremos el interruptor seccionador INS250 4P AC-23 de 250 A.

Después encontraremos el magnetotérmico general para cada sección.

	Nombre	Potencia (kW)	Intensidad (A)	diferencial	Magnetotermico
1	Alumbrado + TC Aux	2,5	4,56	40x300 mA	16 A
2	Desp+Volc	11	20,05	40x300 mA	25A
4	T.Pre	5,55	10,11	40x300 mA	25 A
	T.Sec	7,5	13,67		25 A
	Cera	7,5	13,67		25 A
	Dosif	5,5	10,02		25 A
5	Desp+Volc	11	20,05	40x300 mA	25A
6	T.Pre	5,55	10,11	40x300 mA	25 A

T.Sec	7,5	13,67	25 A
Cera	7,5	13,67	25 A
Dosif	5,5	10,02	25 A

Tabla 4. Tabla de protecciones 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Potencia (kW)	Intensidad	Diferencial
1	Tratamiento L-1	18,78	34,23	40 A 300 mA
2	Tratamiento L-2	16,53	30,13	40 A 300 mA
3	Pdto Eliminado	5,92	10,79	40 A 300 mA

Tabla 5. Tabla de protecciones 2 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

Para los motores escogeremos una protección de Disyuntor-motor magnetotérmico GV2ME - 6/10A de Schneider Electric.

#### Cuadro 2:

En este caso primeramente encontraremos el interruptor seccionador INS250 4P AC-23 de 250 A.

Después encontraremos el magnetotérmico general para cada sección.

	Nombre	Potencia (kW)	Intensidad (A)	Diferencial	Magnetotermico
1	Alumbrado + TC Aux	2,5	4,56	40x300 mA	16 A
2	Paletizador industrial	5	9,11	40x300 mA	25A

Tabla 6. Tabla de protecciones 1 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Potencia (kW)	Intensidad	Diferencial
1	M. Encajado L-1	16,19	29,51	40x300 mA
1	M. Encajado L-1	16,19	29,51	40x300 mA
2	M. Encajado L-2	16,19	29,51	40x300 mA
2	M. Encajado L-2	16,19	29,51	40x300 mA
3	2ª Categoría	5,92	10,79	40x300 mA
4	C. Industria	3,71	6,76	40x300 mA
5	Aéreo	2,2	4,01	40x300 mA

Tabla 7. Tabla de protecciones 2 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

Para los motores escogeremos una proteccion dDisyuntor-motor magnetotérmico GV2ME - 6/10A de shneider electric.

Cuadro 3:

En este caso primeramente encontraremos el interruptor seccionador INS250 4P AC-23 de 250 A.

Después encontraremos el magnetotérmico general para cada sección.

	Nombre	Potencia (kW)	Intensidad (A)	Diferencial	Magnetotérmico
1	Alumbrado + TC Aux	2,5	4,56	40x300 mA	16 A
2	Pesadoras Granel 1,2,3	5,5	10,02	40x300 mA	25A
3	Pulmón Granel 1,2,3	2,25	4,10	40x300 mA	16 A
4	Paletizadores	6,75	12,30	40x300 mA	25A

Tabla 8. Tabla de protecciones 1 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Potencia (kW)	Intensidad	Diferencial
1	Salidas cajas ME 2	6,68	12,17	40x300 mA
2	Tratamiento L-2	5,96	10,86	40x300 mA

Tabla 9. Tabla de protecciones 2 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia

Para los motores escogeremos una protección de Disyuntor-motor magnetotérmico GV2ME - 6/10A de Schneider Electric.

Cuadro alumbrado:

En la cabeza encontraremos un diferencial y magnetotérmico general y luego uno individual para cada circuito.

Línea	Nombre	Potencia	Intensidad (A)	Diferencial	Magnetotérmico
1	1ª Tria podrido	309,6	0,56	40x30 mA	16 A
2	Previa Calibrador	330,24	0,60	40x30 mA	16 A
3	Discoteca	103,2	0,19	40x30 mA	16 A
4	Tria Calibrador +2ªCalidad	344	0,63	40x30 mA	16 A
5	Encajado Manual 1	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
6	Encajado Manual 2	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
7	Encajado Manual 3	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
8	Encajado Manual 4	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
9	Encajado Manual 5	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
10	Encajado Manual 6	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
11	Encajado Manual 7	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
12	Encajado Manual 8	412,8	0,75	40x30 mA	16 A
13	Granel	61,92	0,11	40x30 mA	16 A
14	Tria Industria	41,28	0,08	40x30 mA	16 A
15	Alumbrado exterior	3200	5,83	40x30 mA	16 A
16	Alumbrado interior	6000	10,93	40x30 mA	16 A
0	<b>GENERAL</b>	13692,64	24,95	40x30 mA	63 A

Tabla 10. Tabla de protecciones cuadro alumbrado. Fuente: Elaboración propia

## 9. Toma a tierra

En esta instalación se dispone de una toma de tierra que une eléctricamente todas las masas de los receptores y enchufes, así, como todas las armaduras y fundas metálicas de los cables.

El electrodo estará dimensionado de forma que su resistencia no sea superior al valor especificado para ella en cada caso. El valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto permanente superiores a 50V. Sabiendo este dato y dado que nuestro esquema de protección escogida contra contactos indirectos es del tipo TT, según norma ITC-BT-24, y los relés diferenciales empleados tienen una sensibilidad mínima de 300mA.

Como indica el ITC-BT-19 para la instalación de puesta a tierra de una nave industrial se utilizará un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> que estará colocado por rodo el perímetro de la planta en zanjas de la cimentación y la profundidad no debe ser mayor de 0,5 m.

En la ITC-BT-18 en la tabla 3 nos aporta unos valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Tras haberse realizado un estudio anterior del terreno, en nuestro caso nos encontramos ante un terreno compuesto de arcillas compactas., se comprueba en la tabla 3 de la ITC y su resistividad está comprendida entre 100 y 200 Ωm. Aunque se debería de enviar a un operario a medir dicha resistividad en este caso nosotros cogeremos 150 Ωm

El perímetro del edificio es de 25 metros, aunque el conductor seleccionado puede enterrarse en zigzag, se tomara una longitud de 27,5 m, por lo que la resistividad del anillo es 10,9 Ω.

Aceptaremos esta toma de tierra ya que  $R_{anillo} < R_a$

## 10. Conclusiones

Tras la memoria y la información detallada en los planos y anexos, queda definida toda la instalación eléctrica. Para toda la memoria descrita se ha seguido siguiendo correctamente toda la normativa vigente. Sin quitar seguridad a la instalación también se pretende a lo largo del proyecto abaratar los costes de la misma.

A continuación, encontraremos los anexos necesarios para demostrar todas las elecciones de que hemos determinado para cada dispositivo descrito en la memoria.

# ANEXOS

# ANEXO I: CÁLCULOS

## ANEXO I: CÁLCULOS

### 1. Objeto.

El objetivo de este anexo es la justificación mediante cálculos los dispositivos seleccionados en la instalación. Para ello hemos utilizado el programa Excel siguiendo la normativa vigente.

### 2. Dimensionamiento de una Línea

En nuestro caso podremos diferenciar 5 partes en las cuales todas nuestras partes son trifásicas.

- 1- Línea General
- 2- Cuadro 1.
- 3- Cuadro 2.
- 4- Cuadro 3.
- 5- Cuadro alumbrado.
- 6- Alumbrado.
- 7- Sala Maquinas.
- 8- Compresor.
- 9- Oficinas.
- 10- Vestuarios.
- 11- C. Aux 1 Nave 1.
- 12- C. Aux 2 Nave 2.

Para el cálculo de la potencia de cada línea, se han tenido en cuenta los motores que alimenta multiplicando por 1,25 su intensidad nominal como dice la norma ITC BT-47.

$$I_B = 1,25 \cdot I_{max} + \sum_{i=2}^n I_i$$

Para el dimensionado de las líneas siguiendo las normas ITC-BT-19 donde se hace referencia a la norma UNE 20-460-5-523-2004 aplicado a cables aislados de hasta 1000V.

El criterio de calentamiento es:

$$I_B \cdot K \rightarrow I_B / K \rightarrow Tablas(S_1) \rightarrow I_{Tb} > I_B / K$$

$$I_z = I_{Tb} \cdot K$$

Teniendo en cuenta que todas las líneas llevan conductor de protección, debidamente calculada según ITC BT-18 donde:



Sección de los conductores de fase de la instalación <b>S (mm<sup>2</sup>)</b>	Sección mínima de los conductores de protección <b>S<sub>p</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>
S ≤ 16	S <sub>p</sub> = S
16 < S ≤ 35	S <sub>p</sub> = 16
S > 35	S <sub>p</sub> = S/2

Tabla 11. Tabla sección protección. Fuente: ITC BT-18

**TABLA B.52-1 (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Métodos de instalación de referencia**

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
	Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

XLPE: Polietileno reticulado (90°C) EPR: Etileno-propileno (90°C) PVC: Policloruro de vinilo (70°C)

Cobre:  $\rho_{20} = 1/56 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ ; Aluminio:  $\rho_{20} = 1/35 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$   
 $\rho = K_{\theta} \cdot \rho_{20}$  Para el cobre y el aluminio:  $\theta = 70^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,20$ ;  $\theta = 90^{\circ}\text{C} \rightarrow K_{\theta} = 1,28$

**POTENCIAS NORMALIZADAS DE TRANSFORMADORES (EN KVA):**

5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000

**FACTORES DE MAYORACIÓN  $K_{\theta}$ :** 1,25 para motores y 1,8 para lámparas de descarga

**TABLA C.52-1 bis (UNE-HD 60364-5-52: 2014) Intensidades admisibles en amperios Temperatura ambiente 40 °C en el aire**

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																			
	PVC 3	PVC 2	PVC 3	PVC 2	PVC 3	PVC 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3	XLPE 2	XLPE 3							
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
<b>Sección mm²</b>																				
<b>Cobre</b>																				
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-	-	
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-	-	
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-	-	
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-	-	
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-	-	
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-	-	
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	-	
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	-	
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	-	
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	-	
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	-	
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	-	
150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	-	
185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	-	
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	-	
<b>Aluminio</b>																				
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-	-	
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-	-	
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-	-	
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-	-	
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-	-	
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	-	
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	-	
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	-	
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	-	
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	-	
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	-	
150	-	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	-	
185	-	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	-	
240	-	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	-	

Aislamientos termoestables (90°C) Aislamientos termoplásticos (70°C)  
 XLPE: Polietileno reticulado EPR: Etileno-propileno PVC: Policloruro de vinilo

Fórmulas utilizadas para el cálculo del dimensionamiento de la línea:

**Sistema Trifásico:**

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \text{ (A)}$$

$$e = \left( L \cdot \frac{P_c}{k} \cdot U \cdot n \cdot S \right) + \left( L \cdot P_c \cdot Xu \cdot \frac{\text{sen}(\phi)}{100} \cdot U \cdot n \cdot \cos(\phi) \right) \text{ (V)}$$

**Sistema Monofásico**

$$I = \frac{P_c}{U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \text{ (A)}$$

$$e = \left( 2 \cdot L \cdot \frac{P_c}{k} \cdot U \cdot n \cdot S \right) + \left( 2 \cdot L \cdot P_c \cdot Xu \cdot \frac{\text{sen}(\phi)}{100} \cdot U \cdot n \cdot \cos(\phi) \right) \text{ (V)}$$

**Formula Conductividad Eléctrica:**

$$\sigma = 1/p$$

$$p = p_{20^{\circ}} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 200))$$

$$T = T_0 + ((T_{max} - T_0) \left( \frac{I}{I_{max}} \right)^2)$$

**Sección por caída de tensión**

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$e = \frac{e(\%)}{100} \cdot U$$

## 2.1 Línea General

### 2.1.1 Criterio por calentamiento

Según la norma UNE 60364 5-52 podremos calcular la sección necesaria para nuestra acometida. Nuestra Línea General de 32 metros de longitud con una instalación subterránea y una potencia de demanda de 307252,6 kW. Para la instalación de los conductores no se admite la existencia de canalización de gas.

Características:

- Tensión de servicio 400V
- Método de instalación: cables unipolares enterrados.
- Longitud: 32m
- Potencia: 307252,6W.

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi)} \quad (A)$$

$$I = \frac{307252,6}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 554,351 \text{ A}$$

Siguiendo el Reglamento de Baja Tensión empleando la norma UNE 60364 5-52 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado, escogeremos una sección que contenga una intensidad máxima admisible superior a la calculada.

Las características de nuestra instalación escogidas son conductores de cable unipolares de cobre 240 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases. Para este caso escogeremos 3 cables de por fase de 240 mm<sup>2</sup> y para la TT de 120 mm<sup>2</sup>.


SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares (1)(2)		
			
	TIPO DE AISLAMIENTO		
	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86
25	125	120	110
35	150	145	130
50	180	175	155
70	220	215	190
95	260	255	225
120	295	290	260
150	330	325	290
185	375	365	325
240	430	420	380
300	485	475	430
400	550	540	480
500	615	605	525
630	690	680	600

Tabla 13. Tabla sección nominal por aislamiento. Fuente: ITC-BT-07

### 2.1.2 Criterio por caída de tensión

Ahora vamos a comprobar por caída de tensión:

Nos encontramos en una alimentación trifásica, 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. Tratándose de un único usuario tomaremos una caída de tensión de 1,5%.

$$\sigma \rightarrow 35,71$$

$$p \rightarrow 0,028$$

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{cdt} = \frac{307282,6 \cdot 32}{35,71 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 400 \cdot 400} = 114 \text{ mm}^2 \rightarrow 120 \text{ mm}^2$$

Como por corriente máxima admisible hemos conseguido una sección superior escogeremos dicha sección 240mm<sup>2</sup>x 3 por cada fase y 120 mm<sup>2</sup> para la Toma Tierra

## 2.3 Cuadro 1

### 2.3.1 Criterio por calentamiento

En este cuadro encontraremos las correspondientes líneas de alimentación a motores, con las líneas que alimentan la maquinaria. Las características de dicha línea son:

- Tensión de servicio: 400 V
- Método de instalación: Cables unipolares sobre bandeja de rejilla.
- Longitud: 86m.
- Potencia a Instalar: 117830 W

Para el cálculo de potencia según ITC-BT-47 y ITC-BT-44.

	Nombre	Potencia (kW)
1	Alumbrado + TC Aux	2,5
2	Desp+Volc	11
4	T.Pre	5,55
	T.Sec	7,5
	Cera	7,5
	Dosif	5,5
5	Desp+Volc	11

6	T.Pre	5,55	
	T.Sec	7,5	
	Cera	7,5	
	Dosif	5,5	
		<b>76,6</b>	TOTAL

Tabla 14. Tabla cargas 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Potencia (kW)	
1	Tratamiento L-1	18,78	
2	Tratamiento L-2	16,53	
3	Pdto Eliminado	5,92	
		<b>41,23</b>	TOTAL

Tabla 15. Tabla cargas 2 cuadro 1

**TOTAL C1 117,83**

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \quad (A)$$

$$I = \frac{117830}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 0,99} = 214,73 \text{ A}$$

Siguiendo el Reglamento de Baja Tensión empleando la norma UNE 60364 5-52 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado, escogeremos una sección que contenga una intensidad máxima admisible superior a la calculada.

Las características de nuestra instalación escogidas son conductores de cable unipolares de 120 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 335 A, cuyo tipo de aislamiento escogido es XLPE 0,6/1 kW Temperatura máxima en el conductor de 90°C. Temperatura ambiente de 40°C y dispondremos los conductores que permita una eficaz renovación de aire.

### 2.3.1 Criterio por caída de tensión

Ahora vamos a comprobar por caída de tensión:

Nos encontramos en una alimentación trifásica, 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. Siguiendo la ITC-BT-19, tratándose de un único usuario tomaremos una caída de tensión de 1,5%

$\sigma \rightarrow 44$

$$p \rightarrow 0,023$$

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{cdt} = \frac{117830 \cdot 86}{44 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 400 \cdot 400} = 95,96 \text{ mm}^2 \rightarrow 120 \text{ mm}^2$$

Por lo que cogemos la sección obtenida por los dos resultados que es una sección de  $120 \text{ mm}^2$ .

## 2.4 Cuadro 2

### 2.4.1 Criterio por calentamiento

En este cuadro encontraremos las correspondientes líneas de alimentación a motores, con las líneas que alimentan la maquinaria. Las características de dicha línea son:

- Tensión de servicio: 400 V
- Método de instalación: Cables unipolares sobre bandeja de rejilla.
- Longitud: 118m.
- Potencia a Instalar: 84090 W

Para el cálculo de potencia según ITC-BT-47 y ITC-BT-44.

	Nombre	Potencia (kW)	
1	Alumbrado + TC Aux	2,5	
2	Paletizador industrial	5	
		<b>7,5</b>	TOTAL

Tabla 16. Tabla cargas 1 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Potencia (kW)	
1	M. Encajado L-1	64,76	
2	M. Encajado L-2		
3	2ª Categoría	5,92	
4	C. Industria	3,71	
5	Aereo	2,2	
		<b>76,59</b>	TOTAL

Tabla 17. Tabla cargas 2 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

<b>TOTAL</b>	<b>84,09</b>
--------------	--------------

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \text{ (A)}$$

$$I = \frac{84090}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 0,99} = 151,717 \text{ A}$$

Siguiendo el Reglamento de Baja Tensión empleando la norma UNE 60364 5-52 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado, escogeremos una sección que contenga una intensidad máxima admisible superior a la calculada.

Las características de nuestra instalación escogidas son conductores de cable unipolares de 50 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 180 A, cuyo tipo de aislamiento escogido es XLPE 0,6/1 kW Temperatura máxima en el conductor de 90°C. Temperatura ambiente de 40°C y dispondremos los conductores que permita una eficaz renovación de aire.

Esta intensidad se debe multiplicar por 0,85 por el factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares instalados al aire.

$$I_{adm} = 0,85 \cdot 180 = 153 > 151,717 \text{ A}$$

Es muy justo, tendremos que coger la sección siguiente aun que en la caída de tensión obtengamos una sección admisible.

#### 2.4.2 Criterio por caída de tensión

Ahora vamos a comprobar por caída de tensión:

Nos encontramos en una alimentación trifásica, 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. Siguiendo la ITC-BT-15, tratándose de un único usuario tomaremos una caída de tensión de 1,5%

$$\sigma \rightarrow 44$$

$$p \rightarrow 0,023$$

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{cdt} = \frac{84090 \cdot 118}{44 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 400 \cdot 400} = 93,96 \text{ mm}^2 \rightarrow 95 \text{ mm}^2$$

Por lo que cogeremos la sección siguiente por criterio propio ya que es muy justo así que es una sección de 120 mm<sup>2</sup>.



## 2.5 Cuadro 3

### 2.5.1 Criterio por calentamiento.

En este cuadro encontraremos las correspondientes líneas de alimentación a motores, con las líneas que alimentan la maquinaria. Las características de dicha línea son:

- Tensión de servicio: 400 V
- Método de instalación: Cables unipolares sobre bandeja de rejilla.
- Longitud: 153m.
- Potencia a Instalar: 29640 W

Para el cálculo de potencia según ITC-BT-47 y ITC-BT-44.

	Nombre	Potencia (kW)
1	Alumbrado + TC Aux	2,5
2	Pesadoras Granel 1,2,3	5,5
3	Pulmón Granel 1,2,3	2,25
4	Paletizadores	6,75
		<b>17</b>
		TOTAL

Tabla 18. Tabla cargas 1 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia

	Nombre	Potencia (kW)
1	Salidas cajas ME 2	6,68
2	Tratamiento L-2	5,96
		<b>12,64</b>
		TOTAL

Tabla 19. Tabla cargas 2 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia

**TOTAL 29,64**

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \text{ (A)}$$

$$I = \frac{29640}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 0,99} = 53,477 \text{ A}$$

Siguiendo el Reglamento de Baja Tensión empleando la norma UNE 60364 5-52 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado, escogeremos una sección que contenga una intensidad máxima admisible superior a la calculada.

Las características de nuestra instalación escogidas son conductores de cable unipolares de 10 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 64 A, cuyo tipo de aislamiento escogido es XLPE 0,6/1 kW Temperatura máxima en el conductor de 90°C. Temperatura ambiente de 40°C y dispondremos los conductores que permita una eficaz renovación de aire.

Esta intensidad se debe multiplicar por 0,85 por el factor de corrección para agrupaciones de cables unipolares instalados al aire.

$$I_{adm} = 0,85 \cdot 64 = 54,4A > 53,477 A$$

Es muy justo, tendremos que coger la sección siguiente aun que en la caída de tensión obtengamos una sección admisible.

### 2.5.2 Criterio por caída de tensión

Ahora vamos a comprobar por caída de tensión:

Nos encontramos en una alimentación trifásica, 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. Siguiendo la norma UNE 60364 5-52, tratándose de un único usuario tomaremos una caída de tensión de 1,5%

$$\sigma \rightarrow 44$$

$$p \rightarrow 0,023$$

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{cdt} = \frac{29640 \cdot 153}{44 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 400 \cdot 400} = 42,944 \text{ mm}^2 \rightarrow 50 \text{ mm}^2$$

Por lo que cogeremos la sección obtenida por caída de tensión que es una sección de 50 mm<sup>2</sup>, aunque utilizaremos una sección de 70 mm<sup>2</sup>.

## 2.6 Cuadro alumbrado

### 2.6.1 Criterio por calentamiento.

En este cuadro encontraremos las correspondientes líneas de alumbrado. Las características de dicha línea son:

- Tensión de servicio: 400 V
- Método de instalación: Cables unipolares sobre bandeja de rejilla.
- Longitud: 137m.
- Potencia a Instalar: 13692,64 W

Para el cálculo de potencia según ITC-BT-47 y ITC-BT-44.

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \text{ (A)}$$

$$I = \frac{13692,64}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 0,99} = 24,954 \text{ A}$$

Siguiendo el Reglamento de Baja Tensión empleando la norma UNE 60364 5-52 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado, escogeremos una sección que contenga una intensidad máxima admisible superior a la calculada.

Las características de nuestra instalación escogidas son conductores de cable de 10 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 64 A, cuyo tipo de aislamiento escogido es XLPE 0,6/1 kW Temperatura máxima en el conductor de 90°C. Temperatura ambiente de 40°C y dispondremos los conductores que permita una eficaz renovación de aire.

### 2.6.2 Criterio por caída de tensión

Ahora vamos a comprobar por caída de tensión:

Nos encontramos en una alimentación trifásica, 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. Siguiendo la norma UNE 60364 5-52, tratándose de un único usuario tomaremos una caída de tensión de 1,5%

$$\sigma \rightarrow 44$$

$$p \rightarrow 0,023$$

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{cdt} = \frac{13692,64 \cdot 137}{44 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 400 \cdot 400} = 17,764 \text{ mm}^2 \rightarrow 25 \text{ mm}^2$$

Por lo que cogemos la sección obtenida por caída de tensión que es una sección de 25 mm<sup>2</sup>.

## 2.6 Cuadro Compresor

### 2.5.1 Criterio por calentamiento.

En este cuadro encontraremos las correspondientes líneas de alimentación a motores, con las líneas que alimentan la maquinaria. Las características de dicha línea son:

- Tensión de servicio: 400 V
- Método de instalación: Cables unipolares sobre bandeja de rejilla.
- Longitud: 76m.
- Potencia a Instalar: 15000 W

<b>TOTAL</b>	<b>15,00 kW</b>
--------------	-----------------

$$I = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi) \cdot \eta} \text{ (A)}$$

$$I = \frac{15000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 \cdot 0,99} = 27,3366 \text{ A}$$

Siguiendo el Reglamento de Baja Tensión empleando la norma UNE 60364 5-52 y de acuerdo con el sistema de instalación utilizado, escogeremos una sección que contenga una intensidad máxima admisible superior a la calculada.

Las características de nuestra instalación escogidas son conductores de cable unipolares de 10 mm<sup>2</sup> de sección para cada una de las fases. Cuya intensidad máxima admisible es de 64 A, cuyo tipo de aislamiento escogido es XLPE 0,6/1 kW Temperatura máxima en el conductor de 90°C. Temperatura ambiente de 40°C y dispondremos los conductores que permita una eficaz renovación de aire.

### 2.5.2 Criterio por caída de tensión

Ahora vamos a comprobar por caída de tensión:

Nos encontramos en una alimentación trifásica, 400V entre fases y 230 entre fase y neutro. Siguiendo la ITC-BT-15, tratándose de un único usuario tomaremos una caída de tensión de 1,5%

$$\sigma \rightarrow 44$$

$$p \rightarrow 0,023$$

$$S_{cdt} = \frac{P_c \cdot L}{\sigma \cdot e \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$S_{cdt} = \frac{15000 \cdot 73}{44 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 400 \cdot 400} = 10,37 \text{ mm}^2 \rightarrow 16 \text{ mm}^2$$

Por lo que cogemos la sección obtenida por caída de tensión que es una sección de 16 mm<sup>2</sup>, aunque utilizaremos una sección de 70 mm<sup>2</sup>.

## 3. Resumen dimensionamiento Cuadros 1, 2, 3

Tratamiento L1

MAQUINARIA		MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
1	RODILLOS PREVIA	M-100	0,75	400	1,20	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
5	DOBLE ELIMINADOR, BY-PASS VERTICAL	M-101	0,75	400	1,20	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
	ELEVADOR BYPASS	M-102	0,75	400	1,20	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
10	LAVADORAS DE FRUTA 10.1 PALETAS	M-103	1,1	400	1,76	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
	10.2 VENTILADORES	M-104	0,37	400	0,59	62	3x1,5+TTx1,5 Cu
	10.3 TRACCION	M-105	1,65	400	2,65	62	3x1,5+TTx1,5 Cu
11	TRACCION TUNEL PRE-SECADO	M-106	0,75	400	1,20	62	3x1,5+TTx1,5 Cu
12	ENTRADA APLICADOR CERA	M-107	0,75	400	1,20	44	3x1,5+TTx1,5 Cu
12.1	RODILLOS FRUTA APLICADOR CERA	M-108	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
	LIMPIEZA	M-109	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
13	TUNEL SECADO 13.1 CEPILLO LIMPIEZA	M-110	0,37	400	0,59	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
	13.2 TRACCION	M-111	0,37	400	0,59	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
14	CINTA ESCALONA SALIDA FRUTA TUNEL SECADO	M-112	0,75	400	1,20	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
15	CINTA ALIMENTACION DISCOTECA L1	M-113	0,75	400	1,20	32	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-114	0,37	400	0,59	25	3x1,5+TTx1,5 Cu
16	RODILLOS PARA DISCOTECA	M-115	0,37	400	0,59	25	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-116	0,75	400	1,20	28	3x1,5+TTx1,5 Cu
18	MESA SE SELECCIÓN MODULAR 8.1 RODILLOS	M-117	0,75	400	1,20	28	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-118	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-119	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-120	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-121	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
	8.2 CINTA SUPERIOR Y CENTRAL ALIMENTACION DOS ULTIMOS MODULOS	M-122	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-123	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
	8.3 CINTAS LATERALES SALIDA DE FRUTA L2	M-124	0,75	400	1,20	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-125	0,18	400	0,29	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-126	0,18	400	0,29	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
8.4 CINTAS PARA SALIDA DE FRUTA L2	M-127	0,18	400	0,29	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
	M-128	0,18	400	0,29	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
22	RODILLOS PARA MESA DE REPASO PRIMERA Y SEGUNDA CALIDAD	M-129	0,75	400	1,20	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-130	0,75	400	1,20	43	3x1,5+TTx1,5 Cu
24	CINTA ALIMENTACION CALIBRADOR L-1	M-230	0,75	400	1,20	43	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-131	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu

Tabla 20. Tabla resumen secciones motores 1 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

Tratamiento L2		MAQUINARIA	MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
1	RODILOS PREVIA		M-200	0,75	400	1,20	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
5	DOBLE ELIMINADOR, BY-PASS VERTICAL		M-201	0,75	400	1,20	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
	ELEVADOR BYPASS		M-202	0,75	400	1,20	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-203	1,1	400	1,76	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
10	LAVADORAS DE FRUTA 10.1 PALETAS		M-204	0,37	400	0,59	62	3x1,5+TTx1,5 Cu
	10.2 VENTILADORES		M-205	1,65	400	2,65	62	3x1,5+TTx1,5 Cu
	10.3 TRACCION		M-206	0,75	400	1,20	62	3x1,5+TTx1,5 Cu
11	TRACCION TUNEL PRE-SECADO		M-207	0,75	400	1,20	44	3x1,5+TTx1,5 Cu
12	ENTRADA APLICADOR CERA		M-208	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
12.1	RODILLOS FRUTA APLICADOR CERA		M-209	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
	LIMPIEZA		M-210	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
13	TUNEL SECADO 13.1 CEPILLO LIMPIEZA		M-211	0,37	400	0,59	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
	13.2 TRACCION		M-212	0,75	400	1,20	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
14	CINTA ESCALONA SALIDA FRUTA TÚNEL SECADO		M-213	0,75	400	1,20	32	3x1,5+TTx1,5 Cu
15	CINTA ALIMENTACION DISCOTECA L1		M-214	0,37	400	0,59	25	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-215	0,37	400	0,59	25	3x1,5+TTx1,5 Cu
16	RODILLOS PARA DISCOTECA		M-216	0,75	400	1,20	28	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-217	0,75	400	1,20	28	3x1,5+TTx1,5 Cu
18	MESA SE SELECCIÓN MODULAR 8.1 RODILLOS		M-218	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-219	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-220	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-221	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-222	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
	8.2 CINTA SUPERIOR Y CENTRAL ALIMENTACION DOS ULTIMOS MODULOS		M-223	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-224	0,75	400	1,20	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-225	0,18	400	0,29	33	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-226	0,18	400	0,29	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-227	0,18	400	0,29	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
8.3 CINTAS LATERALES SALIDA DE FRUTA L2		M-228	0,18	400	0,29	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-229	0,75	400	1,20	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
8.4 CINTAS PARA SALIDA DE FRUTA L2			M-229	0,75	400	1,20	40	3x1,5+TTx1,5 Cu

Tabla 21. Tabla resumen secciones motores 2 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

PDTO. ELIMINADO		MAQUINARIA	MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
2	RECOJIDA HOJA		M-300	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
3	RECOJIDA PODRIDO L1		M-301	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
	RECOJIDA PODRIDO L2		M-302	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-303	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
4	DESCARTES PREVIA SELECCIÓN		M-304	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
5	DESCARTES PREVIA SELECCIÓN		M-305	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-306	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
	SALIDA PRODUCTO ELIMINADO L1		M-307	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-308	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
SALIDA PRODUCTO ELIMINADO L2		M-309	0,37	400	0,59	52	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-310	0,37	400	0,59	54	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-311	0,37	400	0,59	65	3x1,5+TTx1,5 Cu	
7	RECOJIDA DESCARTES PREVIA SELECCIÓN Y LLENADO BIS/CAJAS		M-311	0,37	400	0,59	65	3x1,5+TTx1,5 Cu
8	CALIBRE A LLENADORA VOLUMETRICA		M-312	0,37	400	0,59	65	3x1,5+TTx1,5 Cu
17	CINTA EVACUACION PODRIDO DISCOTECA		M-316	0,37	400	0,59	25	3x1,5+TTx1,5 Cu
			M-317	0,37	400	0,59	25	3x1,5+TTx1,5 Cu

Tabla 22. Tabla resumen secciones motores 3 cuadro 1. Fuente: Elaboración propia

CALIBRADOR Y DISTRIBUCION							
MAQUINARIA		MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
27	2 CALIBRADORES CENTRALES MODELO PANTALONES L1	M-132	1,5	400	2,41	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-133	1,1	400	1,76	52	3x1,5+TTx1,5 Cu
	L2	M-231	1,5	400	2,41	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-232	1,1	400	1,76	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
28	DISTRIBUIDOR L-1	M-134	1,5	400	2,41	84	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-135	1,5	400	2,41	84	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-136	1,5	400	2,41	84	3x1,5+TTx1,5 Cu
29	DISTRIBUIDOR L-2	M-233	1,5	400	2,41	70	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-234	1,5	400	2,41	70	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-235	1,5	400	2,41	70	3x1,5+TTx1,5 Cu
30	CINTAS SALIDA DISTRIBUIDOR GENERAL A MESAS 2 CALIBRES	M-400	0,75	400	1,20	53	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-401	0,75	400	1,20	53	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-407	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-408	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-500	0,75	400	1,20	53	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-501	0,75	400	1,20	53	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-507	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
31	CINTAS SALIDA DISTRIBUIDOR GENERAL A MESAS 4 CALIBRE Y GRANEL	M-414	0,75	400	1,20	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-415	0,75	400	1,20	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-421	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-422	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-514	0,75	400	1,20	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-515	0,75	400	1,20	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-521	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-522	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
	GRANEL	M-800	0,75	400	1,20	37	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-801	0,75	400	1,20	37	3x1,5+TTx1,5 Cu
34	ENCAJADO MANUAL 2 CALIBRES BANDAS DE ALIMENTACION	M-403	0,75	400	1,20	63	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-404	0,75	400	1,20	63	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-410	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-411	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-503	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-504	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-510	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
	DISTRIBUIDOR FRUTA	M-511	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-402	0,75	400	1,20	63	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-409	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-502	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
35	ENCAJADO MANUAL 4 CALIBRES BANDAS DE ALIMENTACION	M-509	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-417	0,75	400	1,20	63	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-418	0,75	400	1,20	63	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-424	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-425	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-517	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-518	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-524	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
	DISTRIBUIDOR FRUTA	M-525	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-416	0,75	400	1,20	63	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-423	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-516	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-523	0,75	400	1,20	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
36	CINTAS SALIDA CAJAS LLENAS	M-405	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-406	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-412	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-413	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-419	0,75	400	1,20	49	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-420	0,75	400	1,20	49	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-426	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-427	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-505	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-506	0,75	400	1,20	59	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-512	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-513	0,75	400	1,20	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-519	0,75	400	1,20	49	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-520	0,75	400	1,20	49	3x1,5+TTx1,5 Cu
M-526	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu		
M-527	0,75	400	1,20	45	3x1,5+TTx1,5 Cu		

37	COLECTORES RODILLOS SALIDA CAJAS	M-700	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-701	0,37	400	0,59	56	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-702	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
	16 METROS	M-703	0,75	400	1,20	36	3x1,5+TTx1,5 Cu
	COLECTORES RODILLOS SALIDA CAJAS	M-704	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-705	0,37	400	0,59	46	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-706	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-707	0,37	400	0,59	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-708	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-709	0,37	400	0,59	56	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-710	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
	14,8 METROS	M-711	0,75	400	1,20	36	3x1,5+TTx1,5 Cu
	COLECTORES RODILLOS SALIDA CAJAS	M-712	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-713	0,37	400	0,59	46	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-714	0,37	400	0,59	42	3x1,5+TTx1,5 Cu
M-715		0,37	400	0,59	38	3x1,5+TTx1,5 Cu	
M-716		0,37	400	0,59	32	3x1,5+TTx1,5 Cu	
38	CURVAS CAJAS LLENAS	M-717	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-718	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-719	0,37	400	0,59	38	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-720	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu
39	SALIDA CAJAS LLENAS GENERAL	M-721	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-722	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-723	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-723	0,37	400	0,59	35	3x1,5+TTx1,5 Cu

Tabla 23. Tabla resumen secciones motores 1 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

GRANEL		MAQUINARIA	MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
42	ELEVADOR ALIMENTACION GRANEL	M-802	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-803	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu	
43	CINTAS ALIMENTACION PULMONES	M-804	0,75	400	1,20	35	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-805	0,75	400	1,20	35	3x1,5+TTx1,5 Cu	
44	CINTA ALIMENTACION PULMON	M-806	0,37	400	0,59	36	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-807	0,37	400	0,59	36	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-808	0,37	400	0,59	36	3x1,5+TTx1,5 Cu	
45	CINTA ALIMENTACION CAJAS VACIAS RANEL	M-809	0,37	400	0,59	36	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-810	0,37	400	0,59	36	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-811	0,37	400	0,59	36	3x1,5+TTx1,5 Cu	

Tabla 24. Tabla resumen secciones motores 1 cuadro 3. Fuente: Elaboración propia

2ª CALIDAD		MAQUINARIA	MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
19	SALIDA 2ª CALIDAD DE MESA SELECCIÓN	M-622	0,37	400	0,59	33	3x1,5+TTx1,5 Cu	
		M-623	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
20	SALIDA 2ª CALIDAD MESA SELECCIÓN-1	M-624	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
21	ELEVADOR ALIMENTAR MESA DE REPASO 2ª CALIDAD	M-625	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	
23	RECEPCION 2ª CALIDAD DE MESA DE REPASO	M-626	0,75	400	1,20	40	3x1,5+TTx1,5 Cu	

Tabla 25. Tabla resumen secciones motores 2 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia



## SEGUNDA E INDUSTRIA

MAQUINARIA		MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
48	ELEVADOR ALIMENTACION GRANEL	M-600	0,75	400	1,20	43	3x1,5+TTx1,5 Cu
49	CINTAS SALIDA DESCARTES MESA ENCAJADO MANUAL	M-601	0,37	400	0,59	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-602	0,37	400	0,59	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-603	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-604	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-605	0,37	400	0,59	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-606	0,37	400	0,59	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-607	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-608	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-609	0,37	400	0,59	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-610	0,37	400	0,59	55	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-611	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-612	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-613	0,37	400	0,59	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-614	0,37	400	0,59	48	3x1,5+TTx1,5 Cu
M-615	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu		
M-616	0,37	400	0,59	40	3x1,5+TTx1,5 Cu		
50	TRANSPORTADORAS GENERAL DESCARTES	M-617	1,1	400	1,76	30	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-618	1,1	400	1,76	30	3x1,5+TTx1,5 Cu
51	CINTA SEGUNDA CALIDAD A MESA REPASO	M-619	0,37	400	0,59	50	3x1,5+TTx1,5 Cu
52	ELEVADOR SEGUNDA CALIDAD A MESA DE REPASO	M-620	0,37	400	0,59	56	3x1,5+TTx1,5 Cu
53	CINTA SEGUNDA CALIDAD A MESA REPASO	M-621	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
54	ELEVADOR INDUSTRIA A COLECTOR GENERAL	M-900	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
		M-901	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
55	CINTA SEGUNDA CALIDAD A INDUSTRIA DE MESA DE REPASO	M-902	0,75	400	1,20	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
56	ELEVADOR SEGUNDA CALIDAD A INDUSTRIA	M-903	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
57	CINTA COLECTOR-1 GENERAL INDUSTRIA	M-904	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
58	CINTA COLECTOR-2 GENERAL INDUSTRIA	M-905	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
59	ELEVADOR INDUSTRIA A MESA DE REPASO	M-906	0,37	400	0,59	60	3x1,5+TTx1,5 Cu
60	RODILLOS MESA INDUSTRIA	M-907	0,37	400	0,59	58	3x1,5+TTx1,5 Cu
61	CINTA LLENADO BINS	M-908	0,37	400	0,59	62	3x1,5+TTx1,5 Cu

Tabla 26. Tabla resumen secciones motores 3 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

ALIMENTACION ENVASES  
VACIOS

MAQUINARIA		MOTOR	POTENCIA	TENSION	CORRIENTE	DISTANCIA	Cable
63	TRANSPORTADOR AEREO	M-1000	1,1	400	1,76	90	3x1,5+TTx1,5 Cu
64	TRANSPORTADOR AEREO	M-1001	1,1	400	1,76	90	3x1,5+TTx1,5 Cu

Tabla 27. Tabla resumen secciones motores 4 cuadro 2. Fuente: Elaboración propia

### cuadro alumbrado

Línea	Nombre	Potencia	Metros
1	1ª Tria podrido	309,6	38
2	Previa Calibrador	330,24	16
3	Discoteca	103,2	6
4	Tria Calibrador +2ªCalidad	344	12
5	Pastera 1	412,8	36
6	Pastera 2	412,8	41
7	Pastera 3	412,8	46
8	Pastera 4	412,8	51
9	Pastera 5	412,8	32
10	Pastera 6	412,8	37
11	Pastera 7	412,8	42
12	Pastera 8	412,8	47
13	Granel	61,92	45
14	Tria Industria	41,28	32
15	Alumbrado exterior	3200	60
16	Alumbrado interior	6000	30

Tabla 28. Tabla resumen alumbrado. Fuente: Elaboración propia

## 4. Protecciones

### Protecciones mediante fusibles

Las condiciones que el fusible debe cumplir es proteger contra cortocircuitos son:

- Poder de corte del fusible  $> I_{cc,max}$
- $I_{cc,min} > I_a$

Estos datos se obtendrán de las curvas de los fusibles de cualquier catalogo escogiendo el que mejor se nos adapte a la instalación.

### Protección mediante interruptor automático.

Las condiciones que debe cumplir son:

- Poder de corte del IA  $> I_{cc,max}$
- $I_{cc,min} > I_a$ , intensidad adecuada del disparador electromagnético.
- $I_{cc,max} > I_b$ , del conductor determinada sobre la curva.

Formulas:

$$R = \frac{p \cdot L}{S} (\Omega)$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot \left( 1 + 9,2 \cdot \log \frac{D}{R} \right) \cdot 10^{-4} \left( \frac{H}{km} \right)$$

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L \left( \frac{\Omega}{km} \right)$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot \Sigma Z} (A)$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{2 \cdot \Sigma Z} (A)$$

$$I_{ccMON} = \frac{1,05 \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z} (A)$$

Para la selección de los interruptores diferenciales en este caso solo desconectara el circuito donde se ha producido el fallo, manteniendo la instalación en servicio. En la instalación deberá existir una escala de actuación entre los interruptores diferenciales y el resto de protecciones.

La intensidad nominal de los diferenciales será igual o mayor al interruptor automático al que siga y su sensibilidad será de 30 mA y 300mA, según la ITC-BT-24.

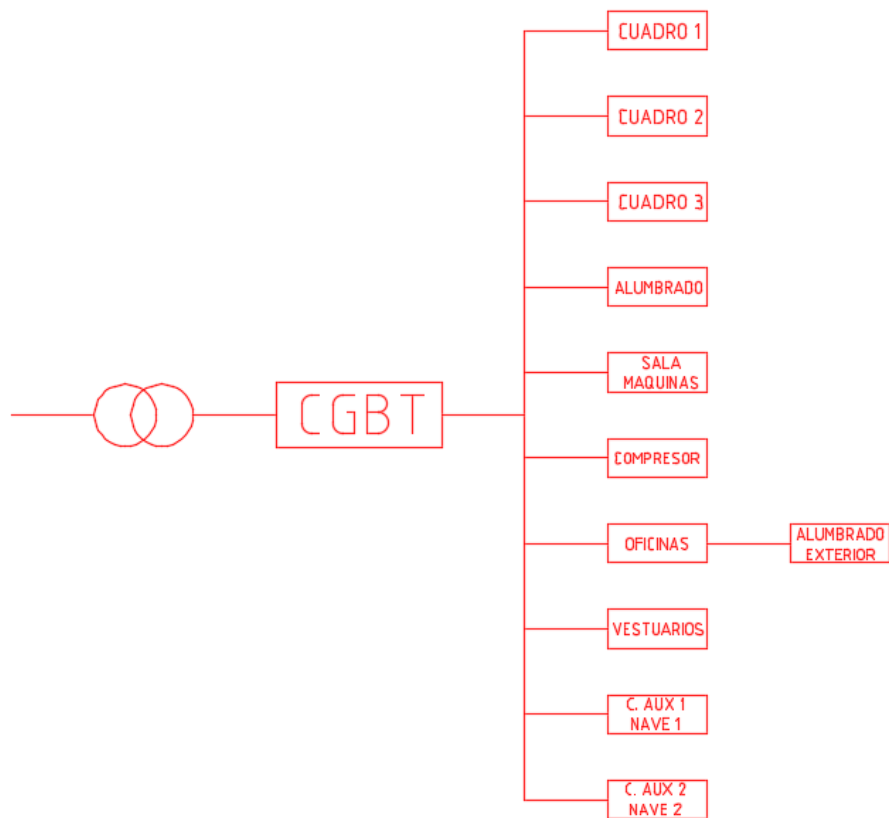


Figura 13. Sinoptico Cuadros. Fuente: Elaboración propia

Sección (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)
1x1,5	13,3	4,80
1x2,5	7,98	5,15
1x4	4,95	5,60
1x6	3,3	6,30
1x10	1,91	7,30
1x16	1,21	8,40
1x25	0,78	10,00
1x35	0,554	11,10
1x50	0,386	12,90
1x70	0,272	14,70
1x95	0,206	17,25
1x120	0,161	19,00
1x150	0,129	21,60
1x185	0,106	23,40
1x240	0,0801	26,70

Figura 14. Características Cable. Fuente: Fabricante

#### 4.1 Línea General

Para esto dos casos vamos a calcular solo la acometida que es la más desfavorable, nuestra acometida tiene una sección de  $3 \times 240 \text{ mm}^2$  por fase y una longitud de 32m, por tanto:

$$R = 0,0801 \frac{\Omega}{\text{Km}}$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + 9,2 \cdot \log \frac{26,7}{12}\right) \cdot 10^{-4} = 2,09 \cdot 10^{-4} \left(\frac{H}{\text{km}}\right)$$

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 2,09 \cdot 10^{-4} = 0,0657 \left(\frac{\Omega}{\text{km}}\right)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0,1036 \left(\frac{\Omega}{\text{km}}\right)$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{\sqrt{3} \sum Z} \text{ (A)}$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \frac{0,1036}{1000} \cdot 32 \cdot 3 \cdot 3} = 8127,11 \text{ A}$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{2 \cdot \sum Z}$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot 400}{2 \cdot \frac{0,1036}{1000} \cdot 32 \cdot 3 \cdot 3} = 7038 \text{ A}$$

#### 4.2 Cuadro 1

La línea que alimenta este cuadro es de  $120 \text{ mm}^2$  por fase y una longitud de 86m

$$R = 0,161 \frac{\Omega}{\text{Km}}$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot \left(1 + 9,2 \cdot \log \frac{19}{6}\right) \cdot 10^{-4} = 2,8 \cdot 10^{-4} \left(\frac{H}{\text{km}}\right)$$

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 2,8 \cdot 10^{-4} = 0,088 \left(\frac{\Omega}{\text{km}}\right)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0,1835 \left( \frac{\Omega}{km} \right)$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{\sqrt{3} \sum Z} (A)$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \frac{0,185}{1000} \cdot 86 \cdot 3} = 5080,4 A$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{2 \cdot \sum Z}$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot 400}{2 \cdot \frac{0,185}{1000} \cdot 86 \cdot 3} = 4399,74 A$$

Ya hemos obtenido un valor de menos de 6 kA.

#### 4.2 Cuadro 3

La línea que alimenta este cuadro es de 70 mm<sup>2</sup> por fase y una longitud de 52m

$$R = 0,272 \frac{\Omega}{Km}$$

$$L = \frac{1}{2} \cdot \left( 1 + 9,2 \cdot \log \frac{12,9}{3,5} \right) \cdot 10^{-4} = 3,106 \cdot 10^{-4} \left( \frac{H}{km} \right)$$

$$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 3,106 \cdot 10^{-4} = 0,09758 \left( \frac{\Omega}{km} \right)$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = 0,289 \left( \frac{\Omega}{km} \right)$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{\sqrt{3} \sum Z} (A)$$

$$I_{ccTRI} = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot \frac{0,289}{1000} \cdot 52 \cdot 3} = 5378,56 A$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot U_N}{2 \cdot \sum Z}$$

$$I_{ccBI} = \frac{1,05 \cdot 400}{2 \cdot \frac{0,185}{1000} \cdot 52 \cdot 3} = 4657,97 \text{ A}$$

Ya hemos obtenido un valor de menos de 6 kA.

## 5. Toma a Tierra

La puesta a tierra se realizará mediante un electrodo de cobre que su resistencia de paso a tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

La resistencia de la tierra no podrá dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V. Conocido este valor y sabiendo que nuestro esquema es de tipo TT, siguiendo la ITC-BT-24, apartado 4.1.2 y que los interruptores diferenciales empleados son de 300mA sabemos que:

$$R_a \cdot I_a \leq U$$

Donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra.
- $U$  es la tensión de contacto límite
- $I_a$  es la corriente residual del diferencial.

$$R_a \leq \frac{U}{I_a} \leq \frac{24}{0.30} \leq 80$$

Siguiendo la tabla 5 de la ITC-BT-18, la resistencia  $R$  en  $\Omega$  de toma de tierra realizada con un conductor enterrado horizontalmente se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{2 \cdot p}{L}$$

Donde:

- $p$  es la resistividad del terreno,  $\Omega\text{m}$ .
- $R$  es la resistencia,  $\Omega$ .
- $L$  es la longitud de la zanja ocupada por el conductor, m.

En la ITC-BT-18 en la tabla 3 nos aporta unos valores orientativos de la resistividad en función del terreno. Tras haberse realizado un estudio anterior del terreno, en nuestro caso nos encontramos ante un terreno compuesto de arcillas compactas., se comprueba en la tabla 3 de la ITC y su resistividad está comprendida entre 100 y 200  $\Omega\text{m}$ . Aunque se debería de enviar a un operario a medir dicha resistividad en este caso nosotros cogemos 150  $\Omega\text{m}$

El perímetro del edificio es de 25 metros, aunque el conductor seleccionado puede enterrarse en zigzag, se tomara una longitud de 27,5 m, por lo que la resistividad del anillo es:

$$R_{anillo} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 150}{27,5} = 10,9 \Omega$$

Aceptaremos esta toma de tierra ya que  $R_{anillo} < R_a$



# ANEXO II: MEJORA FACTOR DE POTENCIA

## ANEXO II: MEJORA FACTOR DE POTENCIA

### 1. Objeto

En este anexo lo que se pretende con la compensación de energía reactiva. La compensación de energía reactiva es el proceso para reducir o eliminar la demanda de energía reactiva presente en un sistema eléctrico mediante la instalación de unos condensadores, con lo que incrementamos nuestra potencia activa respecto a la total, siempre se intentará llegar a la unidad de factor de potencia.

Todas las maquinas eléctricas alimentadas por corriente alterna contienen dos energías, energía activa, la que se transforma en trabajo o en calor, esta últimas perdidas y por energía reactiva generalmente está asociada a los campos magnéticos interna de los motores y transformadores.

Los condensadores generan una energía reactiva inversa a la consumida en la instalación, por ello serán los aplicados para neutralizar dicha energía reactiva.

### 2. Ventajas

- Reducción de los recargos, las compañías eléctricas como Iberdrola aplican recargos al consumo de energía reactiva.
- Reducción caída de tensión
- Reducción de la sección de los conductores
- Mayor potencia disponible en la instalación.

### 3. Método

En nuestro caso hemos escogido una compensación centralizada por el precio de instalación, el inconveniente es que la mejora en el rendimiento de la instalación se realiza solo a nivel del interruptor general.

### 4. Dimensionamiento Baterías de Condensadores

Datos:

El factor de potencia que encontramos en nuestra instalación,

$$\cos(\varphi_1) = 0,8 \text{ y } \operatorname{tg}(\varphi_1) = 0,75$$

El factor de potencia que queremos en la instalación,

$$\cos(\varphi_2) = 0,95 \text{ y } \operatorname{tg}(\varphi_2) = 0,3287$$

$$Q_c = P \cdot (tg(\varphi_1) - tg(\varphi_2)) \text{ (Var)}$$

$$Q_c = 280252,64 \cdot (0,75 - 0,3287) = 118,32 \text{ kVar}$$

Siendo la capacidad de los condensadores:

$$C = Q_c \cdot \frac{1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega} \text{ (F)}$$

$$C = 118,32 \cdot 10^3 \cdot \frac{1000}{3 \cdot 400^2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50} = 0,78463 \text{ F}$$

## 5. Selección de la batería de condensadores.

Con los valores obtenidos anteriormente ahora procedemos a la selección de la batería de condensadores que se ajusta a nuestra potencia de compensación.

Banco de Condensadores VarSet Auto 100kvar com entrada BAT xxB 400V 50Hz de Schneider Electric

# ANEXO III: CENTRO DE TRANSFORMACION

# 1 MEMORIA

## Resumen de Características

### 1.1 Titular

Este Centro es propiedad de Germán Sancho y Cía.

### 1.2 Emplazamiento

Valencia.

### 1.3 Localidad

El Centro se halla ubicado en Valencia y sus coordenadas geográficas son: Latitud: 39° 44' 15.752'' N, Longitud: 0° 15' 47.755'' W..

### 1.4 Potencia Unitaria de cada Transformador y Potencia Total en kVA

- Potencia del Transformador 1: 500 kVA

### 1.5 Tipo de Centro de Transformación

El Centro de Seccionamiento objeto de este proyecto es del tipo pfu.4/20 y el Centro de Transformación es del tipo pfu.4/20 .

### 1.6 Tipo de Transformador

- Refrigeración del transformador 1: aceite
- Volumen de dieléctrico transformador 1: 340 l
- **Volumen Total de Dieléctrico:** 340 l

### 1.7 Director de Obra

#### 1.7.1 Presupuesto total

- **Presupuesto Total:** 90.593,50 €

### 1.8 Objeto del Proyecto

Este proyecto tiene por objeto definir las características de un centro destinado al suministro de energía eléctrica, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

## 1.9 Reglamentación y Disposiciones Oficiales

### Normas Generales:

- **Real Decreto 223/2008** de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09
  - **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el **Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión**, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
  - **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión**. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
  - **Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT**. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
  - **Autorización de Instalaciones Eléctricas**. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
  - **Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional** y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.
  - **Real Decreto 614/2001, de 8 de junio**, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
  - **Ley 24/2013** de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
  - **Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía**, Decreto de 12 Marzo de 1954 y **Real Decreto 1725/84** de 18 de Julio.
  - **Real Decreto 2949/1982** de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
  - **Real Decreto 1110/2007** de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- 
- **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
  - **Real Decreto 222/2008** de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica
  - **Real Decreto 1432/2008** de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
  - **Real Decreto Legislativo 1/2008** de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos
  - **Real Decreto 1131/88** de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1308/86 de Evaluación de Impacto Ambiental
  - **Real Decreto 105/2008**, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- NTE-IEP**. Norma tecnológica de 24-03-1973, para **Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra**.
- Normas **UNE / IEC**.
  - Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.







## 1.12 Características Generales del Centro de Transformación

El Centro de Transformación, tipo cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía i-DE a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son:

- **cgmcosmos**: Equipo compacto de 3 funciones, con aislamiento y corte en gas, opcionalmente extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.
- **cgmcosmos**: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

## 1.13 Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 420 V, con una potencia máxima simultánea de <potencia instalada 307 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 500 kVA.

## 1.14 Descripción de la instalación

### 1.14.1 Obra Civil

En este proyecto el Centro de Transformación se encuentra dividido en dos edificios: uno destinado a albergar la aparamenta de la compañía suministradora, y otro que contendrá la aparamenta del cliente, los transformadores y elementos para distribución en BT.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

### 1.14.2 Características de los Materiales

Edificio de Seccionamiento: **pfu.4/20**

- Descripción

Los edificios para Centros de Seccionamiento **pfu** , de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior

se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparatada de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Seccionamiento es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### - Envolverte

La envolverte de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolverte.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### - Placa Piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### - Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones (con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un dispositivo de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Seccionamiento. Para ello se utiliza una cerradura de diseño **ORMAZABAL** que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### - Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### - Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad AENOR de acuerdo a ISO 9000.

#### - Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

#### - Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### - Cimentación

Para la ubicación de los Centros de Seccionamiento **pfu** es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### - Características detalladas

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

#### Dimensiones exteriores

Longitud: 4460 mm  
Fondo: 2380 mm  
Altura: 3045 mm  
Altura vista: 2585 mm  
Peso: 13465 kg

#### Dimensiones interiores

- Longitud: 4280 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

#### Dimensiones de la excavación

- Longitud: 5260 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

Edificio de Transformación: ***pfu.4/20***

#### - Descripción

Los edificios **pfu** para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

#### - Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

#### - Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

#### - Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180º) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

#### - Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

#### - Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

#### - Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

#### - Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

#### - Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

#### - Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

### - Características Detalladas

Nº de transformadores: 1

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

#### Dimensiones exteriores

- Longitud: 4460 mm
- Fondo: 2380 mm
- Altura: 3045 mm
- Altura vista: 2585 mm
- Peso: 13465 kg

#### Dimensiones interiores

- Longitud: 4280 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

#### Dimensiones de la excavación

- Longitud: 5260 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

## 1.15 Instalación Eléctrica

### 1.15.1 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,104 kA eficaces.

### 1.15.2 Características de la Aparata de Media Tensión

## Características Generales de los Tipos de Aparataments Empleados en la Instalación.

### Celdas: *cgmcosmos*

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub> de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estandar:

#### - **Construcción:**

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujección de cables de Media Tensión diseñadas para sujección de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

#### -**Seguridad:**

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

#### *Grados de Protección :*

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

#### - Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

#### - Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas **cgmcosmos** es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### - Características eléctricas

Las características generales de las celdas **cgmcosmos** son las siguientes:

Tensión nominal: 24 kV

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases : 50 kV

a la distancia de seccionamiento : 60 kV

Impulso tipo rayo

a tierra y entre fases : 125 kV

a la distancia de seccionamiento: 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### 1.15.3 Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

E/S1,E/S2,Scía: **cgmcosmos-2lp**

#### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en las entradas/salidas: 400 A
- Intensidad asignada en la salida de seccionamiento compañía: 200 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA



- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
  - Nivel de aislamiento
    - Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kV
    - Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
  - Capacidad de corte
    - Corriente principalmente activa: 400 A
  - Clasificación IAC:AFL
- Características físicas:
- Ancho: 1190 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1740 mm
  - Peso: 290 kg
- Otras características constructivas
- Mando interruptor 1: motorizado BM
  - Mando interruptor 2: motorizado BM
  - Mando interruptor Secc. Cía: 200 A

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

**cgmcosmos-2lp** es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema **cgmcosmos**.

La celda **cgmcosmos-2lp** está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se

introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Alimentación de Servicios Auxiliares: **cgmcosmos-a Celda alimentación SS.AA.**

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-a** de alimentación de servicios auxiliares, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de conexión al transformador de tensión dispuesto en la base, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
- Intensidad asignada en la derivación: 200 A
- Intensidad fusibles: 3x2 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 40 kA
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min)  
entre fases: 50 kV
  - Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 875 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 237 kg

- Potencia Transformador SS.AA: 600 VA

Remonte Cliente: ***cgmcosmos-I Interruptor-seccionador***

Celda con envolvente metálica, fabricada por **ORMAZABAL**, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-I** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos **ekor.vpis** para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 630 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV

- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Capacidad de corte

· Corriente principalmente activa: 630 A

· Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

· Ancho: 365 mm

· Fondo: 735 mm

· Alto: 1740 mm

· Peso: 95 kg

Protección General: ***cgmcosmos-p Protección fusibles***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-p** de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra **ekor.sas**, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada: 24 kV

· Intensidad asignada en el embarrado: 400 A

· Intensidad asignada en la derivación: 200 A

· Intensidad fusibles: 3x40 A

· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

· Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA

- Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kV

Impulso tipo rayo  
a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

- Capacidad de corte

Corriente principalmente activa: 400 A

- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

- Ancho: 470 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:

- Mando posición con fusibles: manual tipo BR

Combinación interruptor-fusibles: combinados

- Relé de protección: ekor.rpt-2001B

Medida: ***cgmcosmos-m Medida***

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **cgmcosmos-m** de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Clasificación IAC: AFL

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1025 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y contruidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

\* Transformadores de tensión

Relación de transformación: 22000/V3-110/V3 V

Sobretensión admisible  
en permanencia:

1,2 Un en permanencia y  
1,9 Un durante 8 horas

Medida

- Potencia: 15 VA
- Clase de precisión: 0,5

\* Transformadores de intensidad

Relación de transformación: 15 - 30/5 A

Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)

Sobreint. admisible en permanencia:  $F_s \leq 5$

Medida

- Potencia: 15 VA
- Clase de precisión: 0,5 s

Transformador 1: **transforma aceite 24 kV**

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 500 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

#### 1.15.4 Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: **Interruptor en carga + Fusibles**

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 800 A.  
1 Salida formadas por bases portafusibles.  
Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.  
Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.  
Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.  
Bornas(alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características eléctricas

Tensión asignada: 440 V

Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 10 kV  
entre fases: 2,5 kV

Impulso tipo rayo:  
a tierra y entre fases: 20 kV

Dimensiones:

Altura: 1820 mm  
Anchura: 580 mm  
Fondo: 300 mm

### 1.15.5 Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

Puentes MT Transformador 1: **Cables MT 12/20 kV**

Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.

La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: **Puentes transformador-cuadro**

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro.

- Defensa de transformadores:

Defensa de Transformador 1: **Protección física transformador**



Protección metálica para defensa del transformador.

Cerradura enclavada con la celda de protección correspondiente.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Seccionamiento: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Iluminación Edificio de Transformación: **Equipo de iluminación**

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

### 1.15.6 Unidades de Protección, Automatismos y Control

Unidad de Control Integrado: **ekor.rci**

Unidad de control integrado para la supervisión y control función de línea, compuesta de un relé electrónico y sensores de intensidad. Totalmente comunicable, dialoga con la unidad remota para las funciones de telecontrol y dispone de capacidad de mando local.

Procesan las medidas de intensidad y tensión, sin necesidad de convertidores auxiliares, eliminando la influencia de fenómenos transitorios, y calculan las magnitudes necesarias para realizar las funciones de detección de sobreintensidad, presencia y ausencia de tensión, paso de falta direccional o no, etc. Al mismo tiempo determinan los valores eficaces de la intensidad que informan del valor instantáneo de dichos parámetros de la instalación. Disponen de display y teclado para visualizar, ajustar y operar de manera local la unidad, así como puertos de comunicación para poderlo hacer también mediante un ordenador, bien sea de forma local o remota. Los protocolos de comunicación estándar que se implementan en todos los equipos son MODBUS en modo transmisión RTU (binario) y PROCOME, pudiéndose implementar otros protocolos específicos dependiendo de la aplicación.

Características

- o Funciones de Detección
  - Detección de faltas fase - fase (curva TD) desde 5 A a 1200 A
  - Detección de faltas fase - tierra (curva NI, EI, MI y TD) desde 0,5 A a 480 A

- Asociado a la presencia de tensión
  - Filtrado digital de las intensidades magnetizantes
  - Curva de tierra: inversa, muy inversa y extremadamente inversa
  - Detección Ultra-sensible de defectos fase-tierra desde 0,5 A
  - o Presencia / Ausencia de Tensión
    - Acoplo capacitivo (pasatapas)
    - Medición en todas las fases L1, L2, L3
    - Tensión de la propia línea (no de BT)
  - o Paso de Falta / Seccionalizador Automático
  - o Intensidades Capacitivas y Magnetizantes
  - o Control del Interruptor
    - Estado interruptor-seccionador
    - Maniobra interruptor-seccionador
    - Estado seccionador de puesta a tierra
    - Error de interruptor
  - o Detección Direccional de Neutro
- Otras características:
- Ith/Idin = 20 kA /50 kA
  - Temperatura = -10 °C a 60 °C
  - Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz  $\pm$  1 %
  - Comunicaciones: ProtocoloMODBUS(RTU)/PROCOME
  - Ensayos:
    - De aislamiento según 60255-5
    - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
    - Climáticos según CEI 60068-2-X
    - Mecánicos según CEI 60255-21-X
    - De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 2004/108/CE, y con la normativa internacional IEC 60255. La unidad ekorRCI ha sido diseñada y fabricada para su uso en zonas industriales acorde a las normas de CEM. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo CE-26/08-07-EE-1.

Unidad de Protección: **ekor.rpt**

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección de transformadores. Aporta a la protección de fusibles protección contra sobrecargas y defectos fase-tierra de bajo valor. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- o Rango de potencias: 50 kVA - 2500 kVA

- o Funciones de Protección:
- o Sobreintensidad
- o Fases (3 x 50/51)
- o Neutro (50N / 51N)
- o Neutro Sensible (50Ns / 51Ns)
- o Disparo exterior: Función de protección (49T)
- o Detección de faltas a tierra desde 0,5 A
- o Bloqueo de disparo interruptor: 1200 A y 300 A
- o Evita fusiones no seguras de fusibles (zona I3)
- o Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- o Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)
- o Histórico de disparos
- o Medidas de intensidad: I1, I2, I3 e I0
- o Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)

- Elementos:

Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).

Los sensores de intensidad son transformadores toroidales que tienen una relación de 300 A / 1 A. Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.

La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior con un nivel de aislamiento de 10 kV.

El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.

- Otras características:

$I_{th}/I_{din} = 20 \text{ kA} / 50 \text{ kA}$

Temperatura=  $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Frecuencia= 50 Hz; 60 Hz  $\pm 1 \%$

Ensayos:

- De aislamiento según 60255-5
- CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
- Climáticos según CEI 60068-2-X
- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255. Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

### **Armario sobre celda STAR i-DE**

Armario de control de dimensiones adecuadas, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:

1 Unidad remota de telemando (RTU) **ekor.ccp** para comunicaci3n con la unidad de control integrado **ekor.rci** que incluye la siguiente funcionalidad:

#### **Señalizaci3n y mando de la primera celda de lnea**

- Maniobra e indicaci3n de interruptor
- Indicaci3n del estado del seccionador de tierra
- Indicaci3n de paso de falta de fases y tierra
- Indicaci3n de presencia de tensi3n en cada fase
- Medidas de intensidad de cada fase y residual

#### **Señalizaci3n y mando adicional**

- Maniobra e indicaci3n del interruptor de la segunda celda de lnea.
- Indicaci3n de interruptor de la celda de transformador.
- Alarmas de bateraa baja, fallo cargador y fallo Vca.
- Local/Telemando.
- Posibilidad de indicaci3n de presencia de personal.
- Otras alarmas generales de la instalaci3n (agua, humos, etc.).

#### **Comunicaciones**

- Protocolo de comunicaciones IEC 60870-5-104.
- Servidor WEB s/ norma i-DE NI 30.60.01 y Guaa Tcnica para RTUs MT.

1 Unidad de control integrado **ekor.rci** con funciones de paso de falta, indicaci3n de presencia de tensi3n, medidas (V, I, P, Q), seaalizaci3n y mando de la celda.

1 Equipo cargador-bateraa **ekor.bat** protegido contra cortocircuitos s/ especificaci3n y bateraas de Pb de vida m3nima de 15 aaos y 13 Ah a 48 Vcc.

1 Interruptor autom3tico magnetot3rmico unipolar para protecci3n de los equipos de control del armario, del armario com3n STAR y del armario de comunicaciones.

1 Interruptor autom3tico magnetot3rmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protecci3n de los equipos de control y mando de las celdas.

1 Maneta Local / Telemando.

s/ Bornas, accesorios y pequeao material.

### **Armario de Comunicaciones adicional ACOM-I-GPRS**

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación i-DE, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo), integrado en web STAR. La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324.

Compuesto por un único compartimento independiente y con tapa desmontable para un correcto acceso a su interior en zonas con espacio reducido. Se debe poder observar el estado de los equipos sin necesidad de acceder a su interior.

Debe permitir una óptima operación sobre sus elementos en cualquier circunstancia. Todos los elementos estarán referidos a tierra de protección y por lo tanto se debe poder acceder directamente para operaciones de mantenimiento, configuración, etc.

El armario debe disponer de ventilación no forzada mediante aireadores laterales para una correcta circulación del aire y del calor generado por los diferentes equipos.

La entrada al armario es directa mediante prensaestopas sin necesidad de conector externo. Para simplificar la conexión de media tensión por parte del operario, se instalará un dispositivo de conexión con dos bornes para la alimentación y conector Ethernet hembra apantallado. De esta forma el instalador únicamente deberá instalar una manguera Ethernet prefabricada y los hilos de alimentación entre la aparamenta y el armario ACOM.

### Medida de la energía eléctrica

El conjunto consta de un contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

## 16. Puesta a tierra

### 16.1 Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

### 16.2 Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

### 16.3 Instalaciones secundarias

#### - Alumbrado

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

#### - Protección contra incendios

Según la MIE-RAT 14 en aquellas instalaciones con transformadores o aparatos cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de inflamación inferior a 300°C con un volumen unitario superior a 600 litros o que en conjunto sobrepasen los 2400 litros deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones, tal como el halón o CO<sub>2</sub>.

Como en este caso ni el volumen unitario de cada transformador (ver apartado 1.1.6) ni el volumen total de dieléctrico, que es de 340 litros superan los valores establecidos por la norma, se incluirá un extintor de eficacia 89B. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros de la misma.

Si existe un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

#### - Armario de primeros auxilios

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

#### - Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

## 17. Limitación de campos magnéticos

De acuerdo al apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal especificados en este proyecto no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100  $\mu\text{T}$  para el público en general
- Inferior a 500  $\mu\text{T}$  para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo al Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

En el caso específico en el que los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

- a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán una disposición en triángulo y formando ternas.
- b) La red de baja tensión se diseñará igualmente con el criterio anterior.
- c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado de estos locales.

## 2. CÁLCULOS

### 2.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
$U_p$	tensión primaria [kV]
$I_p$	intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 500 kVA.

$$\cdot I_p = 14,434 \text{ A}$$

## 2.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 500 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P	potencia del transformador [kVA]
$U_s$	tensión en el secundario [kV]
$I_s$	intensidad en el secundario [A]

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$\cdot I_s = 687,322 \text{ A.}$$

## 2.3 Cortocircuitos

### 2.3.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito. se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

### 2.3.2 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

$S_{cc}$	potencia de cortocircuito de la red [MVA]
$U_p$	tensión de servicio [kV]
$I_{ccp}$	corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.



La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

P	potencia de transformador [kVA]
$E_{cc}$	tensión de cortocircuito del transformador [%]
$U_s$	tensión en el secundario [V]
$I_{ccs}$	corriente de cortocircuito [kA]

### 2.3.3 Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es :

- $I_{ccp} = 10,104 \text{ kA}$

### 2.3.4 Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 500 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

- $I_{ccs} = 17,183 \text{ kA}$

## 2.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

### 2.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### 2.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

- $I_{cc}(din) = 25,26 \text{ kA}$

### 2.4.3 Comprobación por sollicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc}(ter) = 10,104 \text{ kA}$ .

## 2.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Los transformadores están protegidos en BT, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 31,5 A.

La celda de protección de este transformador incorpora el relé ekorPPT, que permite que la celda, además de protección contra cortocircuitos, proteja contra sobreintensidades o sobrecargas y contra fugas a tierra. Se consigue así que la celda de protección con fusibles realice prácticamente las mismas funciones que un interruptor automático, pero con velocidad muy superior de los fusibles en el caso de cortocircuitos. De esta forma se limitan los efectos térmicos y dinámicos de las corrientes de cortocircuitos y se protege de una manera más efectiva la instalación.

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

### 2.6 Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 14,434 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

### 2.7 Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

**Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.**

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformadores de potencia unitaria hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

### 2.8 Dimensionado del pozo apagafuegos

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

## 2.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

### 2.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm·m.

### 2.9.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

### 2.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

### 2.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 500 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

$$\cdot V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

$I_d$	intensidad de falta a tierra [A]
$R_t$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$V_{bt}$	tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

$I_{dm}$	limitación de la intensidad de falta a tierra [A]
$I_d$	intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

- $I_d = 500 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

- $R_t = 20 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

$R_t$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$K_r$	coeficiente del electrodo

- Centro de Seccionamiento

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,1333$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

Configuración seleccionada: 50-25/5/42

Geometría del sistema: Anillo rectangular

Distancia de la red: 5.0x2.5 m

Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m

· Número de picas: cuatro

· Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

· De la resistencia  $K_r = 0,097$

· De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$

· De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

·  $K_r \leq 0,1333$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 5.0x2.5 m
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,097$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0221$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0483$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

- $K_r$       coeficiente del electrodo
- $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $R'_t$       resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Seccionamiento:

$$R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$I'_d = 500 \text{ A}$$

por lo que para el Centro de Transformación:

$$\cdot R'_t = 14,55 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$\cdot I'_d = 500 \text{ A}$$

### 2.9.5 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

$R'_t$	resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_d$	tensión de defecto [V]

por lo que, en el Centro de Seccionamiento:

$$\cdot V'_d = 7275 \text{ V}$$

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 7275 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

$K_c$	coeficiente
-------	-------------



$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_c$	tensión de paso en el acceso [V]

por lo que tendremos en el Centro de Seccionamiento:

$$V'_c = 3622,5 \text{ V}$$

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$V'_c = 3.622 \text{ V}$$

### 2.9.6 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

$K_p$	coeficiente
$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
$V'_p$	tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

- $V'_p = 1657,5 \text{ V}$  en el Centro de Seccionamiento

- $V'_p = 1657,5 \text{ V}$  en el Centro de Transformación

### 2.9.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Seccionamiento

Los valores admisibles son, para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,2 \text{ seg}$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

$U_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta  
 $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p = 31152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{p_{acc}} = 10 * U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

$V_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta  
 $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]  
 $R'_o$  resistividad del hormigón en [Ohm·m]  
 $R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$V_p(\text{acc}) = 76296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Seccionamiento inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1657,5 \text{ V} < V_p = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_p(\text{acc}) = 3622,5 \text{ V} < V_p(\text{acc}) = 76296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'_d = 7275 \text{ V} < V_{bt} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 100 \text{ A} < I_d = 500 \text{ A} < I_{dm} = 500 \text{ A}$$

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$\cdot t = 0,2 \text{ s}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot R_0}{1000} \right] \quad (2.9.7.a)$$

donde:

$U_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 31152 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = 10 * U_{ca} \left[ 1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot R_o + 3 \cdot R_o^r}{1000} \right] \quad (2.9.7.b)$$

donde:

$V_{ca}$  valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

$R_0$  resistividad del terreno en [Ohm·m]

$R'_0$  resistividad del hormigón en [Ohm·m]

$R_{a1}$  Resistencia del calzado, superficies de material aislante, etc. [Ohm]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'p = 1657,5 \text{ V} < Vp = 31152 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$\cdot V'p(\text{acc}) = 3.622 \text{ V} < Vp(\text{acc}) = 76.296 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 7275 \text{ V} < Vbt = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot Ia = 100 \text{ A} < Id = 500 \text{ A} < Idm = 500 \text{ A}$$

### 2.9.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En el Centro de Seccionamiento no existe ninguna tierra de servicios luego no existirá ninguna transferencia de tensiones.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

$R_o$	resistividad del terreno en [Ohm·m]
$I'_d$	intensidad de defecto [A]
D	distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 11,937 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 8/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,8 m

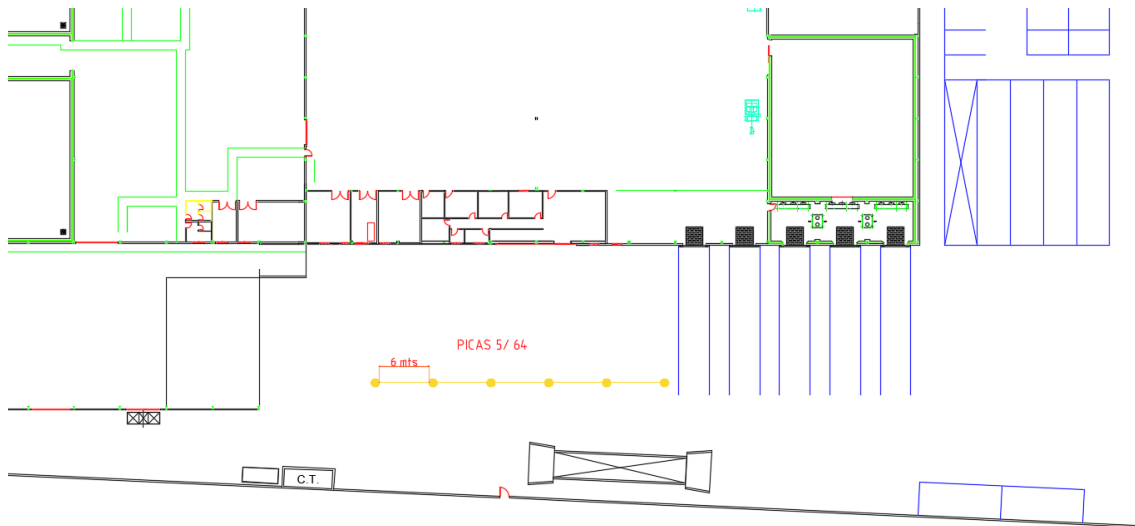


Figura 15. Posición Picas. Fuente: Elaboración Propia.

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,194$
- $K_c = 0,0253$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,194 \cdot 150 = 29,1 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### 2.9.9 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de

Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES

#### 3.1 Calidad de los materiales

#### 3.2 Obra civil

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

#### 3.3 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones,

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas,

dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

### 3.4 Transformadores de potencia

Se plantean dos edificios en este proyecto, uno el llamado Centro de Seccionamiento, que pertenece a la compañía Eléctrica, y otro el llamado Centro de Transformación, que pertenece al cliente o abonado en MT.

El Centro de Seccionamiento no emplea ningún transformador.

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

### 3.5 Equipos de medida

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta

de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### 3.6 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

### 3.7 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

### 3.8 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.



Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

### 3.9 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

### 3.10 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

## 4 PRESUPUESTO

Presupuesto Unitario

### 4.1 Obra civil

#### 1 Edificio de Seccionamiento: *pfu.4/20*

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4/20, de dimensiones	<b>8.400,00 €</b>	<b>8.400,00 €</b>
---	-------------------	-------------------

generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según IEC 62271-202, transporte, montaje y accesorios.

**1 Edificio de Transformación: *pfu.4/20***

Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu.4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.

8.400,00 €

8.400,00 €

Total importe obra civil

16.800,00 €

## 4.2 Equipo de MT

**1 E/S1,E/S2,Scía: *cgmcosmos-2lp***

Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

Un = 24 kV

In = 400 A

Icc = 16 kA / 40 kA

Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1740 mm

Mecanismo de Maniobra 1: motorizado BM

Mecanismo de Maniobra 2: motorizado BM

Mecanismo de Maniobra (Salida Fusibles): 200 A

Se incluyen el montaje y conexión.

10.500,00 €

10.500,00 €

**1 Alimentación de Servicios Auxiliares: *cgmcosmos-a***

Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:

·Un=24 kV In = 400 A

·Icc=16 kA / 40 kA

Dimensiones: 470 mm / 875 mm / 1740 mm

	Se incluyen el montaje y conexión.	<b>9.500,00 €</b>	<b>9.500,00 €</b>
<b>1</b>	<p>Remonte Cliente: <b><i>cgmcosmos-l</i></b></p> <p>Módulo metálico para protección del remonte de cables al embarrado general, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Un = 24 kV</li> <li>· Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm</li> </ul>		
	Se incluyen el montaje y conexión.	<b>3.762,50 €</b>	<b>3.762,50 €</b>
<b>1</b>	<p>Protección General: <b><i>cgmcosmos-p</i></b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Un = 24 kVIn = 400 A</li> <li>· Icc = 16 kA / 40 kA</li> <li>· Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm</li> </ul> <p>· Mando (fusibles): manual tipo BR</p>		
	Relé de protección: ekor.rpt-2001B		
	Se incluyen el montaje y conexión.	<b>5.750,00 €</b>	<b>5.750,00 €</b>
<b>1</b>	<p>Medida: <b><i>cgmcosmos-m</i></b></p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Un = 24 kV</li> </ul>		

- Dimensiones: 800 mm / 1025 mm / 1740 mm

Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.

	Se incluyen el montaje y conexión.	<b>6.150,00 €</b>	<b>6.150,00 €</b>
<b>1</b>	<b>Puentes MT Transformador 1: <i>Cables MT 12/20 kV</i></b>		
	Cables MT 12/20 kV del tipo HEPRZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.		
	En el otro extremo son del tipo cono difusor y modelo OTK 224.		
		<b>950,00 €</b>	<b>950,00 €</b>
<b>1</b>	Interconexión enchufable apantallada no accesible de la función de protección MT y de la función transformador mediante conjuntos de unión unipolares de aislamiento 36 kV ORMALINK de Ormazabal	950,00€	950,00€.

### 4.3 Equipo de Potencia

#### **1** Transformador 1: *transforma aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión marca ORMAZABAL, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 500 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.

Se incluye también una protección con Termómetro.

<b>8.776,00 €</b>	<b>8.776,00 €</b>
-------------------	-------------------

Total importe equipos de potencia **8.776,00 €**

#### 4.4 Equipo de Baja Tensión

**1 Cuadros BT - B2 Transformador 1: *Interruptor en carga + Fusibles***

Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:

Interruptor manual de corte en carga de 800 A.

Salidas formadas por bases portafusibles: 1 Salida

Tensión nominal: 440 V

Aislamiento: 10 kV

Dimensiones: Alto: 1820 mm

Ancho: 580 mm

Fondo: 300 mm **3.100,00 € 3.100,00 €**

**1 Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes BT - B2 Transformador 1***

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material 0,6/1 kV tipo RZ1 de 1x240Al sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud.

**1.050,00 € 1.050,00 €**

**1 Equipo de Medida de Energía: *Equipo de medida***

Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.

**3.432,00 € 3.432,00 €**

Total importe equipos de BT **7.582,00 €**

#### 4.5 Sistema de Puesta a Tierra

**- Instalaciones de Tierras Exteriores**

**1 Tierras Exteriores Prot Seccionamiento: *Anillo rectangular***

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, debidamente montada y conexiada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros

Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m

**1.285,00 €      1.285,00 €**

**1 Tierras Exteriores Prot Transformación: *Anillo rectangular***

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexiada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

- Geometría: Anillo rectangular
- Profundidad: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de picas: 2 metros
- Dimensiones del rectángulo: 5.0x2.5 m

**1.285,00 €      1.285,00 €**

**1 Tierras Exteriores Serv Transformación: *Picas alineadas***

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

**630,00 €      630,00 €**

- Geometría: Picas alineadas
- Profundidad: 0,8 m
- Número de picas: dos
- Longitud de picas: 2 metros
- Distancia entre picas: 3 metros

#### - Instalaciones de Tierras Interiores

##### 1 Tierras Interiores Prot Seccionamiento: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de seccionamiento, con el conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía.

925,00 €

925,00 €

##### 1 Tierras Interiores Prot Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

925,00 €

925,00 €

##### 1 Tierras Interiores Serv Transformación: *Instalación interior tierras*

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

925,00 €

925,00 €

Total importe sistema de tierras

5.975,00 €

#### Varios

##### 1 Equipo de Protección y Control: **ekor.uct - Unidad Compacta de Telemando**

10.500,00 €

10.500,00 €

Armario de control, según norma i-DE, de dimensiones adecuadas e integrado en web STAR. Contiene en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y

materiales:

- Unidad remota de telemando (RTU) ekor.ccp para comunicación con la unidad de control integrado ekor.rci.
- Unidad de control integrado ekor.rci con funciones de paso de falta, indicación de presencia de tensión, medidas (V, I, P, Q), señalización y mando de la celda.
- Equipo cargador-batería ekor.bat protegido contra cortocircuitos según especificación y baterías de Pb de vida mínima de 15 años y 13 Ah a 48 Vcc. Batería: Batería de Pb vida mínima de 15 años. Capacidad nominal: 13 Ah a 48 Vcc.
- Interruptor automático magnetotérmico unipolar para protección de los equipos de control del armario, del armario común STAR y del armario de comunicaciones.
- Interruptor automático magnetotérmico unipolar con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC) para protección de los equipos de control y mando de las celdas.
- Maneta Local / Telemando.
- Bornas, accesorios y pequeño material.

**1 Equipo de Telegestión: ekor.gid - Gestor Inteligente Distribución**

Armario de comunicaciones (ACOM), según especificación i-DE, con unas dimensiones totales máximas de 310 x 400 x 200 mm (Alto x Ancho x Fondo) e integrado en web STAR. La envolvente exterior, de plástico libre de halógenos, debe mantener una protección mecánica de grado IP32D s/ UNE 20324. **1.740,00 €      1.740,00 €**

- Defensa de Transformadores

**1 Defensa de Transformador 1: *Protección física transformador***

Protección metálica para defensa del transformador.

La defensa incluye una cerradura enclavada con la celda de protección del transformador correspondiente.

**283,00 €      283,00 €**



- Equipos de Iluminación en el edificio de seccionamiento

**1 Iluminación Edificio de Seccionamiento: *Equipo de iluminación***

Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**600,00 €**

**600,00 €**

- Equipos de Iluminación en el edificio de transformación

**1 Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación***

Equipo de iluminación compuesto de:

- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

**600,00 €**

**600,00 €**

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de seccionamiento

**1 Maniobra de Seccionamiento: *Equipo de seguridad y maniobra***

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Una palanca de accionamiento

425,00 €

425,00 €

- Equipos de operación, maniobra y seguridad en el edificio de transformación

**1** Maniobra de Transformación: ***Equipo de seguridad y maniobra***

Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:

- Banquillo aislante
- Par de guantes aislantes
- Extintor de eficacia 89B
- Una palanca de accionamiento
- Armario de primeros auxilios

700,00 €

700,00 €

# PLIEGO DE CONDICIONES

## PLIEGO DE CONDICIONES

### 1. Condiciones generales

Este pliego de condiciones establece las especificaciones que debe cumplir esta instalación de Baja Tensión.

Los materiales implantados en el presente proyecto serán de primera calidad y cumplirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El trabajo se realizará de acuerdo con las prescripciones que establecen las Reglamentaciones Oficiales Vigentes, Reglamento de Alta Tensión y Reglamento sobre instalaciones y funcionamiento de Centrales Eléctricas y Estaciones Transformadoras, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión promulgado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 (Boletín Oficial del Estado nº224 de 18/9/2002 e instrucciones complementarias)

Los trabajos que se realizan en este proyecto se harán con esmero arreglo a las instalaciones eléctricas de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas.

Cualquier reparo de los materiales o instalaciones por los diversos organismos competentes, será corregido por el industrial adjudicatario a su cargo, no considerándose terminada la obra, hasta que no esté subsanado el defecto y aceptado totalmente por el organismo correspondiente.

Se consideran básicas las Normas UNE las NTE y además de las CEI 947, EN 60 947., en todo aquello no especificado en las Reglamentaciones citadas anteriormente.

### 2. Materiales

Se emplearán los materiales en su cantidad, calidad, modelo y tipo que se encuentra detallado en los documentos.

#### 2.1 Canalizaciones eléctricas

Todos los cables se colocarán en tubos o canales, fijados sobre paredes, enterrados, directamente empotrados, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en el proyecto. Antes de iniciar el tendido eléctrico, deberán estar todos los elementos estructurales debidamente.

##### 2.1.1 Tubos.

Los tubos protectores son:

- Tubos y accesorios metálicos.
- Tubos y accesorios no metálicos.
- Tubos y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Según la norma los tubos se clasifican:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistema de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistema de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086-2-3: Sistema de tubos flexible.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistema de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no serán inferiores a los expuestos para el sistema de tubos.

Los tubos no tendrán ningún punto de aristas, asperezas o fisuras en el interior susceptibles de dañar los conductores o incluso causar heridas a instaladores o usuarios.

En los tubos no enterrados y con la unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423, en cambio para los tubos enterrados, las dimensiones corresponden a la UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de tubos, las dimensiones serán establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se hará en función del diámetro exterior.

En lo que se refiere a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular de cada tipo de tubo, se regirá por la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Los tubos se unirán con los accesorios adecuados para asegurar la protección que proporcionan a los conductores. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

### 2.1.2 Bandeja.

Las bandejas estarán perforadas por la parte inferior y provista de tapa lisa.

No presentaran rebabas ni rugosidades en la parte interior ni exteriores y se rechazaran todas aquellas que presenten retorcimientos, alabeados o cualquier otro tipo de deterioro.

El montaje de todas las bandejas se realizará nivelándolas convenientemente y ancladas perfectamente para conseguir una disposición longitudinal de bandejas que quede al mismo nivel y en línea recta, utilizándose soportes adecuados para montaje vertical o horizontal.

Para la utilización de bandejas y canales de instalación de PVC (plástico) se tendrá en cuenta la Resolución del Ministerio de Industria y Energía, de fecha 18 de enero 1988, BOE nº43 de 19 de febrero 1988.

Las características del PVC rígido para bandejas, canales y elementos accesorios cumplirán las siguientes condiciones:

- Reacción al fuego. Clasificación M1 (No inflamable) según la norma UNE 23.727-90.
- Comportamiento ante el fuego. Las bandejas y canales tendrán la clasificación I1 F4, según la norma NF 16.101.1988.
- Ensayo de no propagación de incendio. Ha de superar el ensayo de la norma UNE 20.432-85 parte 3, que coincide con la norma IEC 332 p.3.

- Ensayo de inflamabilidad de los materiales aislantes sólidos al exponerlos a una fuente de incendio categoría FV0, según norma UNE 53.315-86
- Ensayo UL de inflamabilidad de materiales plásticos, clase 94-V0, según norma UL 94-1980.
- La rigidez dieléctrica será de 240 KV/cm según norma UNE 21.316-74.
- El coeficiente de dilatación lineal: 0.07 mm/°C·m.
- Excelente resistencia a la intemperie. El color será gris o blanco.
- Temperatura de servicio: -20°C a +60°C.

Para las bandejas tendrán como mínimo el grosor y peso siguiente:

Alto x ancho(mm)	Grueso(mm)	Peso(Kg/m)
50 x 75	2,2	0,810
60 x 100	2,5	1,150
60 x 150	2,7	1,500
60 x 200	2,7	1,810
60 x 300	3,2	2,770
60 x 400	3,7	3,700
100 x 300	3,7	3,690
100 x 400	4,2	4,880
100 x 500	4,6	6,350
100 x 600	4,7	7,230

Tabla 29. Tabla dimensiones bandeja. Fuente: ITC-BT-21

Para las tapas tendrán como mínimo el grosor y peso siguiente:

Alto x ancho(mm)	Grueso(mm)	Peso(Kg/m)
75	2,0	0,360
100	2,0	0,480
150	2,3	0,740
200	2,3	0,940
300	2,3	1,340
400	2,7	2,020
500	3,2	3,030
600	3,2	3,570

Tabla 30. Tabla dimensiones tapas. Fuente: ITC-BT-21

Para las uniones tendrán como mínimo de grosor siguiente:

Unión para bandejas de altura	Grosor (mm)
50	2,1
60	3,5
100	4,5

Tabla 31. Tabla dimensiones uniones. Fuente: ITC-BT-21

### 2.1.3 Conductores

Los conductores utilizados se establecerán según lo establecido en el proyecto, según se indica en la memoria, memoria y cálculos.

#### 2.1.3.1 Materiales

Los conductores serán de 450/750 V de tensión y de cobre, de formación unipolares y cuyo aislamiento es de policloruro de vinilo (PVC), según norma UNE 21.031, instalación bajo tubo.

Conductor de 0,6/1 kV de tensión y conductor de cobre o de aluminio si las especificaciones del proyecto lo indican. Aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE). Instalación en bandeja o al aire.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor correspondiente.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento

Azul	Conductor neutro
Amarillo-verde	Conductor tierra y protección
Negro, Marrón y Gris	Fases (R,S,T)

Tabla 32. Tabla colores conductores. Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.3.2 Dimensionado.

Para la sección de los conductores se tendrá en cuenta entre intensidad máxima admisible y caída de tensión y en la que se usará el más desfavorable.

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales se elegirá la sección que admita esa intensidad de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante. Para el coeficiente de aumento de la carga, se deberán tener presentes las instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor
- Caída de tensión. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída en cualquier punto sea menor del 3% de la tensión en el origen de la instalación, para alumbrado, y para los demás usos el 5%.

La sección del neutro será la especificada en la ITC-BT-07 apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase. Los conductores de protección serán los mismos que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2 de la ITC-BT- 18.

### 2.1.3.2 Cajas de empalme

Las conexiones de los conductores se realizarán en las diferentes cajas apropiadas de plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas permiten alojar todos los conductores holgadamente. Cuando se requiera hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexiones deberán empalmarse con prensaestopas o rosca chapas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones.

### 2.1.3.3 Mecanismos y tomas de corriente.

Los interruptores y conmutadoras cortarán la corriente máxima del circuito en el que estén situado sin dar lugar a un posible arco permanente, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán de tipo cerrado y material aislado.

Las tomas de corriente serán de material aislante y llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y como norma general todas ellas tendrán puesta a tierra.

En el caso que existan dos mecanismos en un mismo lugar, ambos se alojaran en la misma caja que deberá de estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

Su diseño, construcción y ensayo cumplirán las normas UNE 20352, tomas de corriente para usos industriales y norma UNE 20-3224, grado de protección envolvente.

## 3. Protecciones

La función de los contactares es evitar la formación del arco permanente al cortar la corriente máxima del circuito, pudiendo realizar un número de maniobras. Serán de tipo cerrado y las piezas de contacto serán tales que su temperatura no exceda los 65°C. Llevaran marcada su intensidad y tensión nominales.

### 3.1 Interruptores diferenciales.

La protección contra contactos directos asegurara las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado sino es que es destruido.

Protección por medio de barreras envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de las barreras como mínimo con el grado de protección IPXXB, según UNE 20.324. Se adoptarán medidas necesarias para impedir que las personas o animales toquen las partes activas y se



garantizara que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben de ser tocadas.

Cuando se supriman las barreras o quitar partes de estas, esto no debe de ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta.
- Después de quitar tensión de las partes activas protegidas estas no pueden ser restablecida la tensión.
- Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o herramienta que impida todo contacto con las partes activas

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante corte automático de la alimentación. Esta medida consiste en impedir, después de la aplicación de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión limite es igual a 50V, en condiciones normales y a 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

### 3.2 Seccionadores.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientemente de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaz de abrir y cerrar la corriente nominal cuando este en tensión nominal.

### 3.3 Interruptores automáticos.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores se realizará mediante interruptores magnetotérmico de corte omnipolar, con curva térmica de corte para protección a sobrecargas.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre debidamente indicando su posición. Contarán con accionamiento manual y llevarán marcadas su tensión y corriente nominales.

### 3.4 Guardamotores.

Los guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores. La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual que se podrá accionar desde el interior del cuadro.

En caso de un arranque duro de larga duración, se instalarán térmicos de característica retardada. En ningún caso se permite el cortocircuitar el relé durante el arranque.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamiento con otros aparatos.

### 3.5 Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura. Los fusibles se dispondrán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal o fundirse. Llevaran marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No será admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser fácilmente retirada de la base.

### 3.6 Embarrados.

El embarrado principal de la instalación estará formado por tres barras para cada una de las fases y una con la mitad de sección para el neutro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y que soporten la intensidad a plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en la memoria y planos

Se dispondrá también de una barra independiente para la tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos.

## 4. Cuadros eléctricos

Se diseñarán de acuerdo a la norma UNE 20098, para instalación interior, a prueba de polvo, con grado de protección según norma UNE-20324

Todos los circuitos principales estarán protegidos e individuales por separadores metálicos o aislantes no propagadores de llama.

Estarán completamente montados, cableados y probados.

Todos los cuadros contarán con identificación realizada en PVC rígido en negro con fondo blanco que se situara mediante un adhesivo en el centro de la parte frontal del mismo.

Las normativas técnicas aplicables y exigibles para el equipo eléctrico instalado en los cuadros son UNE 20103 para interruptores automáticos de BT y UNE 20109 para la maniobra de BT.

## 5. Baterías de condensadores.

La batería de condensadores instalada cumplirá la norma CEI 831. La capacidad de los condensadores estará comprendida entre el 95% y el 110% de la capacidad nominal. La batería de condensadores incluirá una resistencia de descarga integrada en el condensador.

El equipo instalado contara con un sistema que gestione la conexión automática de los escalones en función del consumo en cada momento.

## 6. Equipos de alumbrado

Los equipos de alumbrado y sus especificaciones se indican en los documentos del proyecto. Los aparatos se suministrarán completos con sus armaduras, suspensión, lámparas difusores y demás accesorios.

Las tiras Led no presentarán ningún defecto en todas sus partes estarán bien fijadas y el aparato estará garantizado para su uso, sin sobre temperaturas perjudiciales para la luminaria.

El equipo será fácilmente desmontable para su mantenimiento, las luminarias de tipo cerrado tendrán que llevar un cerrojo que no permita el deposito interior de partículas de polvo.

Las lámparas, luminarias y aparellaje necesario para la instalación serán de una casa acreditada.

### 6.2 Alumbrado de emergencia y señalización.

Las instalaciones que corresponden al alumbrado de emergencia son las encargadas de en caso de fallo de la alimentación al alumbrado sea el que ilumine los accesos hasta las salidas para la evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve. Se incluyen dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

#### 6.2.1 Alumbrado de seguridad.

Es el encargado de garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

El alumbrado estará diseñado para entrar automáticamente cuando la tensión baje del 70% de su valor nominal.

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos que su ocupación sea mayor de 100 personas.
- Los recorridos generales de evacuación de zonas de uno residencial y hospitalario.
- En los aseos generales de acceso público.

- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos de la ruta de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, en la que cada tramo de escaleras tenga una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios.
- En los cuadros de distribución de alumbrado de las zonas indicadas anteriormente.

En las dos últimas zonas descritas el alumbrado de seguridad tendrá una iluminancia mínima de 5 lux al nivel de operación.

#### 6.2.2. Alumbrado de evacuación.

Es el alumbrado previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación.

En las rutas de evacuación el alumbrado de evacuación proporciona a nivel del suelo una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios la iluminancia será de 5 lux mínimo.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación como mínimo durante una hora.

#### 6.2.3 Alumbrado antipánico.

El alumbrado antipánico es la parte del alumbrado de seguridad encargada de evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux.

El alumbrado antipánico deberá funcionar cuando se produzca el fallo de la alimentación.

#### 6.2.4 Alumbrado de reemplazamiento.

El alumbrado de reemplazamiento es el encargado de la continuidad de las actividades normales, debe de proporcionar una iluminación inferior al alumbrado normal y se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

## 7. Puesta a Tierra

Se dispondrá de una puesta a tierra accesible y señalizada en la que todas las masas y dispositivos de corte por corriente y tensión de defecto estarán conectadas. El conductor de neutro estará eficazmente unido a tierra y se comprobará la puesta a tierra para garantizar las especificaciones del proyecto.

La puesta a tierra es la unión directa sin fusibles ni protección ninguna, de una de las partes del circuito eléctrico mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos en el suelo.

Mediante la puesta a tierra se deberá conseguir que no aparezcan diferencias de potencial peligrosas en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próximas al terreno, al mismo tiempo que permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección nunca deben ser conectadas en serie en un circuito de protección

## 8. Mantenimiento

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura de cualquier material que pueda verse acumulado durante el curso de la obra en su interior como en su exterior. Se realizará una revisión a toda la instalación para que este bien tapada y con la señalización en los motores debidamente, para acelerar posteriormente las labores de mantenimiento.

Se realizará un contrato de mantenimiento (prevención y corrección) de 5 años en la que supondrá una revisión anual.

En este caso no se incluirá un mantenimiento de maquinaria o realización de actividades de reforma de alguna zona y en el caso de solicitar dicho mantenimiento se tendrá que abonar el trabajo realizado.

En este contrato de revisión se pretende revisar que todos los cuadros funcionen bien, relés protecciones, todo funcione correctamente, que todas las conexiones están perfectamente. Si

se debiera cambiar algún elemento ya estropeado se reemplazaría por otro con las mismas características.

Toda instalación tendrá una garantía de 5 años en la que si cualquier dispositivo falla si no es por un mal uso, se le cambiara sin coste.

## 9. Seguridad y Salud

Basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que todos los trabajadores han realizado anteriormente para poder trabajar y manipular en el ámbito eléctrico, y las normas NTC podemos decir que la instalación cumple con todas las exigencias de protecciones y seguridad de las personas dispuestas. Para el uso de elevadoras y trabajos en altura solo lo podrán realizar los trabajadores que tengan el título para realizar dicha actividad, también se les hará entrega de todo el material y el EPI necesario a cada uno de los trabajadores.

En el ámbito de la instalación esta dimensionada las protecciones necesarias frente sobrecargas, sobreintensidades y sobretensiones.

# PRESUPUESTO

## Partida Cuadros

## CUADRO 1

Ud	Armarios	Precio	Subtotal	Importe €
3	Armario eléctrico 1x1,8	216,13	648,39	
1	Armario eléctrico 0,8x1,8	178,2	178,20	
32	Operarios (Horas)	8,9	284,80	
				<b>1.111,39</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
8	Diferencial 4P	380,95	3.047,60	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
1	Magnetotérmicos 2P	59,03	59,03	
10	Magnetotérmicos 4P	80,49	804,90	
90	Disyuntores	142,04	12.783,60	
18	Variadores	423,71	7.626,78	
1	Interruptor seccionador	523,78	523,78	
				<b>25.081,28</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
110	Bornero	0,23	25,30	
22,8	Rail DIN (metros)	1,3	29,64	
20	Cable 0,5 mm2 (metros)	0,45	9,00	
350	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	311,50	
200	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	226,00	
50	Cable 10 mm2 (metros)	1,72	86,00	
60	Cable 6 mm2 (metros)	1,47	88,20	
15	Operarios (Horas)	8,9	133,50	
				<b>909,14</b>

## CUADRO 2

Ud	Armarios	Precio	Subtotal	Importe €
2	Armario eléctrico 1x1,8	216,13	432,26	
1	Armario eléctrico 0,8x1,8	178,2	178,20	
24	Operarios (Horas)	8,9	213,60	
				<b>824,06</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
9	Diferencial 4P	380,95	3.428,55	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
1	Magnetotérmicos 2P	59,03	59,03	
10	Magnetotérmicos 4P	80,49	804,90	
107	Disyuntores	142,04	15.198,28	
1	Variadores	423,71	423,71	
1	Interruptor seccionador	523,78	523,78	



**20.673,84**

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
130	Bornero	0,23	29,90	
18	Rail DIN (metros)	1,3	23,40	
20	Cable 0,5 mm2 (metros)	0,45	9,00	
275	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	244,75	
126	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	142,38	
32	Cable 10 mm2 (metros)	1,72	55,04	
45	Cable 6 mm2 (metros)	1,47	66,15	
8	Operarios (Horas)	8,9	71,20	

**641,82****CUADRO 3**

Ud	Armarios	Precio	Subtotal	Importe €
2	Armario eléctrico 1x1,8	216,13	432,26	
1	Armario eléctrico 0,8x1,8	178,2	178,20	
24	Operarios (Horas)	8,9	213,60	

**824,06**

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
6	Diferencial 4P	380,95	2.285,70	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
1	Magnetotérmicos 2P	59,03	59,03	
3	Magnetotérmicos 4P	80,49	241,47	
27	Disyuntores	142,04	3.835,08	
1	Interruptor seccionador	523,78	523,78	

**7.180,65**

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
130	Bornero	0,23	29,90	
18	Rail DIN (metros)	1,3	23,40	
20	Cable 0,5 mm2 (metros)	0,45	9,00	
215	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	191,35	
120	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	135,60	
25	Cable 10 mm2 (metros)	1,72	43,00	
32	Cable 6 mm2 (metros)	1,47	47,04	
10	Operarios (Horas)	8,9	89,00	

**568,29**

## CUADRO ALUMBRADO

Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 0,8x1 metro	160,67	160,67	
3	Operarios (Horas)	8,9	26,70	
				<b>187,37</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
1	Diferencial 4P	380,95	380,95	
16	Diferencial 2P	235,59	3.769,44	
16	Magnetotérmicos 2P	59,03	944,48	
1	Magnetotérmicos 4P	187,52	187,52	
				<b>5.282,39</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
40	Bornero	0,23	9,20	
12	Rail DIN (metros)	1,3	15,60	
32	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	28,48	
50	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	56,50	
5	Operarios (Horas)	8,9	44,50	
				<b>154,28</b>

## CUADRO VESTUARIO

Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 0,8x1 metro	160,67	160,67	
3	Operarios (Horas)	8,9	26,70	
				<b>187,37</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
2	Diferencial 4P	380,95	761,90	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
5	Magnetotérmicos 2P	59,03	295,15	
2	Magnetotérmicos 4P	187,52	375,04	
				<b>1.667,68</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
20	Bornero	0,23	4,60	
4	Rail DIN (metros)	1,3	5,20	
20	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	17,80	
30	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	33,90	
4	Operarios (Horas)	8,9	35,60	
				<b>97,10</b>

CUADRO OFICINAS				
Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 1,6x1 metro	160,67	160,67	
3,5	Operarios (Horas)	8,9	31,15	
				<b>191,82</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
6	Diferencial 4P	380,95	2.285,70	
4	Diferencial 2P	235,59	942,36	
21	Magnetotérmicos 2P	59,03	1.239,63	
5	Magnetotérmicos 4P	187,52	937,60	
				<b>5.405,29</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
36	Bornero	0,23	8,28	
4	Rail DIN (metros)	1,3	5,20	
30	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	26,70	
40	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	45,20	
5	Operarios (Horas)	8,9	44,50	
				<b>129,88</b>

CUADRO COMPRESOR 1				
Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 0,8x1 metro	160,67	160,67	
3	Operarios (Horas)	8,9	26,70	
				<b>187,37</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
4	Diferencial 4P	380,95	1.523,80	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
4	Magnetotérmicos 2P	59,03	236,12	
3	Magnetotérmicos 4P	187,52	562,56	
				<b>2.558,07</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
17	Bornero	0,23	3,91	
4,5	Rail DIN (metros)	1,3	5,85	
40	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	35,60	
50	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	56,50	
5,5	Operarios (Horas)	8,9	48,95	
				<b>150,81</b>

## CUADRO COMPRESOR 2

Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 0,8x1 metro	160,67	160,67	
3	Operarios (Horas)	8,9	26,70	
				<b>187,37</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
3	Diferencial 4P	380,95	1.142,85	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
4	Magnetotérmicos 2P	59,03	236,12	
2	Magnetotérmicos 4P	187,52	375,04	
				<b>1.989,60</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
15	Bornero	0,23	3,45	
4	Rail DIN (metros)	1,3	5,20	
35	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	31,15	
35	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	39,55	
5	Operarios (Horas)	8,9	44,50	
				<b>123,85</b>

## C.AUX 1 NAVE 1

Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 0,8x1 metro	160,67	160,67	
2,5	Operarios (Horas)	8,9	22,25	
				<b>182,92</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
2	Diferencial 4P	380,95	761,90	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
2	Magnetotérmicos 2P	59,03	118,06	
13	Magnetotérmicos 4P	187,52	2.437,76	
				<b>3.553,31</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
17	Bornero	0,23	3,91	
4	Rail DIN (metros)	1,3	5,20	
40	Cable 1,5 mm2 (metros)	0,89	35,60	
40	cable 2,5 mm2 (metros)	1,13	45,20	
5	Operarios (Horas)	8,9	44,50	
				<b>134,41</b>

C.AUX 2 NAVE 2				
Ud	Cuadro	Precio	Subtotal	Importe €
1	Cuadro eléctrico 0,8x1 metro	160,67	160,67	
2,5	Operarios (Horas)	8,9	22,25	
				<b>182,92</b>

Ud	Protecciones	Precio	Subtotal	Importe €
2	Diferencial 4P	380,95	761,90	
1	Diferencial 2P	235,59	235,59	
2	Magnetotérmicos 2P	59,03	118,06	
13	Magnetotérmicos 4P	187,52	2.437,76	
				<b>3.553,31</b>

Ud	Conexionado	Precio	Subtotal	Importe €
17	Bornero	0,23	3,91	
4	Rail DIN (metros)	1,3	5,20	
40	Cable 1,5 mm <sup>2</sup> (metros)	0,89	35,60	
40	cable 2,5 mm <sup>2</sup> (metros)	1,13	45,20	
5	Operarios (Horas)	8,9	44,50	
				<b>134,41</b>

MATERIAL AUX.				
Ud	BANDEJAS	Precio	Subtotal	Importe €
50	Bandeja rejilla 3m	8,78	439,00	
150	Soporte Bandeja	0,88	132,00	
160	Bandeja PVC 300 mm	5,41	865,60	
75	Soporte PVC	0,42	31,50	
230	Bandeja PVC 150 mm	4,1	943,00	
150	Union Bandeja 150 mm	2,57	385,50	
120	Union Bandeja 300 mm	3,3	396,00	
230	Tapa 150 mm	1,1	253,00	
160	Tapa 300 mm	1,3	208,00	
70	Operario 1	8,9	623,00	
70	Operario 2	8,9	623,00	
70	Operario 3	8,9	623,00	
				<b>5.522,60</b>

Ud	TORNILLERIA Y ALUMBRADO	Precio	Subtotal	Importe €
400	Tornillo M6	8,78	3.512,00	
400	Tuerca M6	0,88	352,00	
200	Roscachapa	5,41	1.082,00	
300	Grapa PG11	0,42	126,00	
300	Racor PG11	4,1	1.230,00	
400	Tubo PG11	2,57	1.028,00	
500	Punteras 1,5 mm <sup>2</sup>	1,1	550,00	

120	Tira LED	1,3	156,00
8	Foco LED 200 W	8,9	71,20
15	Foco LED 150 w	8,9	133,50
90	OPERARIO 1	8,9	801,00
90	OPERARIO 2	8,9	801,00
90	OPERARIO ELECTRICISTA	15	1.350,00

**44.192,70****ALIMENTACION**

Ud	ACOMETIDAD	Precio	Subtotal	Importe €
129	Cable 240 mm2 Al	3,75	483,75	
43	Cable 120 mm2 Al	1,73	74,39	
816	Cable 120 mm2 Cu	14,47	11.807,52	
633	Cable 70 mm2 Cu	90	56.970,00	
600	Cable 25 mm2 Cu	3,45	2.070,00	
200	Cable 16 mm2	2,23	446,00	
8750	Manguera 1,5 mm2	3,3	28.875,00	
15	Operario 1	8,9	133,50	
15	Operario 2	8,9	133,50	
15	Tecnico Electricista	15	225,00	

**101.218,66**

Resumen Centro Transformacion	Importe €
Total importe obra civil	16.800,00
Total importe apartamentada de MT	36.612,50
Total importe equipos de potencia	8.776,00
Total importe equipos de BT	7.582,00
Total importe de tierras	5.975,00
Total importe de varios	14.848,00

**90.593,50**

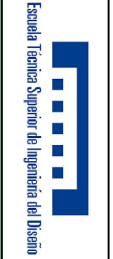
Resumen	Importe €
Cuadro 1	27.101,81
Cuadro 2	22.139,72
Cuadro 3	8.573,00
Cuadro alumbrado	5.624,04
Cuadro Vestuario	1.952,15
Cuadro oficinas	5.726,99
Cuadro Compresor 1	2.896,25
Cuadro Compresor 2	2.300,82
C.AUX 1 NAVE 1	3.870,64
C.AUX 2 NAVE 2	3.870,64
Alimentacion	101.218,66
Material Auxiliar	49.715,30
Centro Transformacion	90.593,50
	<b>325.583,52</b>
13% Gastos Generales	42.325,86
6% Beneficio industrial	19.535,01
21% I.V.A	10.440,21
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>397.884,60</b>

# ANEXO III: PLANOS



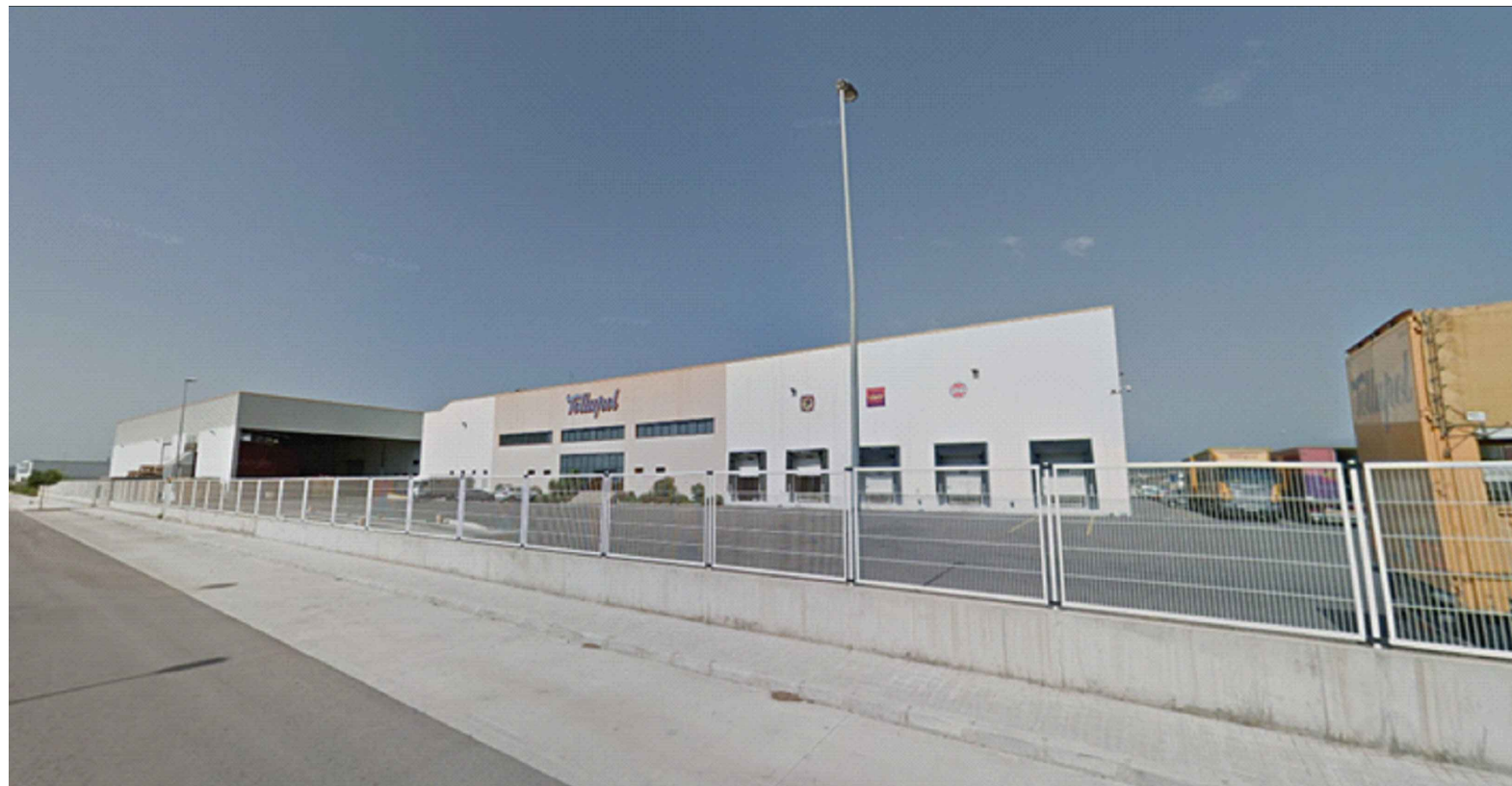
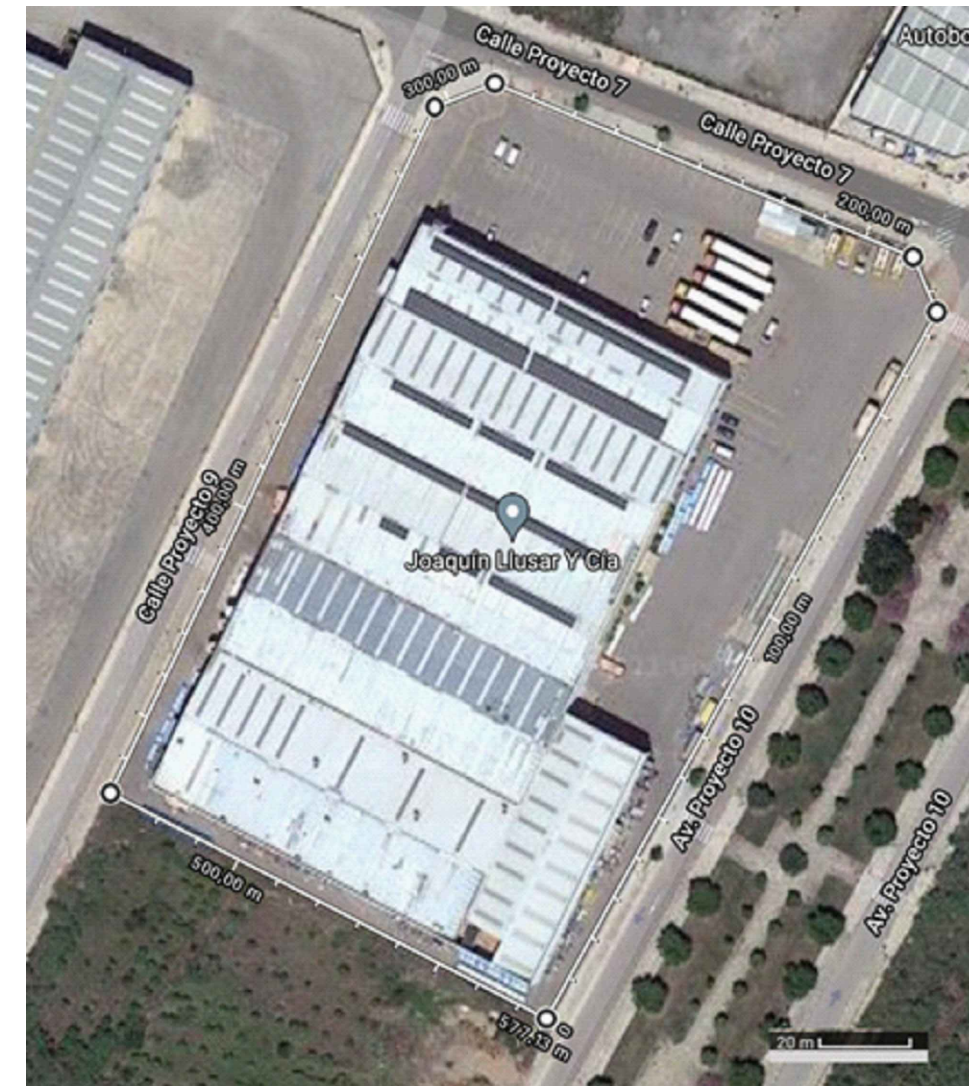
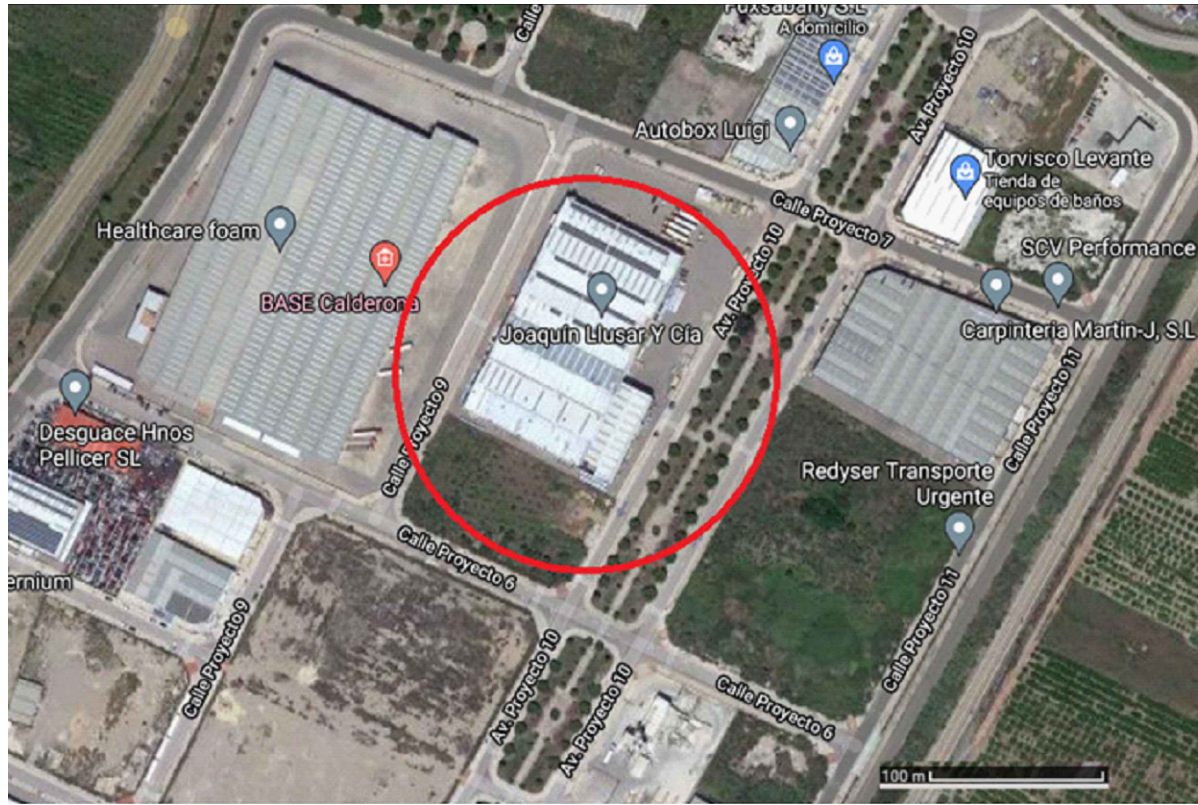


FECHA		Dibujado		Dpto. Técnico		Victor Tamarit	
Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL							



PLANO:  
**EMPLAZAMIENTO**





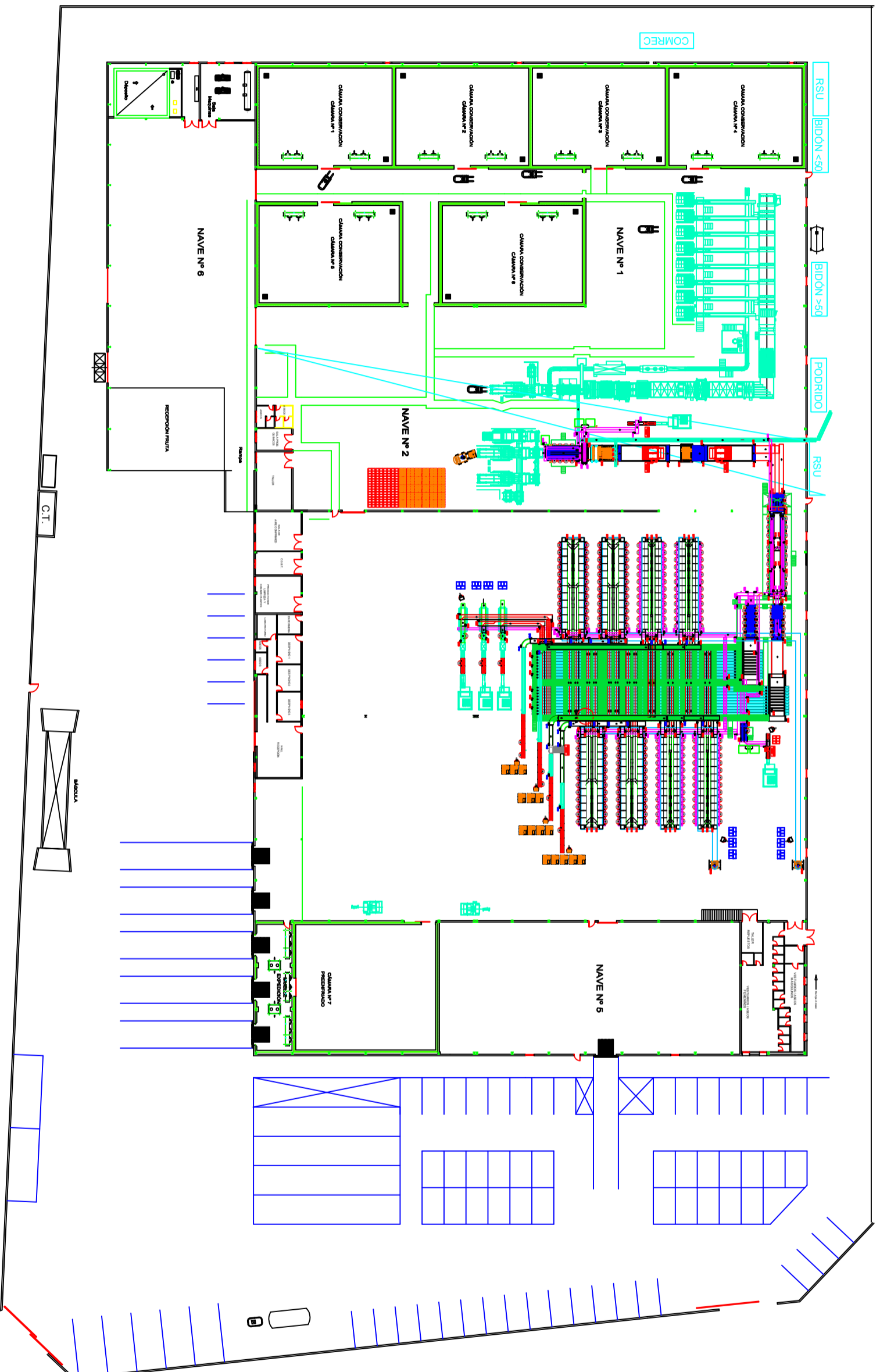
FECHA  
 Dibujado Victor Tamarit  
 Dpto. Técnico

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 NAVE INDUSTRIAL  
 EMPLAZAMIENTO





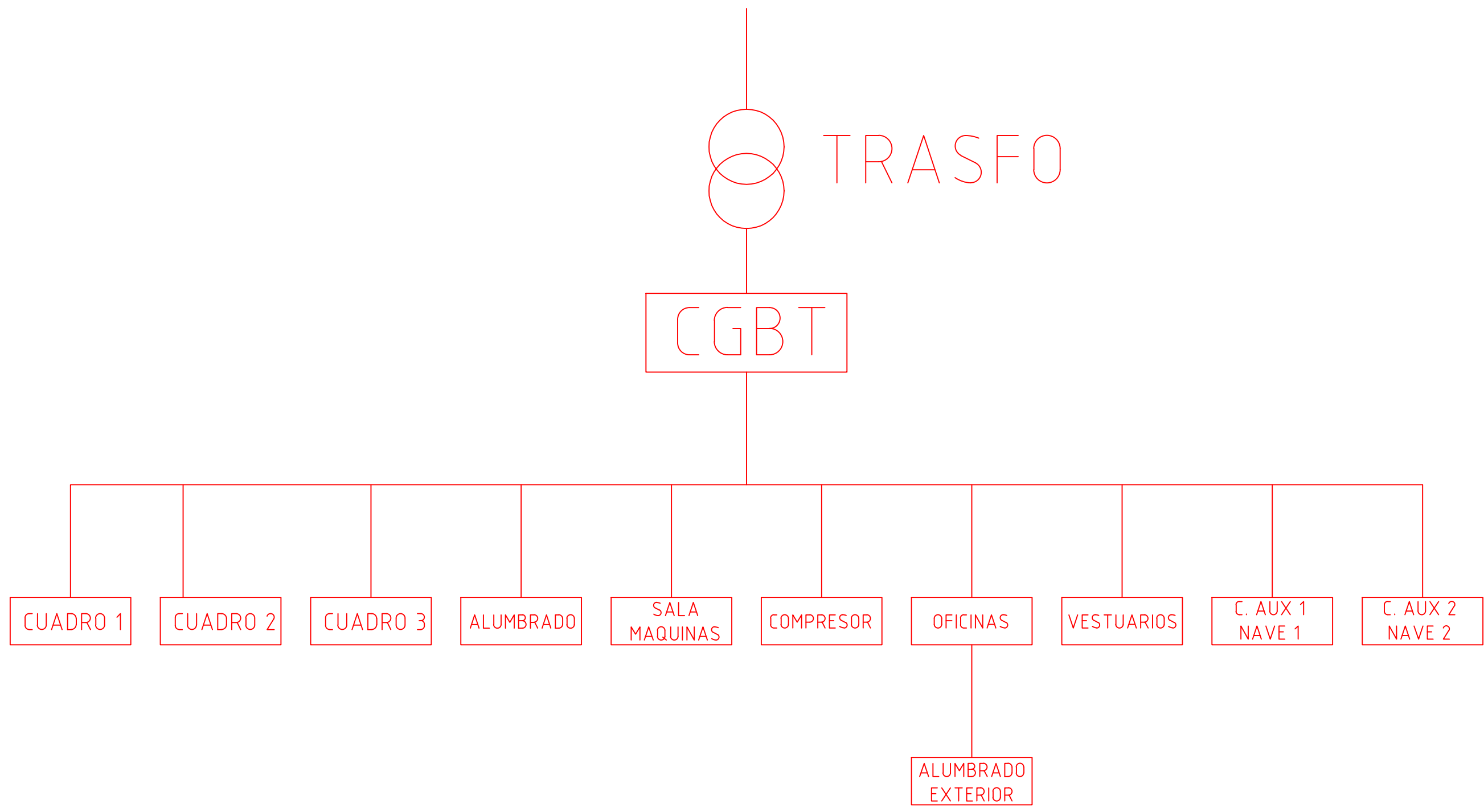
FECHA

Dibujado  
Victor Tamarit

Proyecto:  
AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
CONFECCION FRUTA



PLANO:  
NAVE INDUSTRIAL

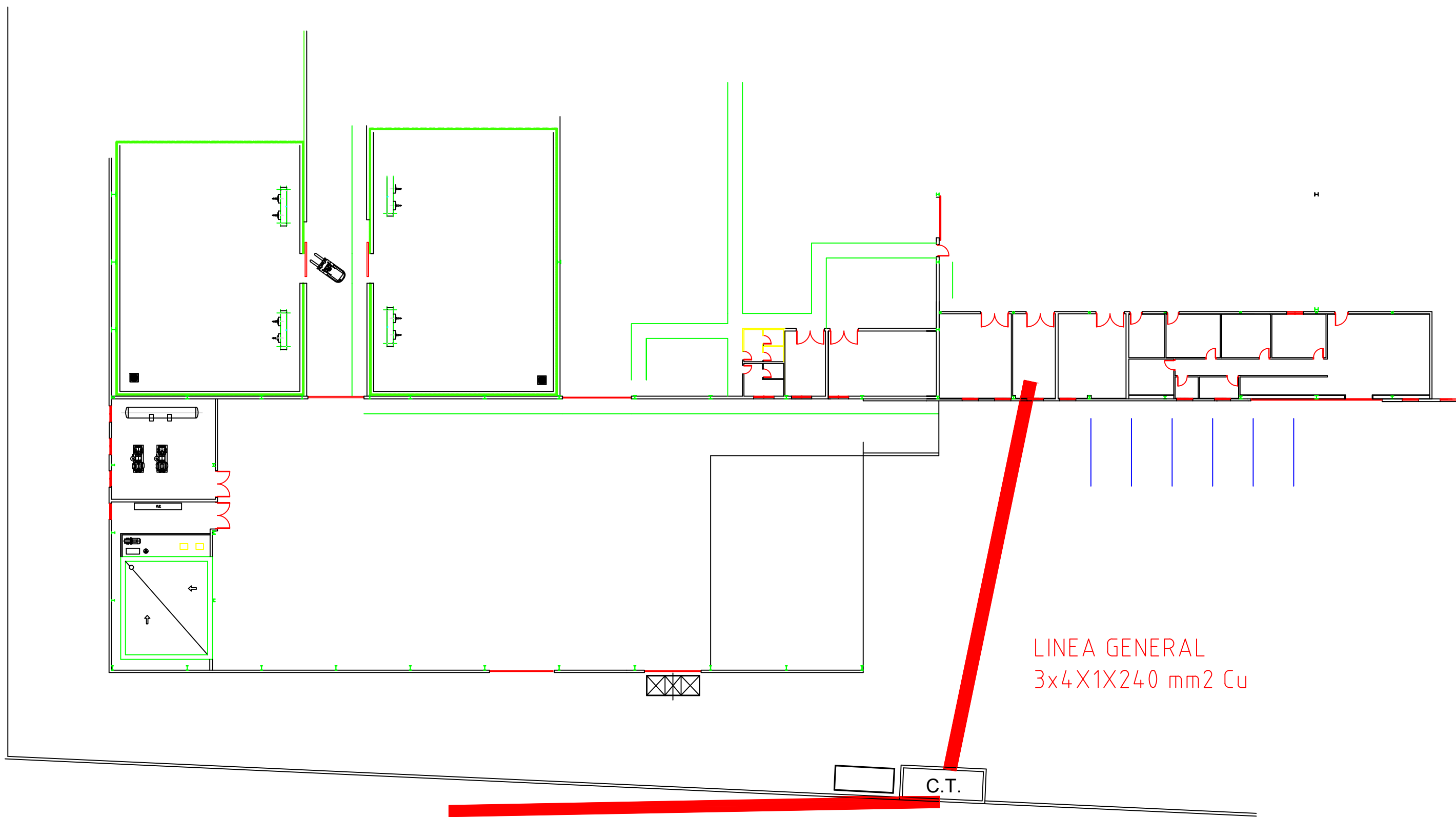


FECHA	
Dibujado	Dpto. Técnico
Victor Tamarit	

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 NAVE INDUSTRIAL  
 SINOPTICOS CUADROS



LINEA GENERAL  
3x4X1X240 mm<sup>2</sup> Cu

C.T.

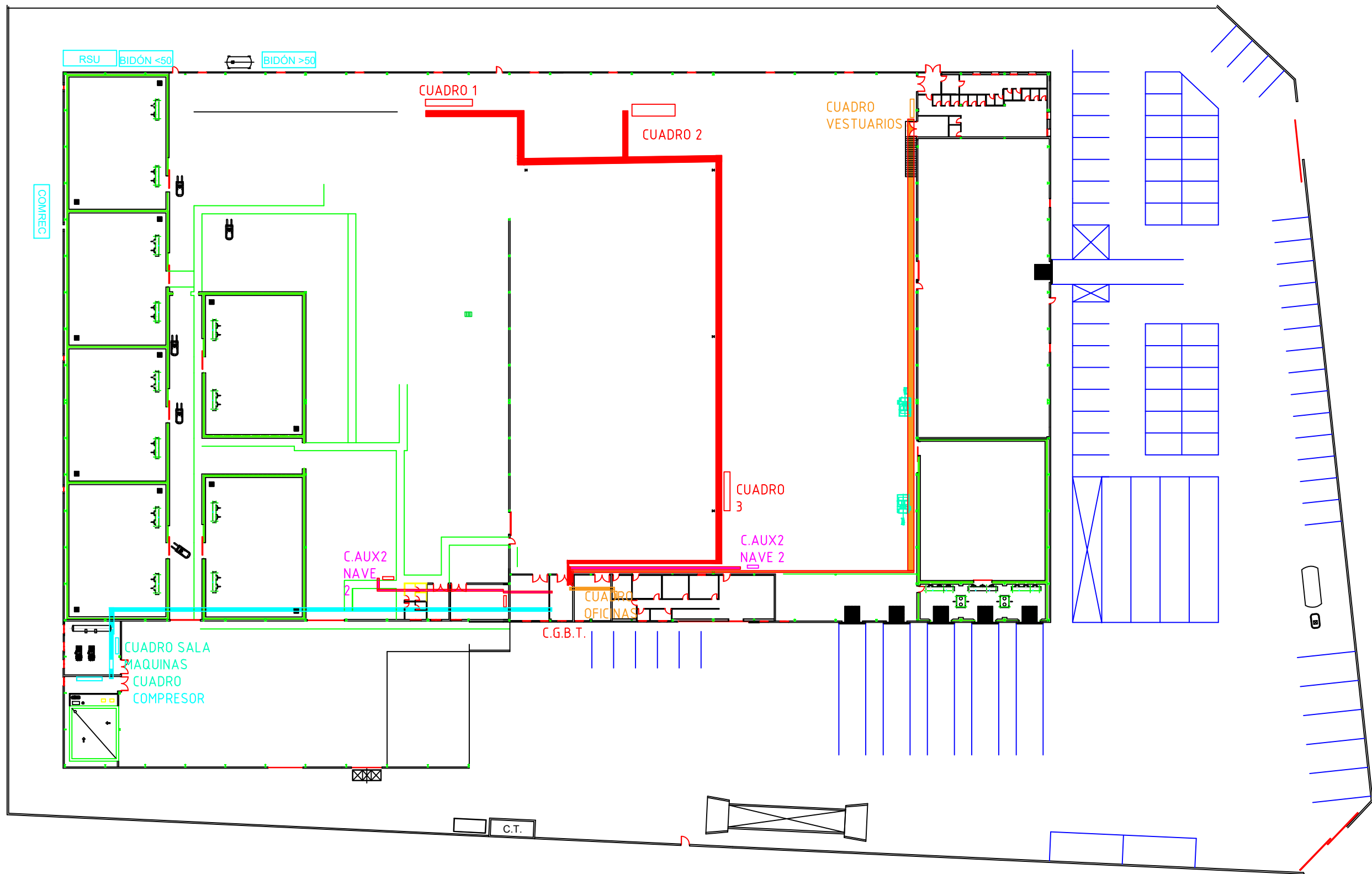


FECHA	
Dibujado	Dpto. Técnico
Victor Tamarit	

Proyecto:  
AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
NAVE INDUSTRIAL, LINEA GENERAL



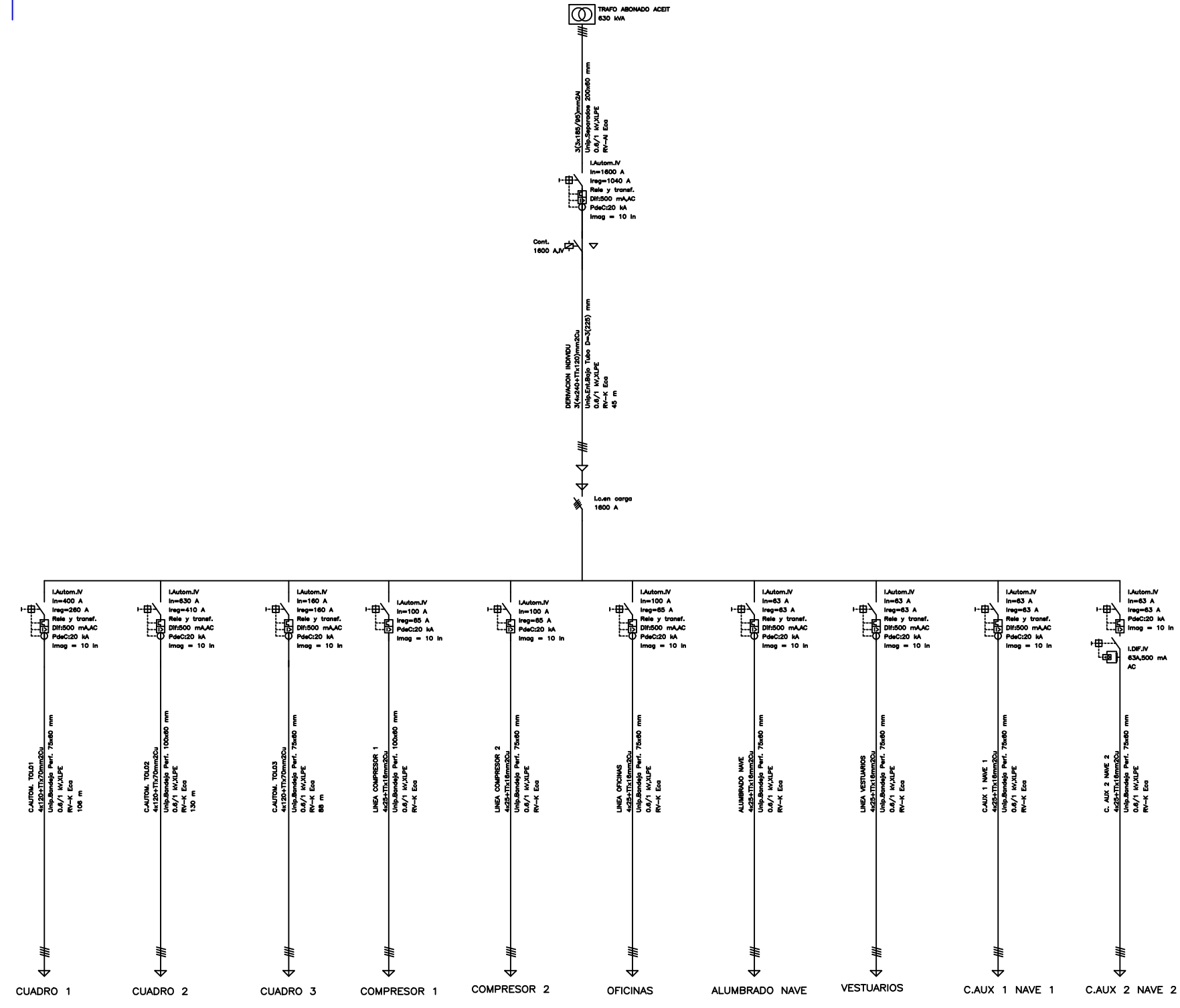
FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 NAVE INDUSTRIAL  
 DISTRIBUCION CUADROS

# CGBT



FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

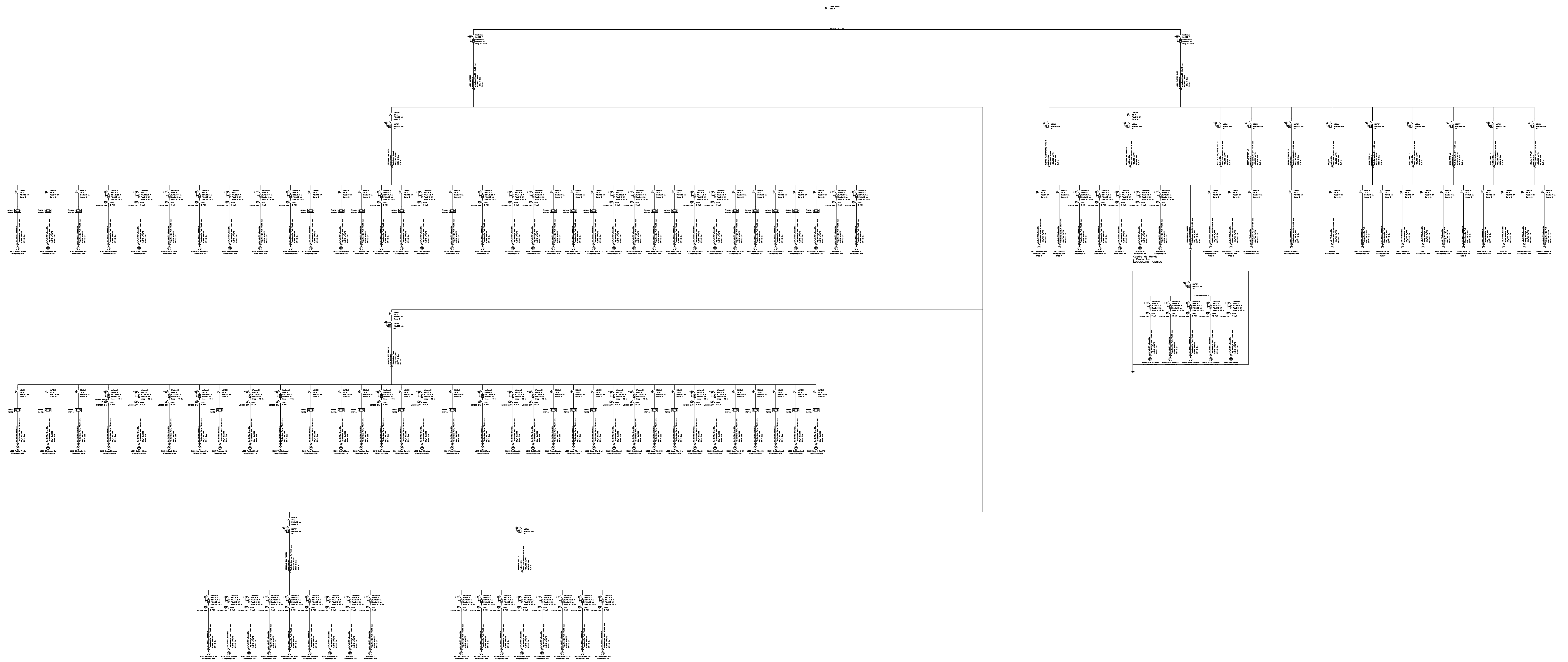
Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 ESQUEMA UNIFILAR CGBT



# CUADRO 1



FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

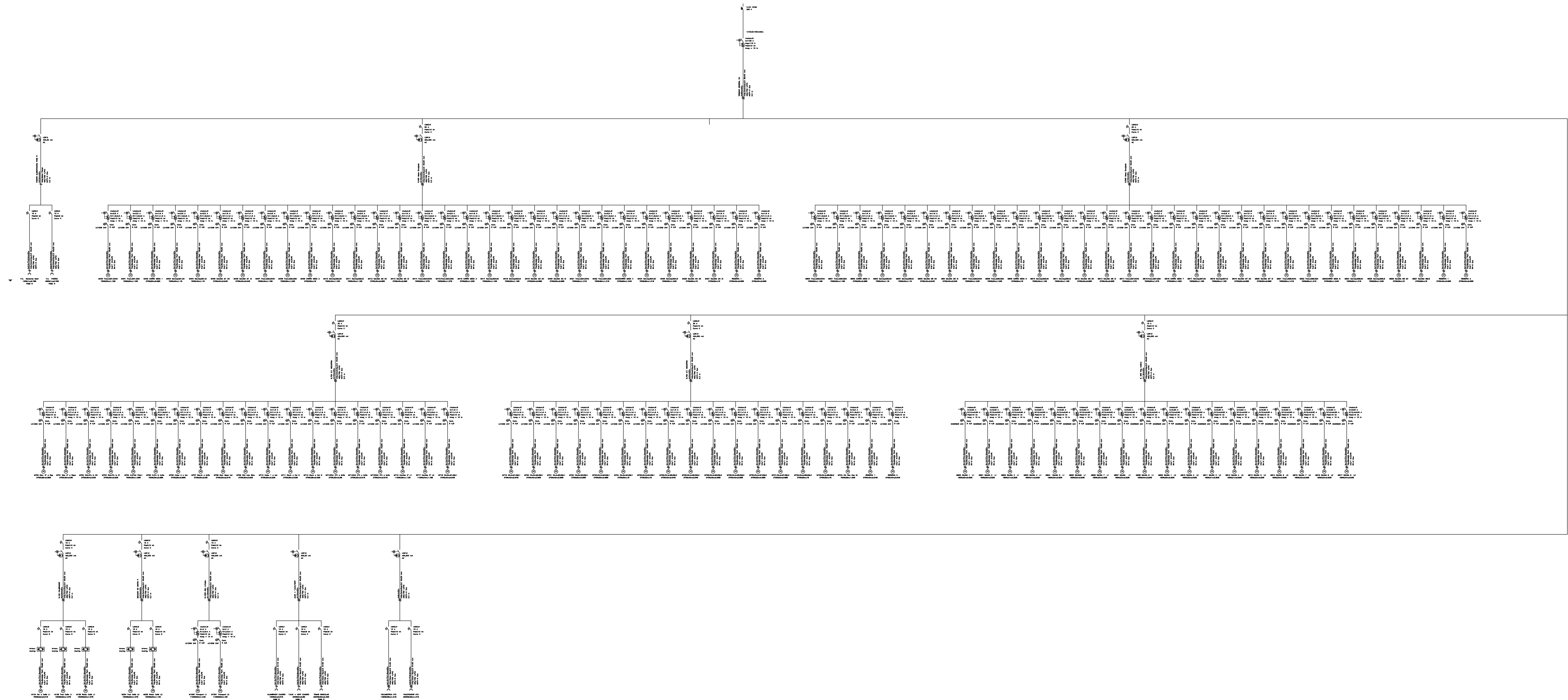
Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 1**



# CUADRO 2



FECHA  
Dibujado Dpto.Técnico  
Victor Tamarit

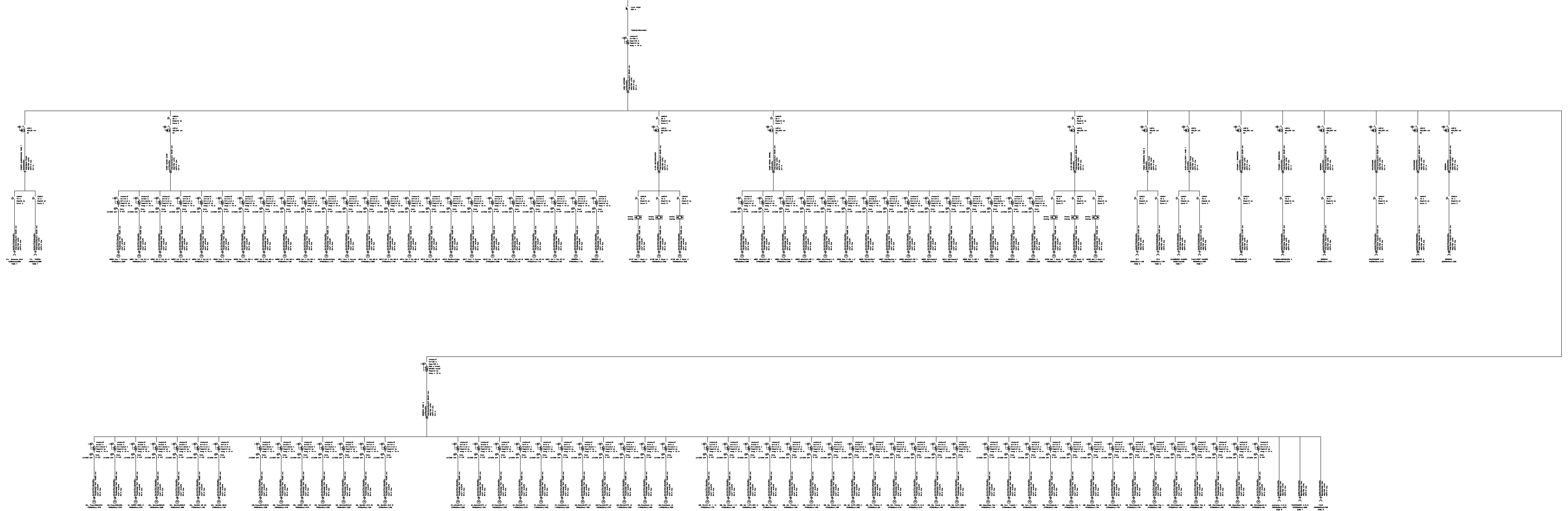
Proyecto:  
AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 2**



# CUADRO 3



FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO 3**

# OFICINAS



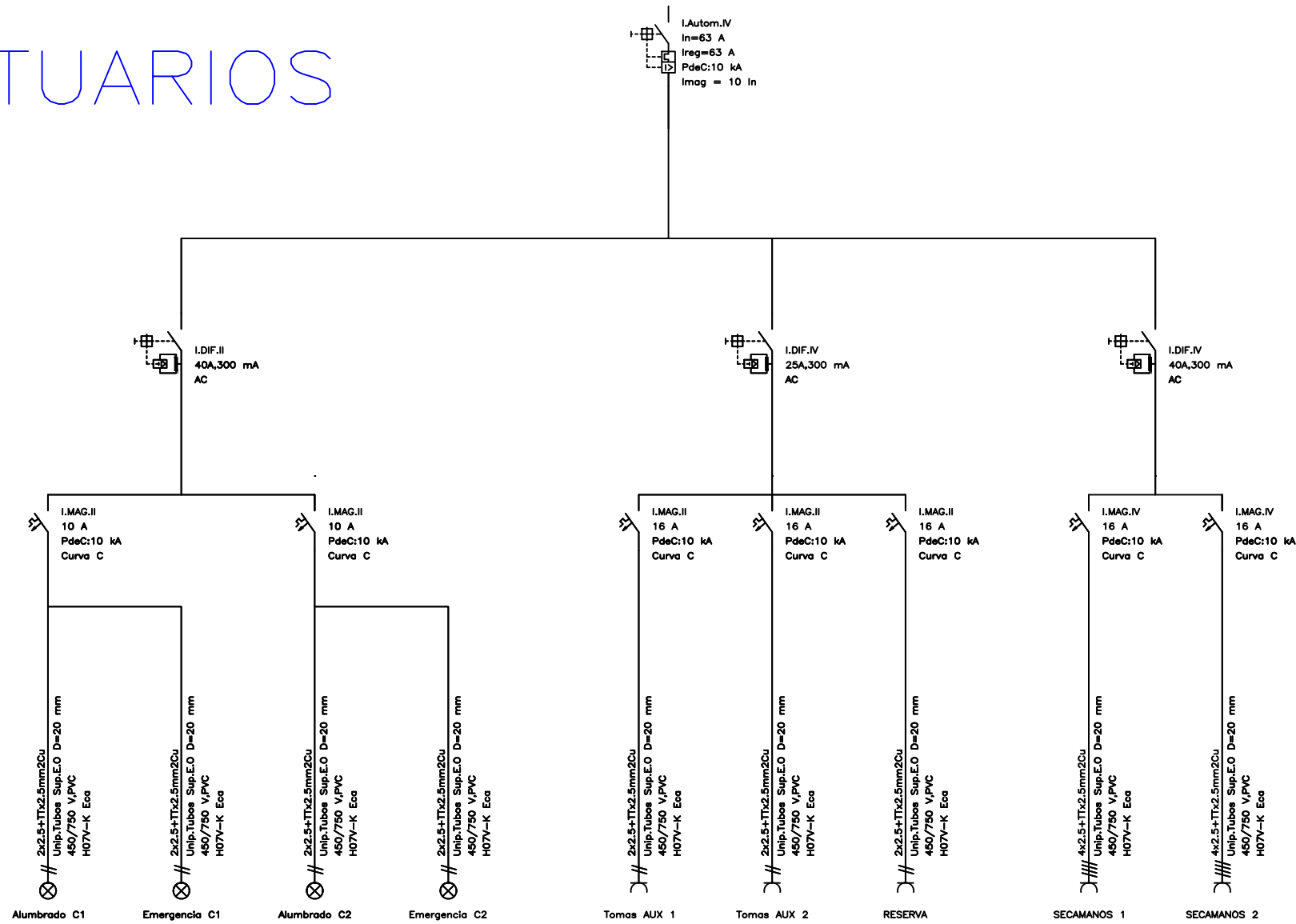
FECHA	
Dibujado	Dpto. Técnico
Victor Tamarit	

Proyecto:  
AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
**ESQUEMA UNIFILAR CUADRO OFICINAS**

# VESTUARIOS



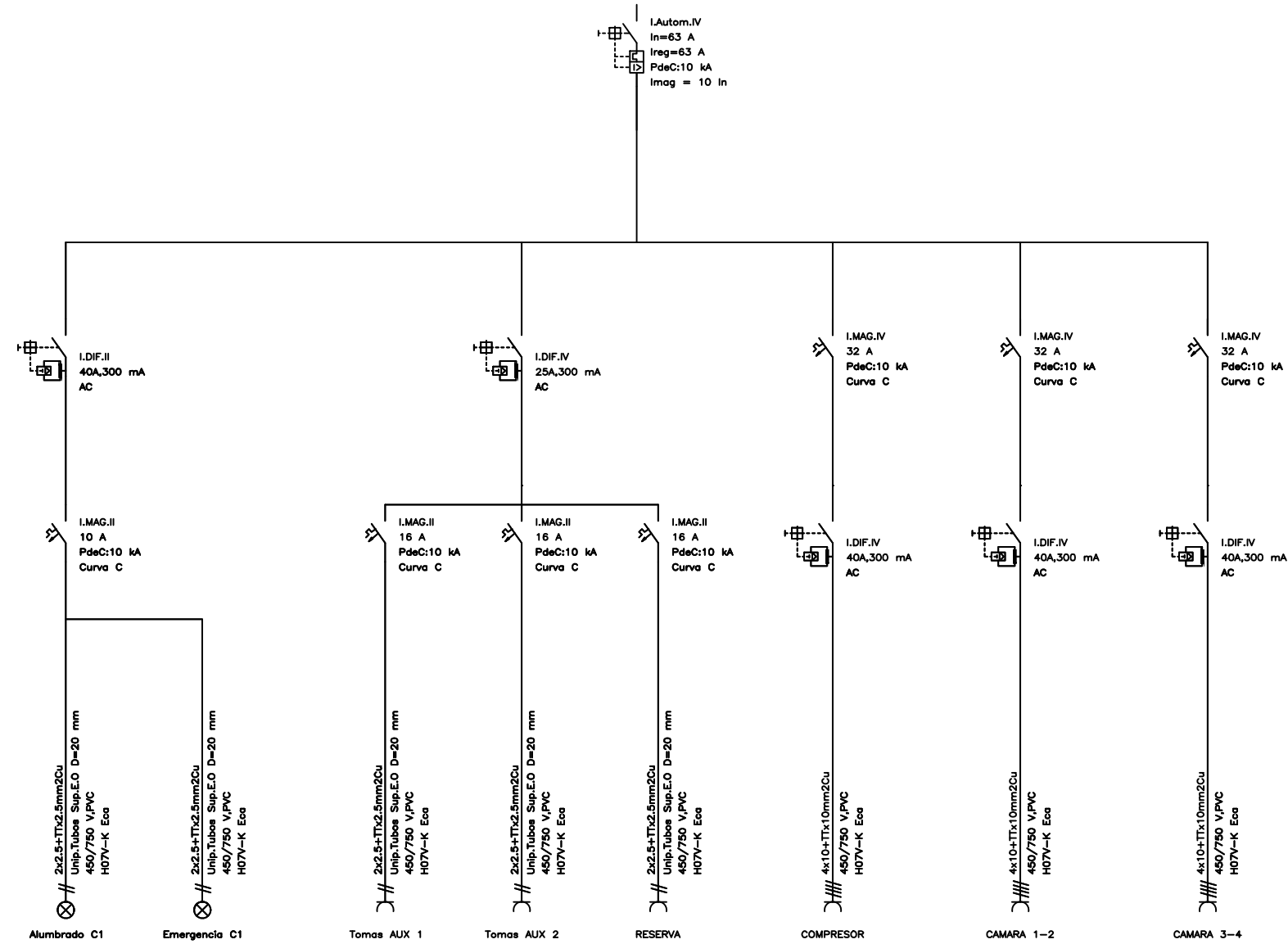
FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 ESQUEMA UNIFILAR CUADRO VESTUARIO

# COMPRESOR 1



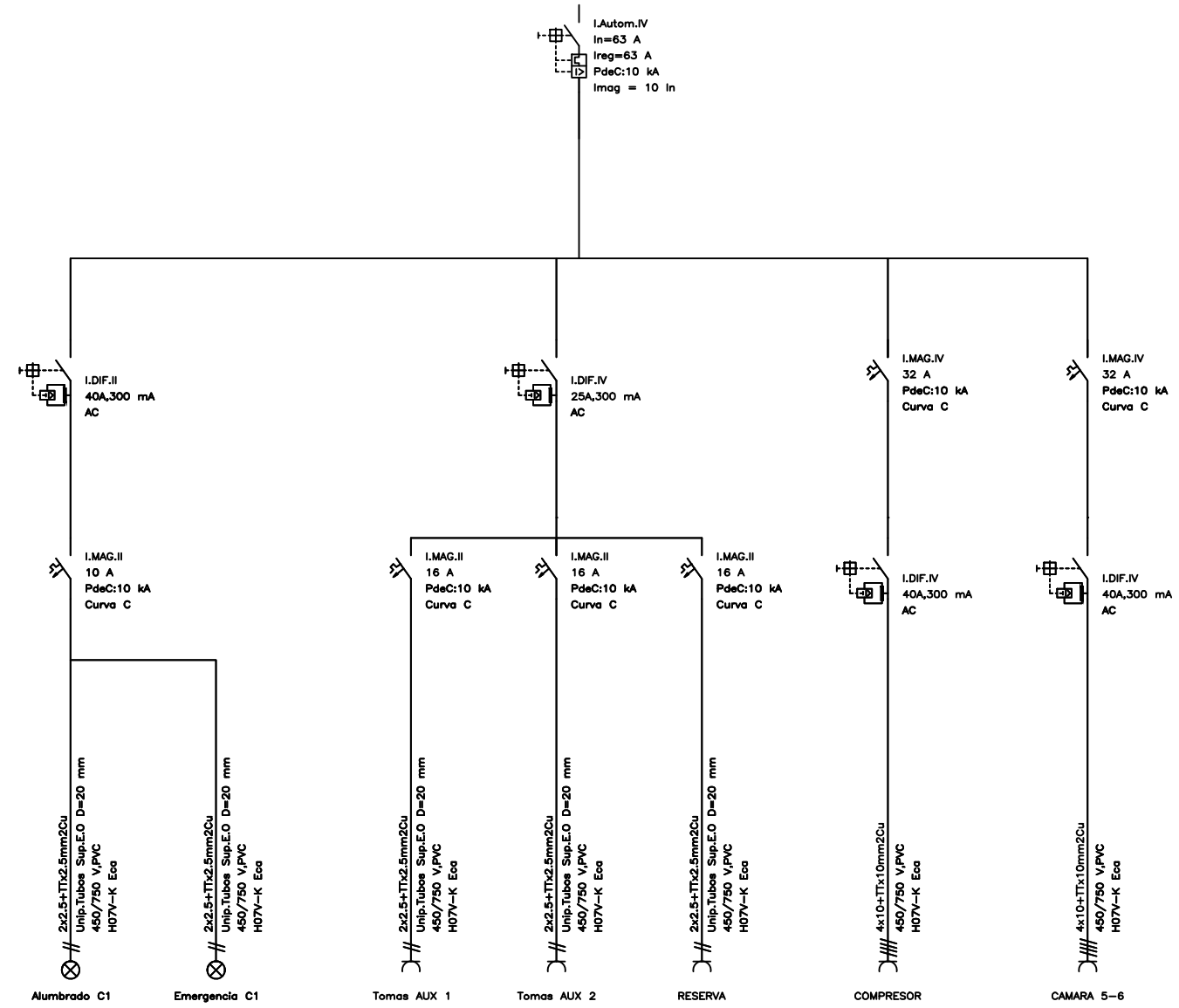
FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 ESQUEMA UNIFILAR COMPRESOR 1

# COMPRESOR 2



FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 ESQUEMA UNIFILAR COMPRESOR 2

# C. AUX 1 NAVE 1



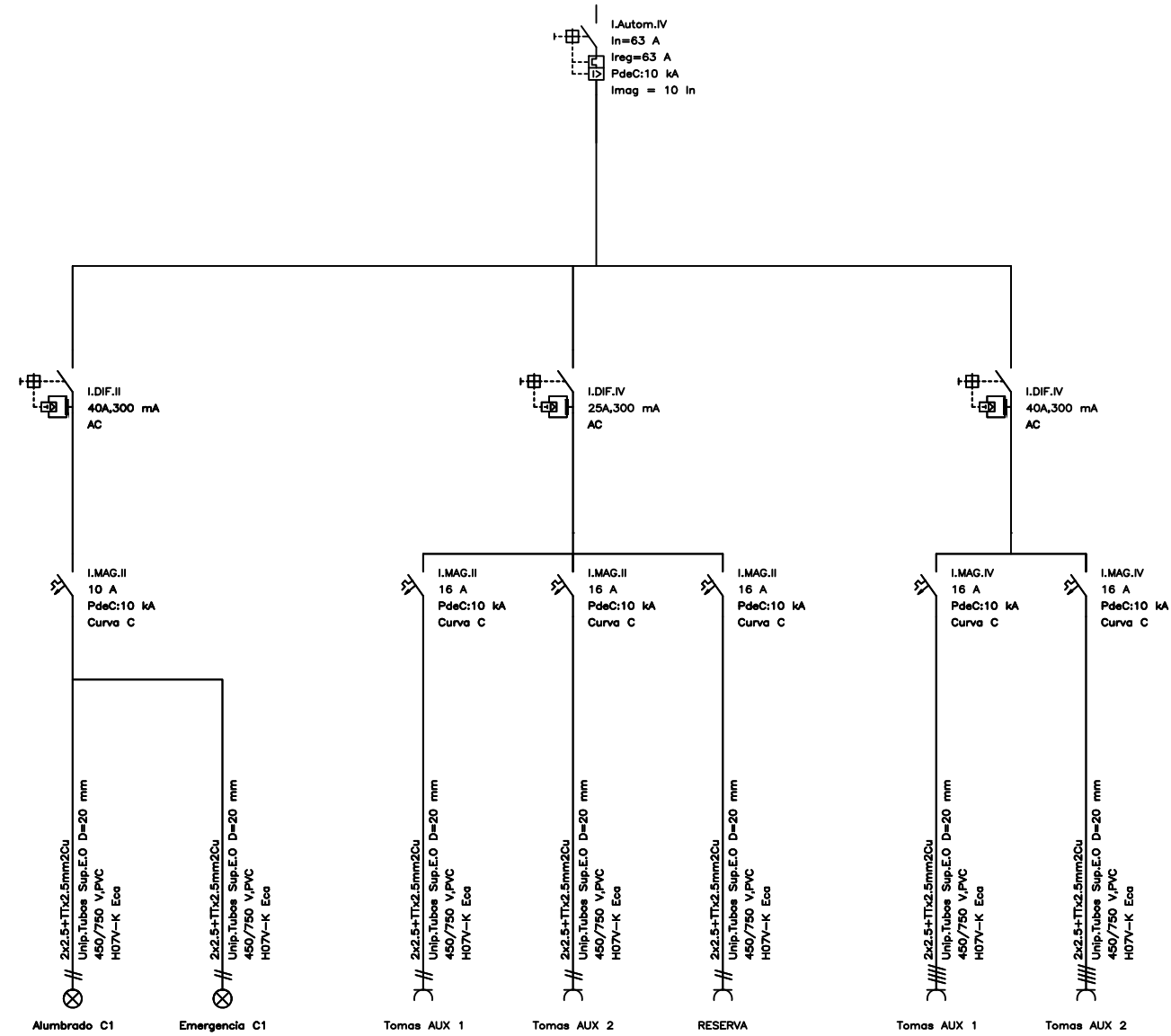
FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 ESQUEMA UNIFILAR C. AUX 1 NAVE 1

# C. AUX 2 NAVE 2



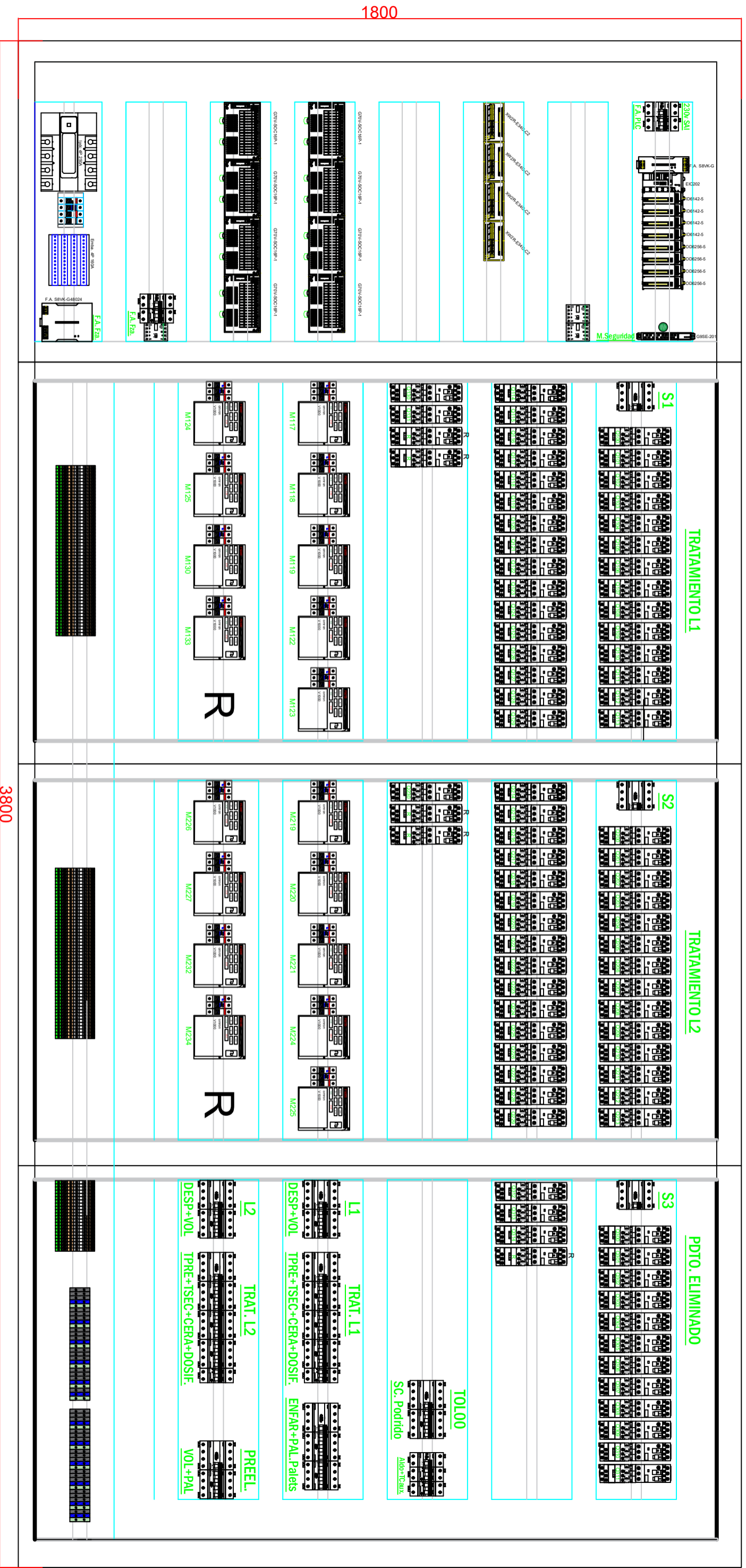
FECHA  
 Dibujado Dpto.Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto:  
 AUTOMATIZACION MAQUINARIA  
 CONFECCIÓN FRUTA



PLANO:  
 ESQUEMA UNIFILAR C. AUX 2 NAVE 2





**INTERRUPTOR SECCIONADOR**

**VARIADOR DE FRECUENCIA**

**DIFERENCIAL TETRAPOLAR**

**GUARDAMOTOR**

**BORNEROS DE CONEXION**

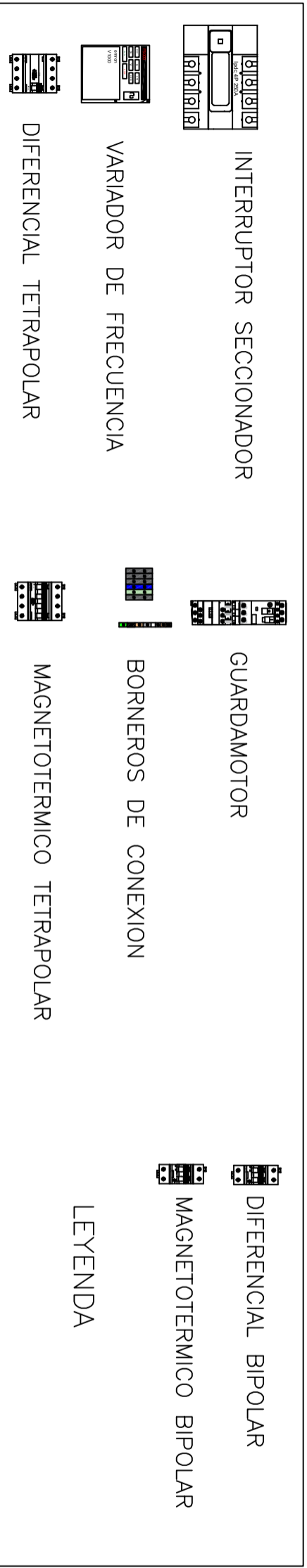
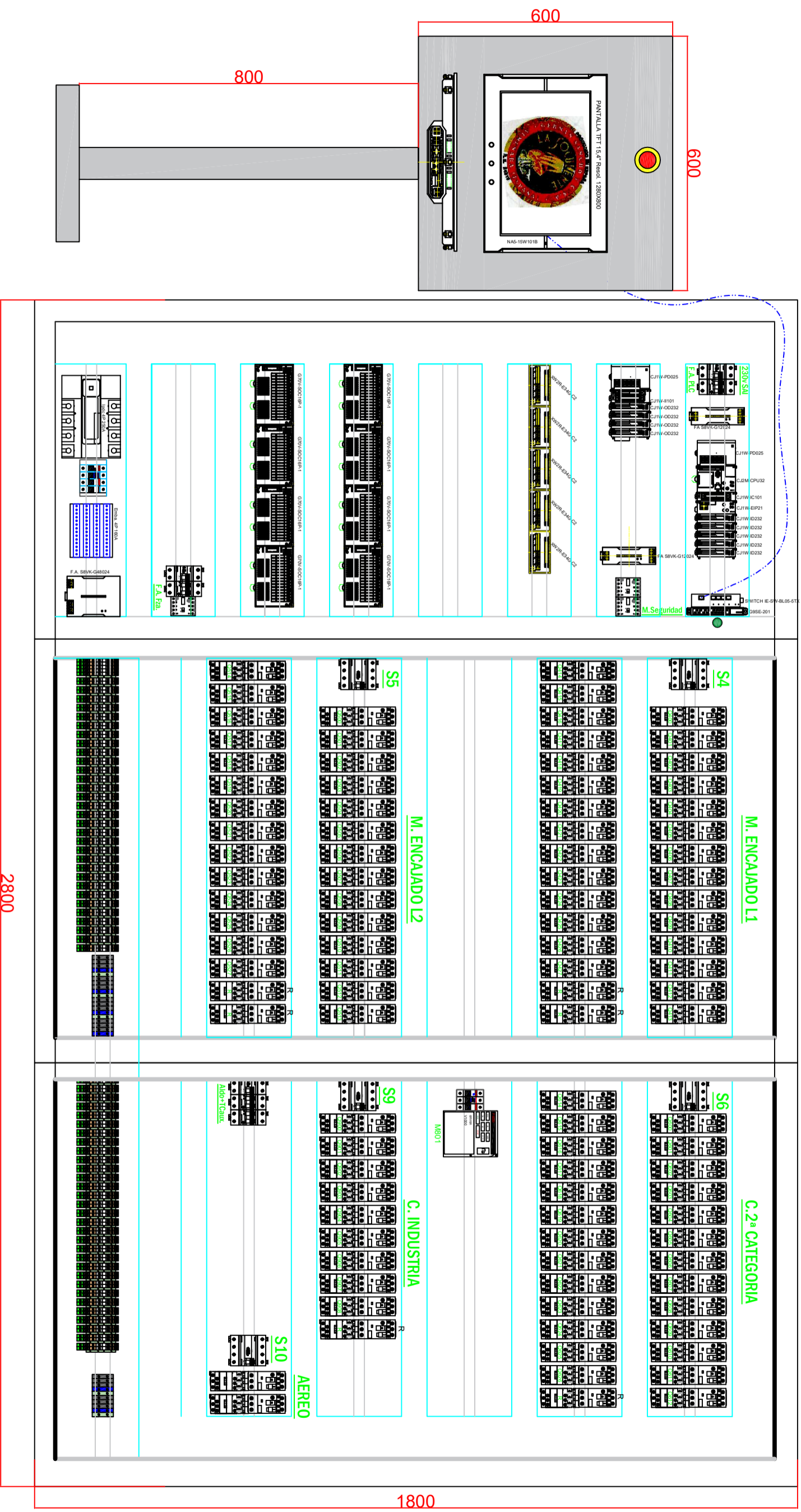
**MAGNETOTERMICO TETRAPOLAR**

**DIFERENCIAL BIPOLAR**

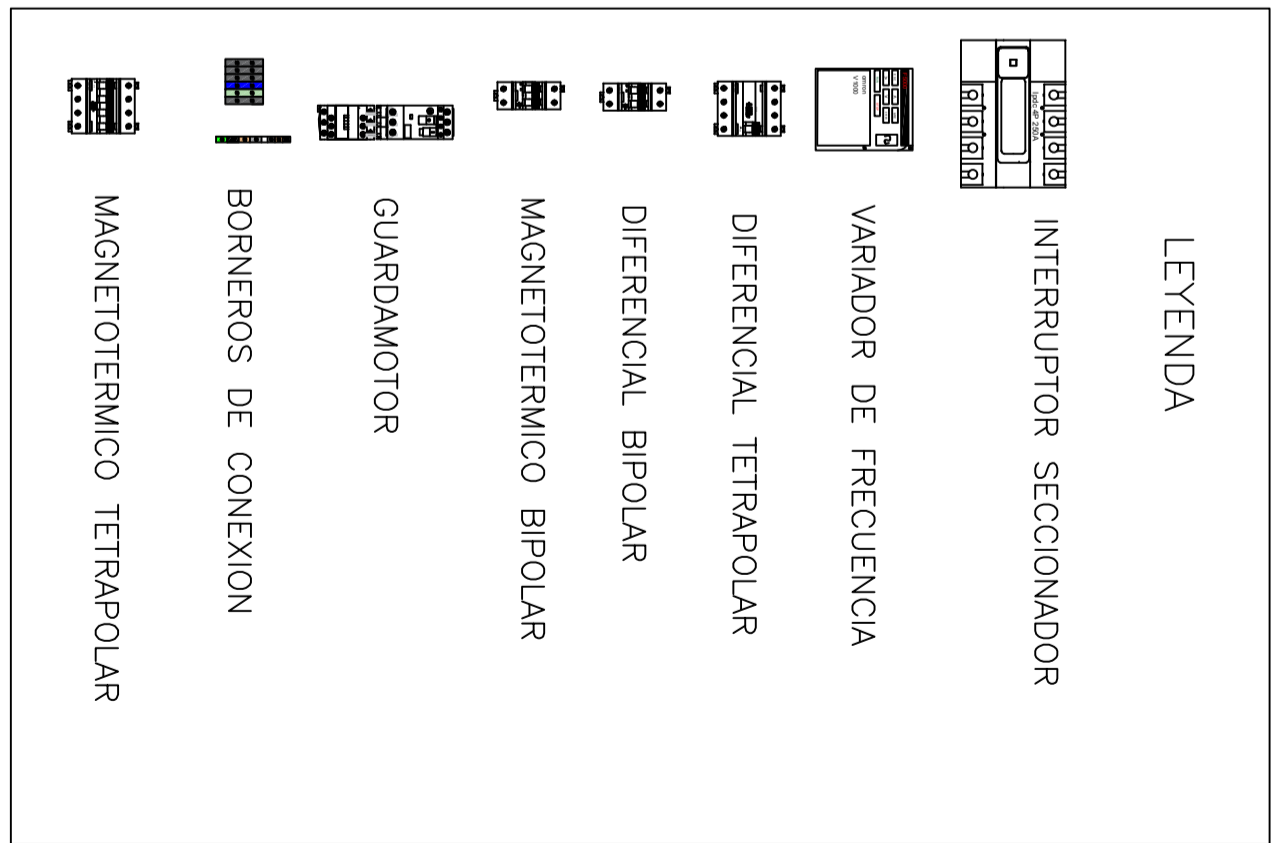
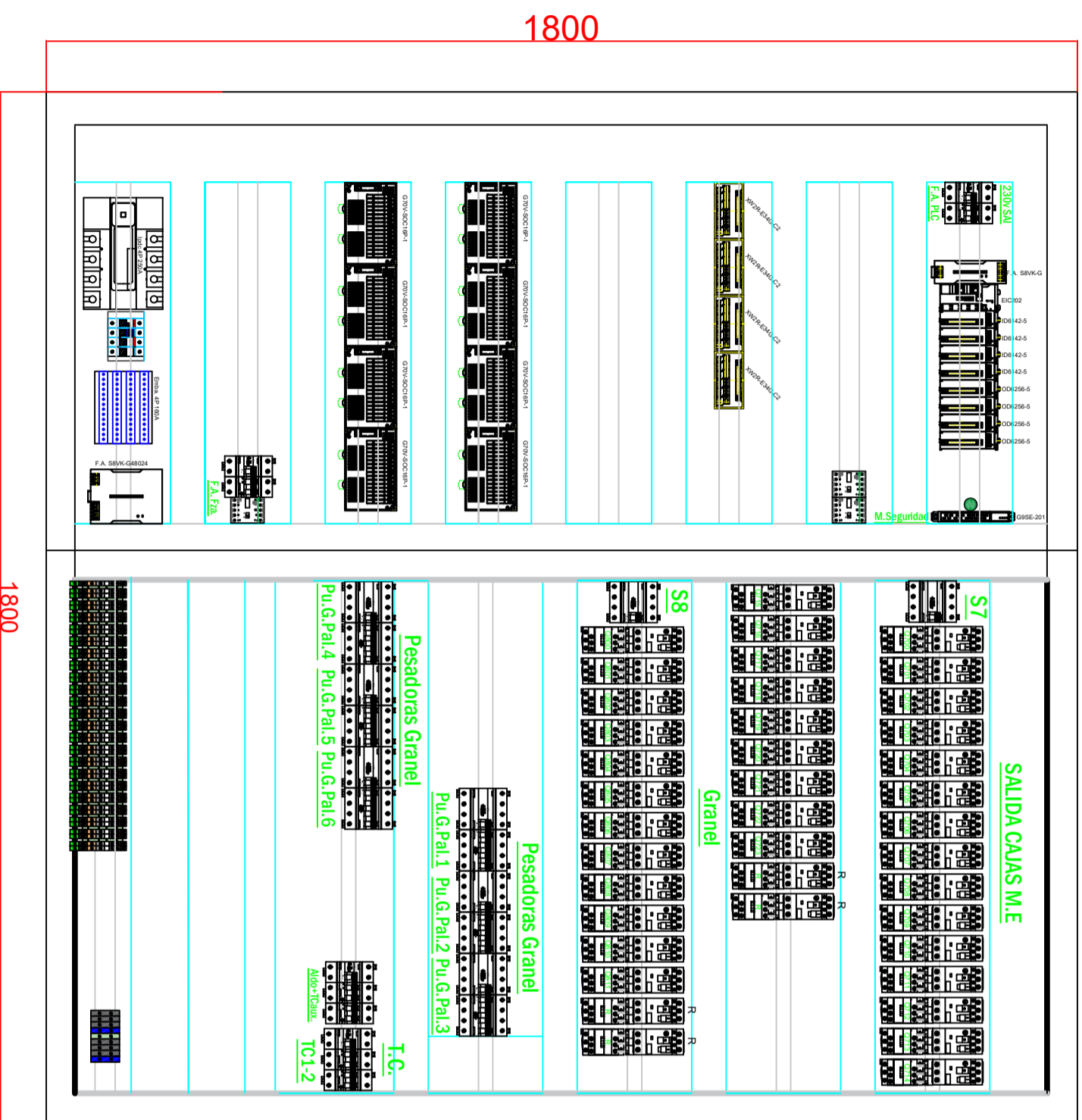
**MAGNETOTERMICO BIPOLAR**

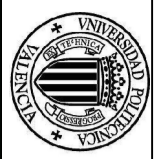
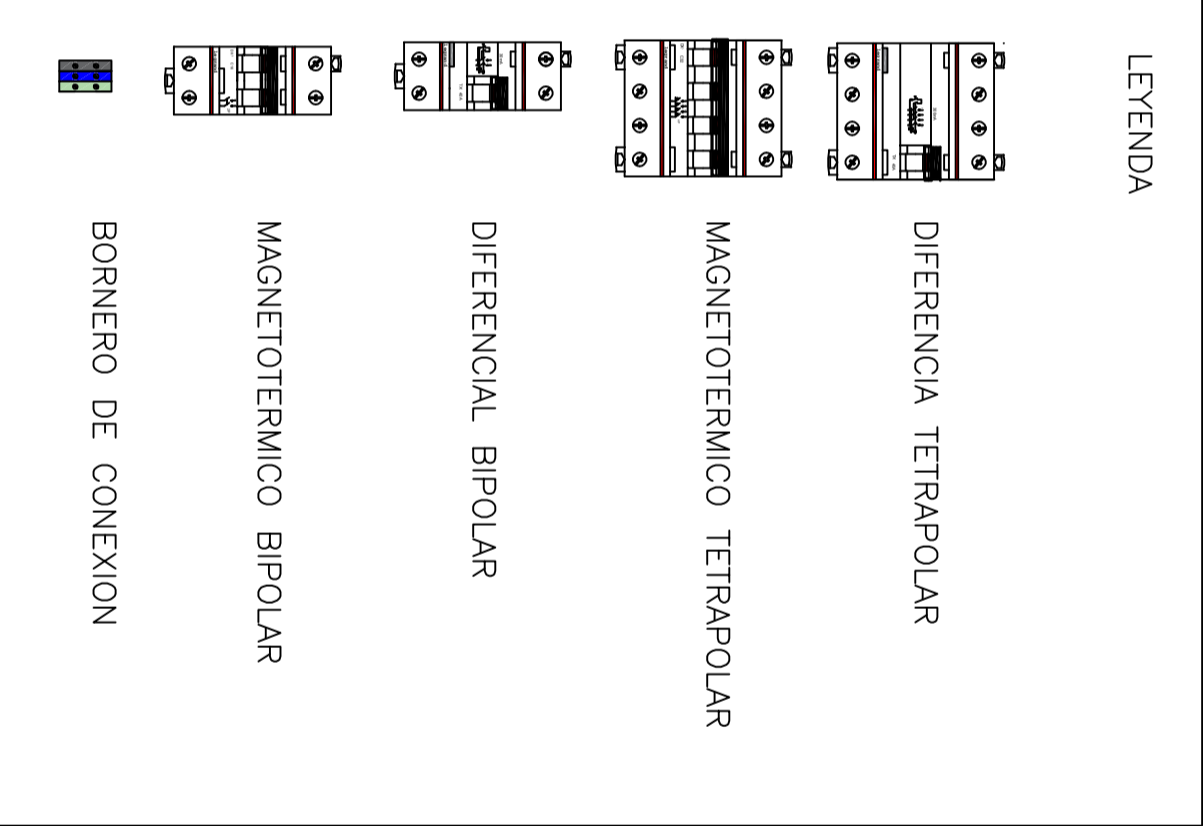
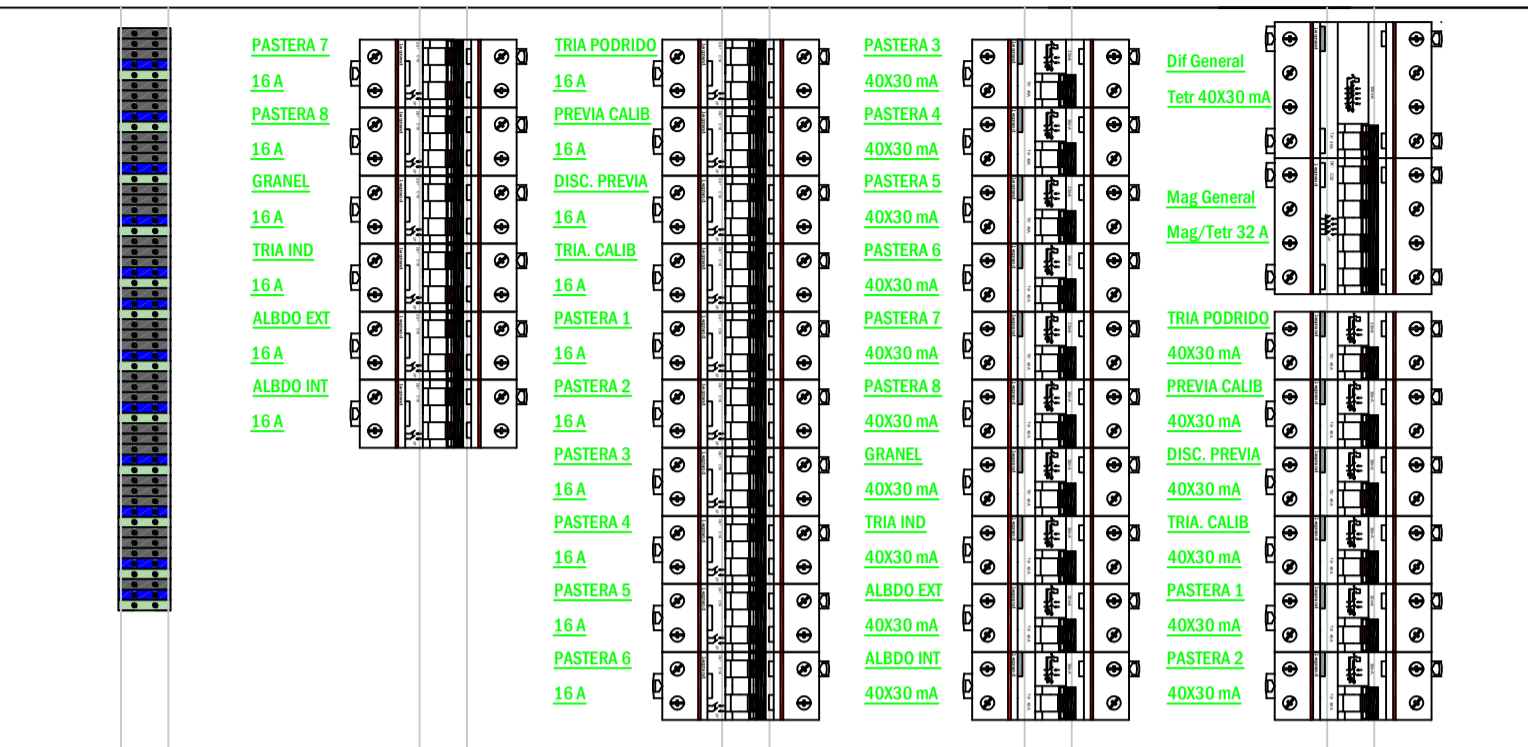
**LEYENDA**

	FECHA	Proyecto:	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL	PLANO: <b>CUADRO 1</b>	<b>4</b>
	Dibujado Victor Tamarit	Dpto. Técnico			



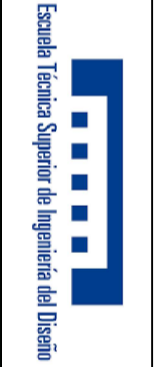
	FECHA	Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>	PLANO: <b>CUADRO 2</b>	<b>5</b>
	Dibujado Victor Tamarit			





FECHA: \_\_\_\_\_  
 Dibujado: Dpto. Técnico  
 Victor Tamarit

Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL



PLANO: CUADRO ALUMBRADO



0

1

2

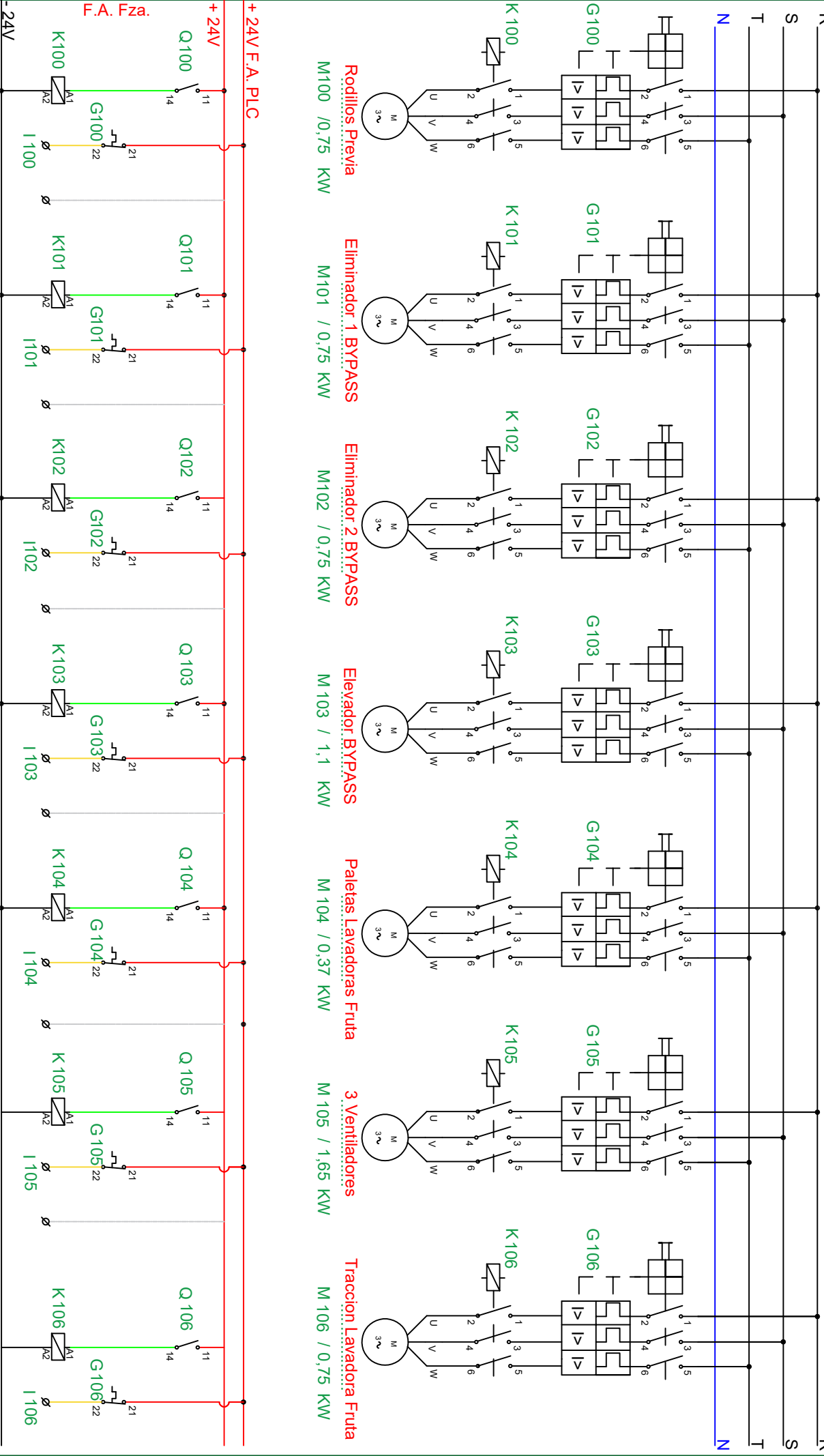
3

4



5

6

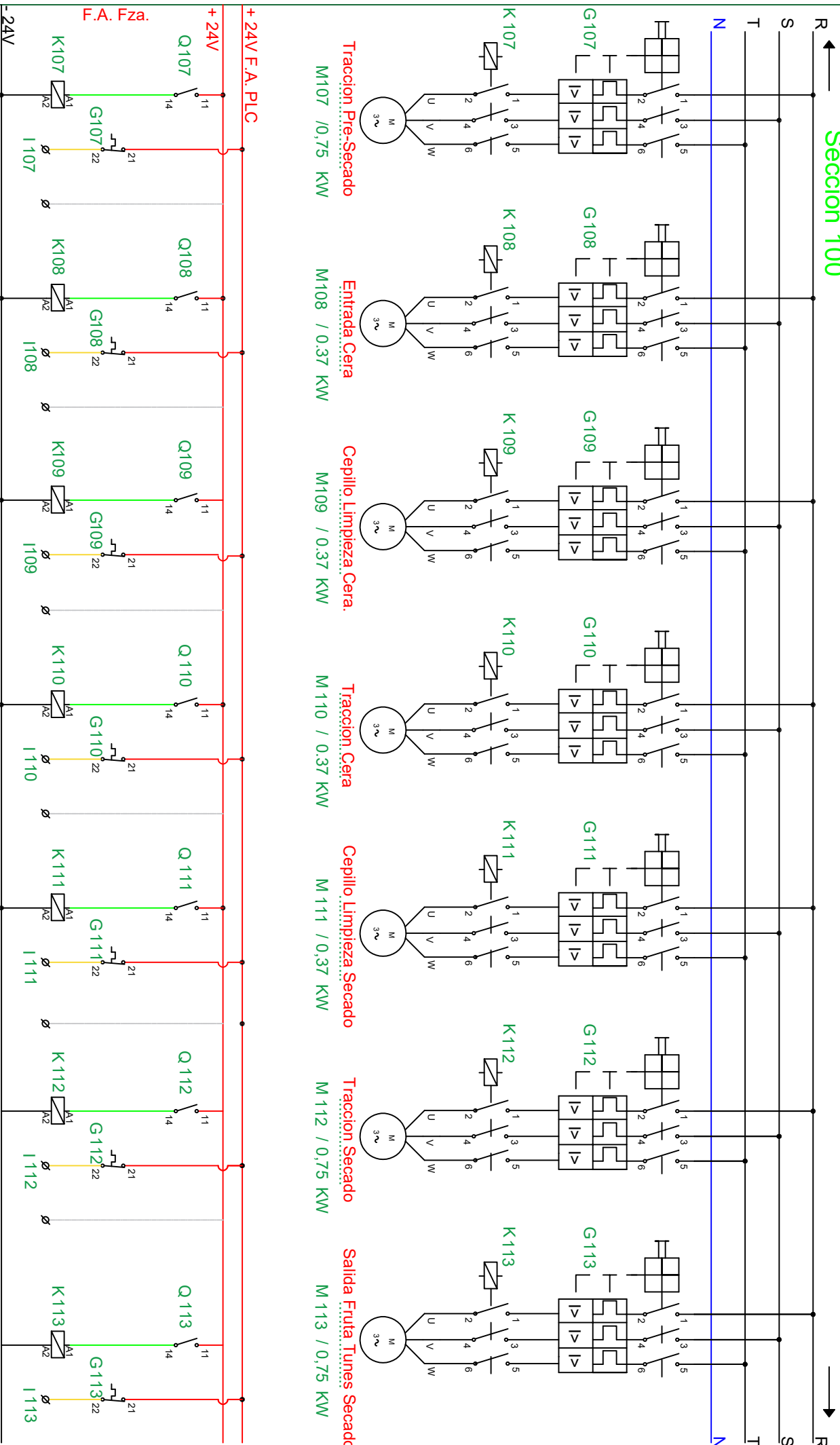
Sección 100



- Rodillos Previa** M100 / 0,75 KW
- Eliminador 1 BYPASS** M101 / 0,75 KW
- Eliminador 2 BYPASS** M102 / 0,75 KW
- Elevador BYPASS** M103 / 1,1 KW
- Paleas Lavadoras Fruta** M104 / 0,37 KW
- 3 Ventiladores** M105 / 1,65 KW
- Traccion Lavadora Fruta** M106 / 0,75 KW

		<b>Fecha:</b> _____		<b>Proyecto:</b> DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		<b>Página:</b> 8	
<b>Dibujado:</b> _____		<b>Dpto. Técnico:</b> V. Tamarit		<b>Revisado:</b> _____		<b>PLANO:</b> UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES LINEA TRATAMIENTO L-1	
				<b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</b>			

# Sección 100



FECHA: \_\_\_\_\_  
 Dibujado: Dpto. Técnico  
 Revisado: V. Tamarit

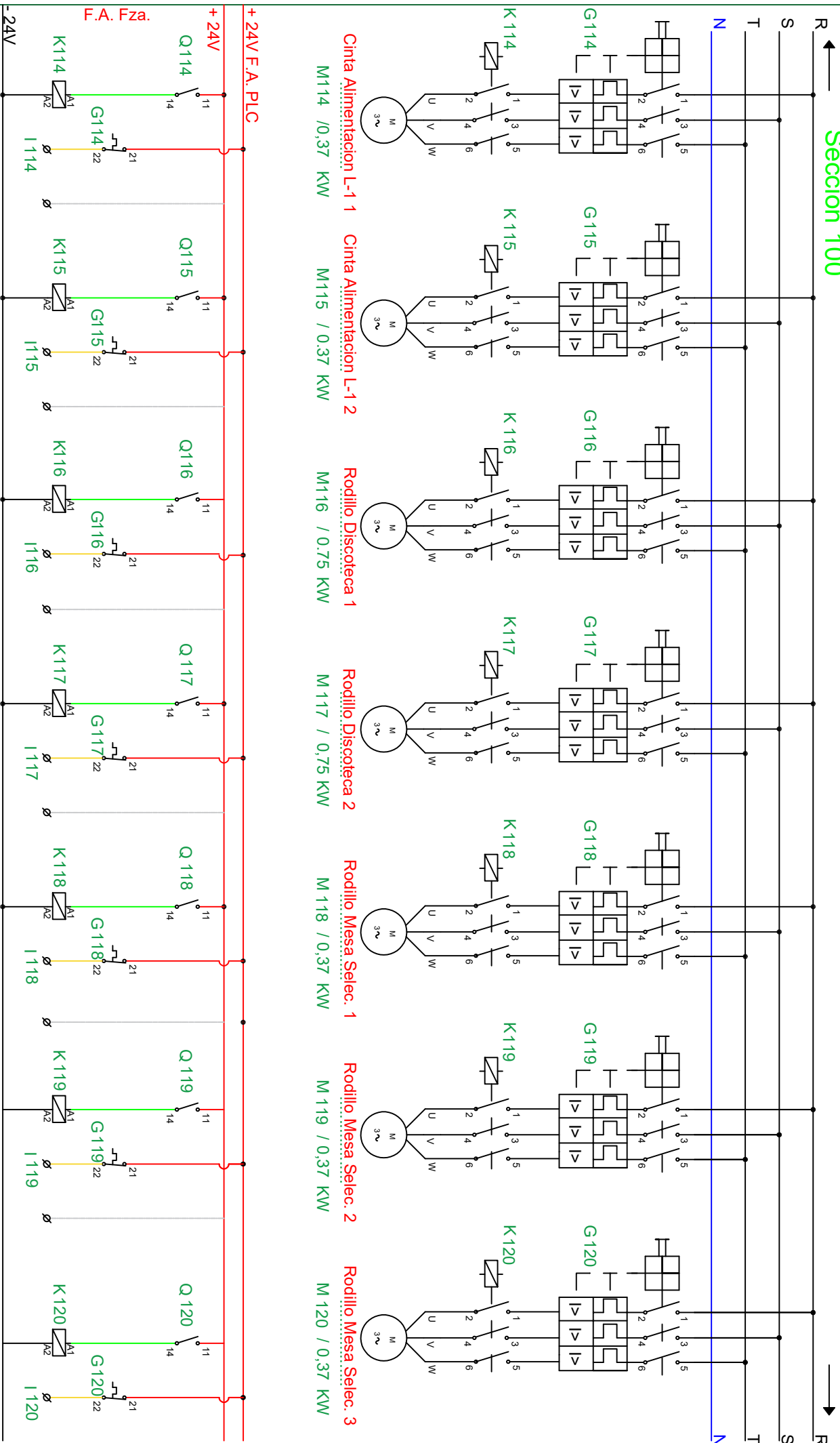
Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO  
 CUADROS NAVE INDUSTRIAL





PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES  
 LINEA TRATAMIENTO L-1

PAGINA: 9

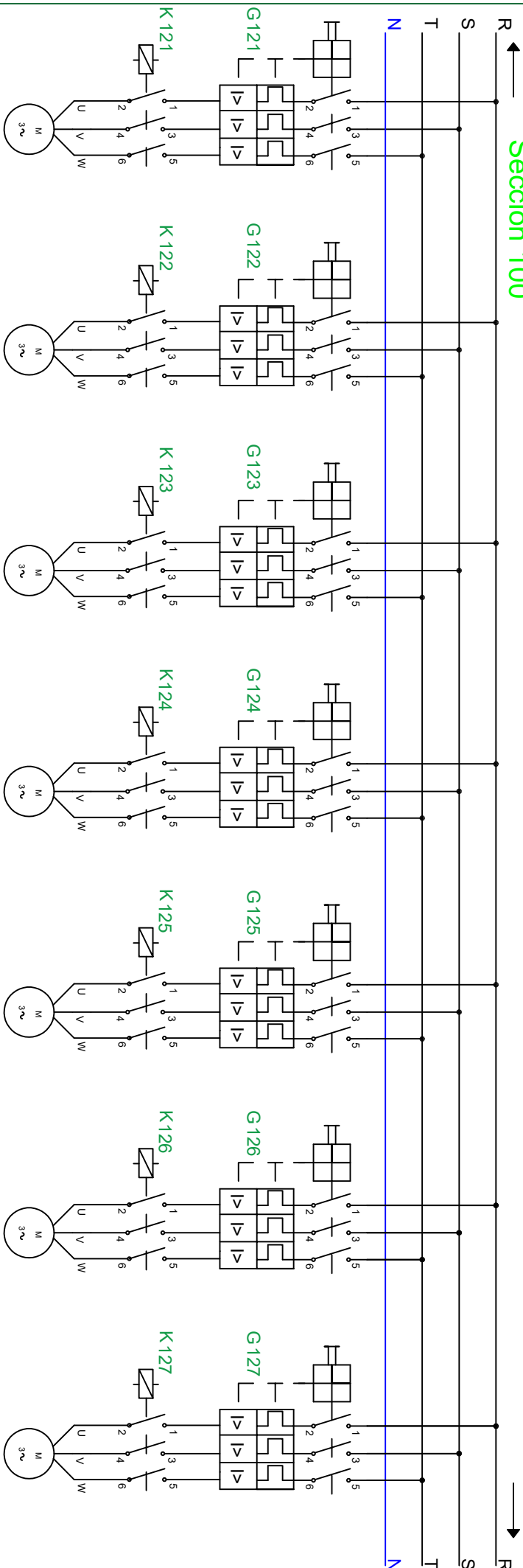
# Sección 100



- Cinta Alimentación L-1 1    Cinta Alimentación L-1 2    Rodillo Discoteca 1    Rodillo Discoteca 2    Rodillo Mesa Selec. 1    Rodillo Mesa Selec. 2    Rodillo Mesa Selec. 3
- M114 /0,37 KW    M115 / 0,37 KW    M116 / 0,75 KW    M117 / 0,75 KW    M118 / 0,37 KW    M119 / 0,37 KW    M120 / 0,37 KW

			
FECHA	Dibujado	Revisado	PAGINA: <b>10</b>
	Dpto. Técnico	V. Tamarit	
Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>		PLANO: <b>UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES LINEA TRATAMIENTO L-1</b>	

# Sección 100



Rodillo Mesa Selec. 4  
M121 / 0,37 KW

Rodillo Mesa Selec. 4  
M122 / 0,37 KW

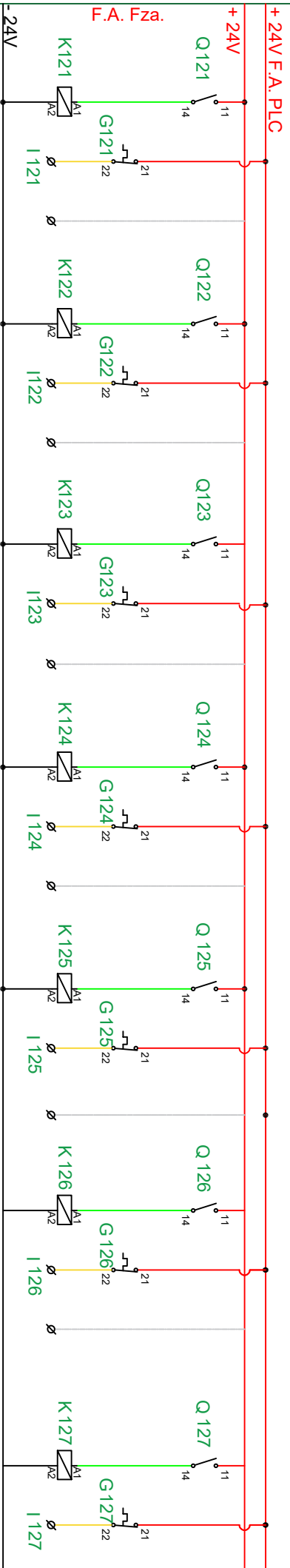
Rodillo Mesa Selec. 4  
M123 / 0,37 KW

Cinta Sup./Inf  
M124 / 0,75 KW

Cinta Lateral Fruta 1  
M125 / 0,18 KW

Cinta Lateral Fruta 2  
M126 / 0,18 KW

Cinta Lateral Fruta 3  
M127 / 0,18 KW



M121

M122

M123

M124

M125

M126

M127



FECHA  
Dibujado  
Revisado

Proyecto:  
DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO  
CUADROS NAVE INDUSTRIAL

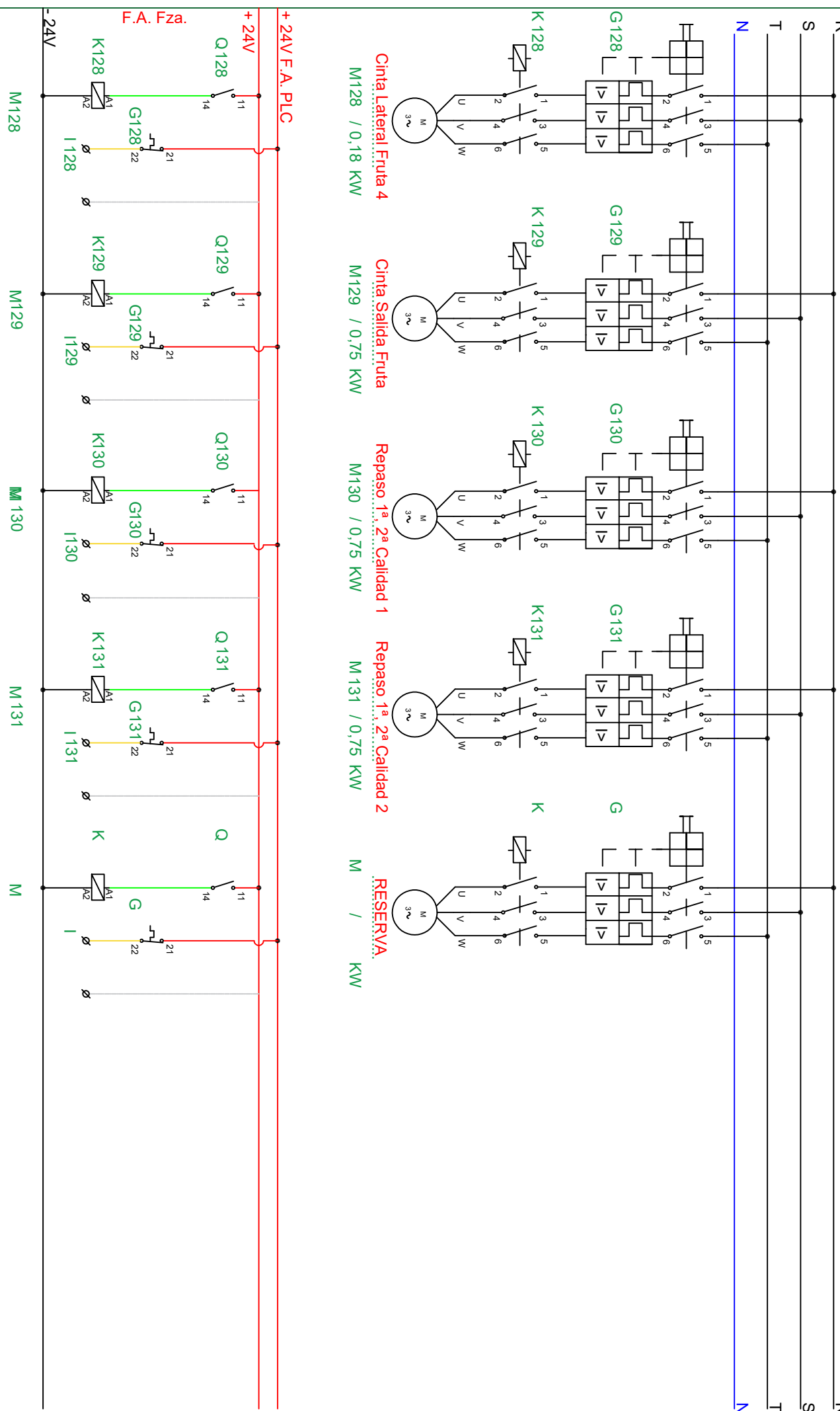
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANO:  
UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES  
LINEA TRATAMIENTO L-1

PAGINA:  
11



# Sección 100



- Cinta Lateral Fruta 4 M128 / 0,18 KW
- Cinta Salida Fruta M129 / 0,75 KW
- Reparo 1ª 2ª Calidad 1 M130 / 0,75 KW
- Reparo 1ª 2ª Calidad 2 M131 / 0,75 KW
- RESERVA M / KW

	FECHA	Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL			PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES LINEA TRATAMIENTO L-1	PAGINA: <b>12</b>
	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado			

0

1

2

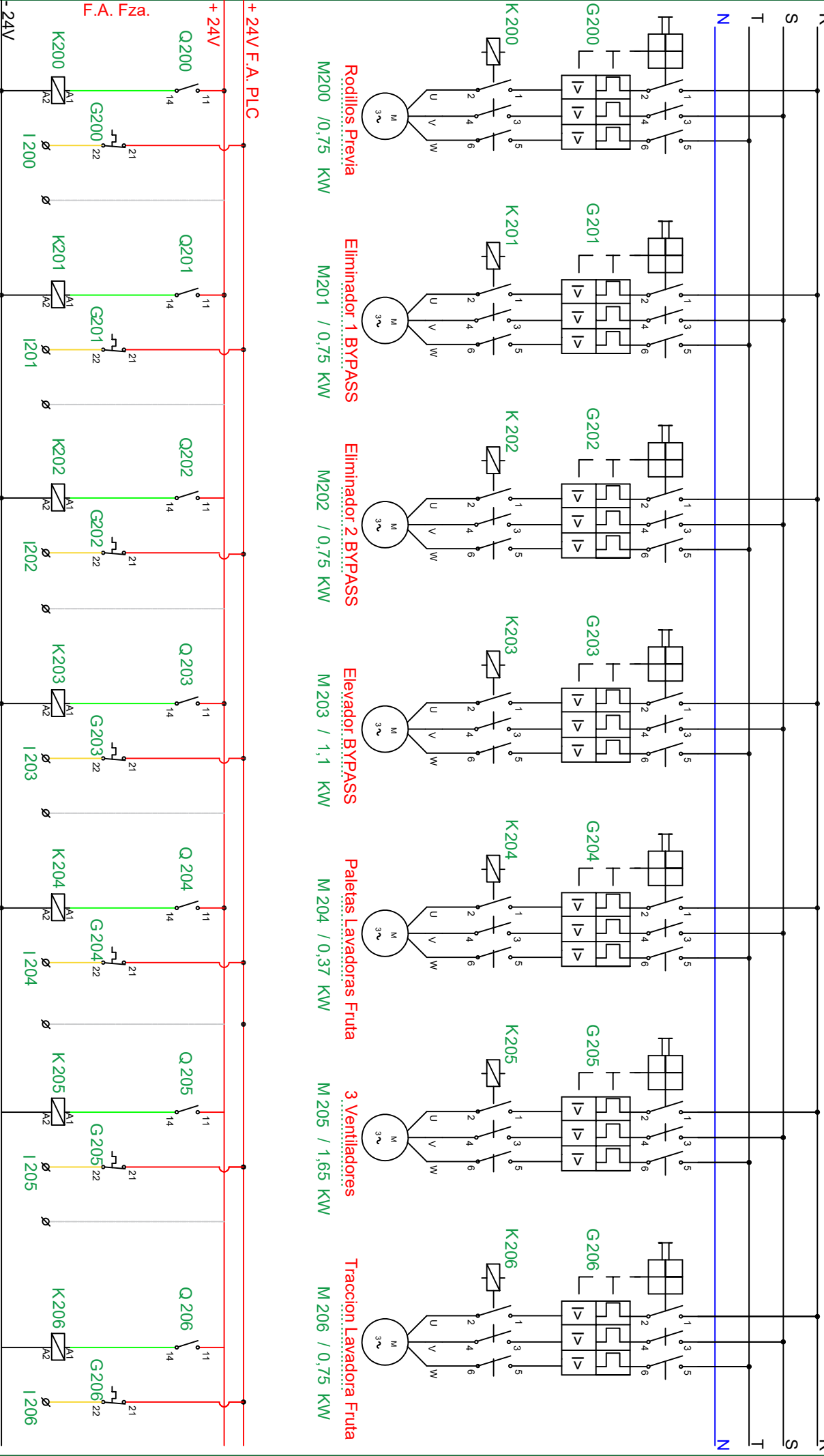
3


4

5

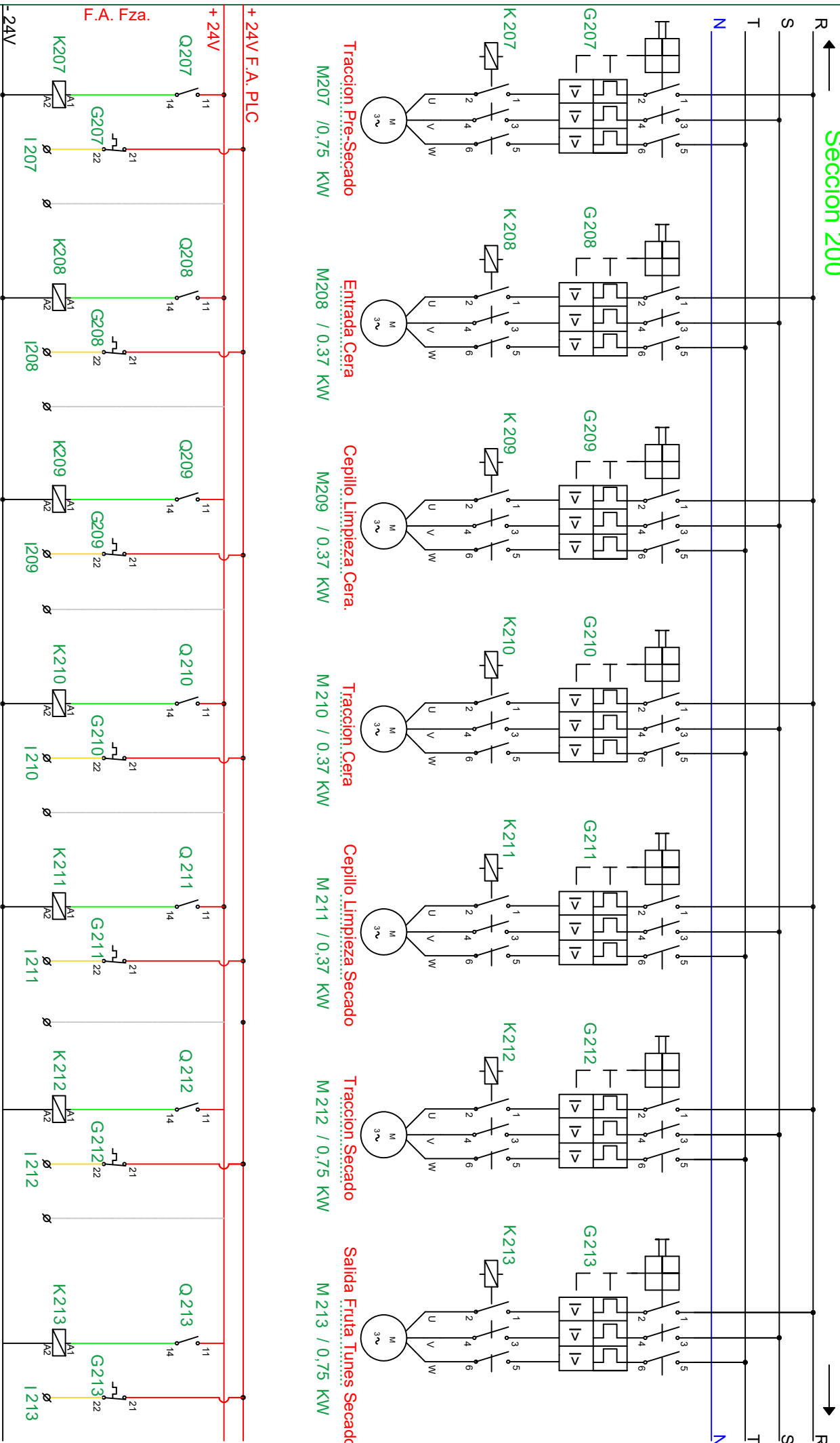
6

Sección 200



		Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>				PLANO: <b>UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES LINEA TRATAMIENTO L-2</b>		PAGINA: <b>13</b>	
FECHA	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	Revisado	V. Tamarit				

# Sección 200



FECHA  
Dibujado  
Revisado

Dpto. Técnico  
V. Tamarit

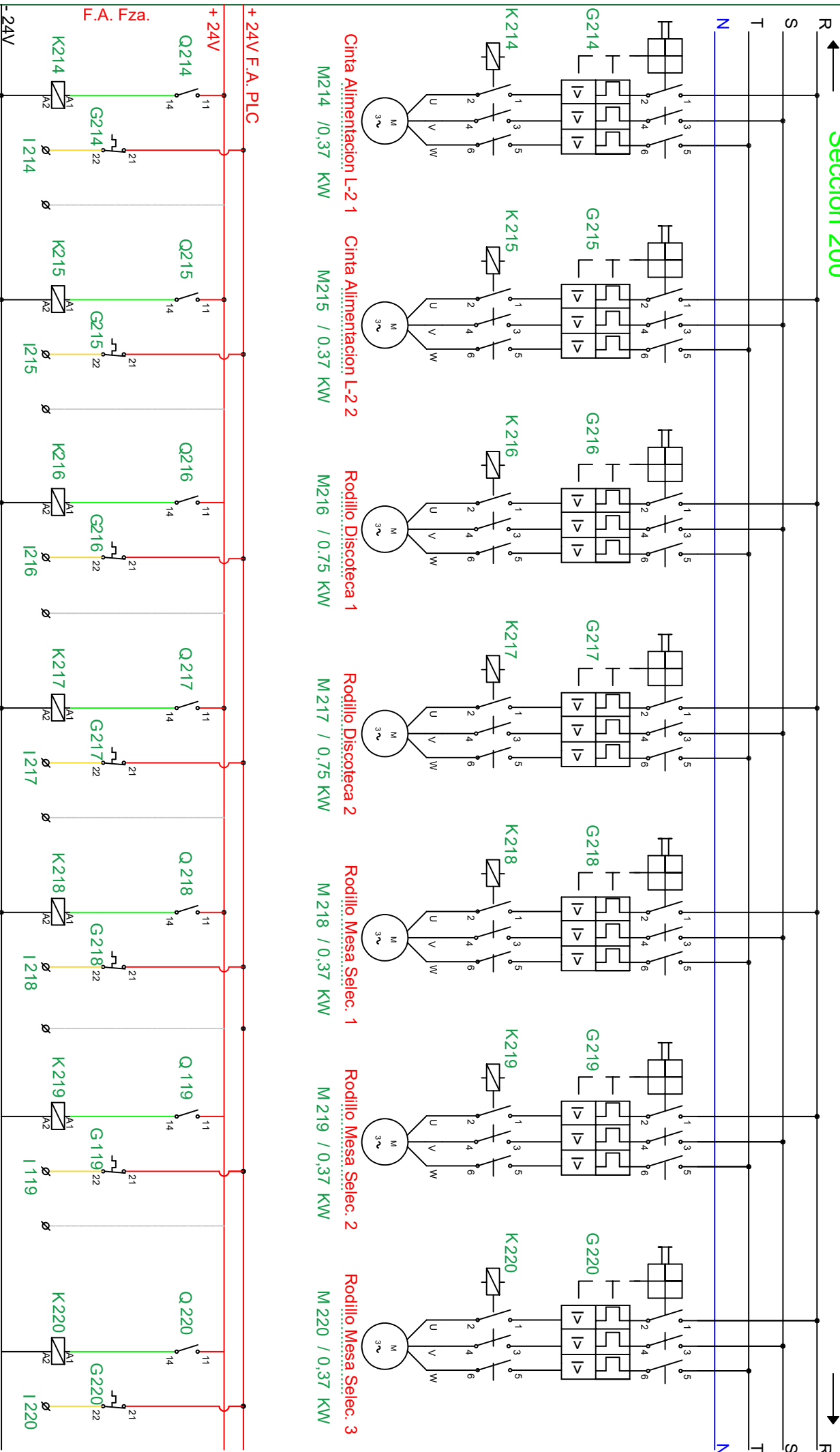
Proyecto:  
DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO  
CUADROS NAVE INDUSTRIAL

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PAGINA:  
14

PLANO:  
UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES  
LINEA TRATAMIENTO L-2

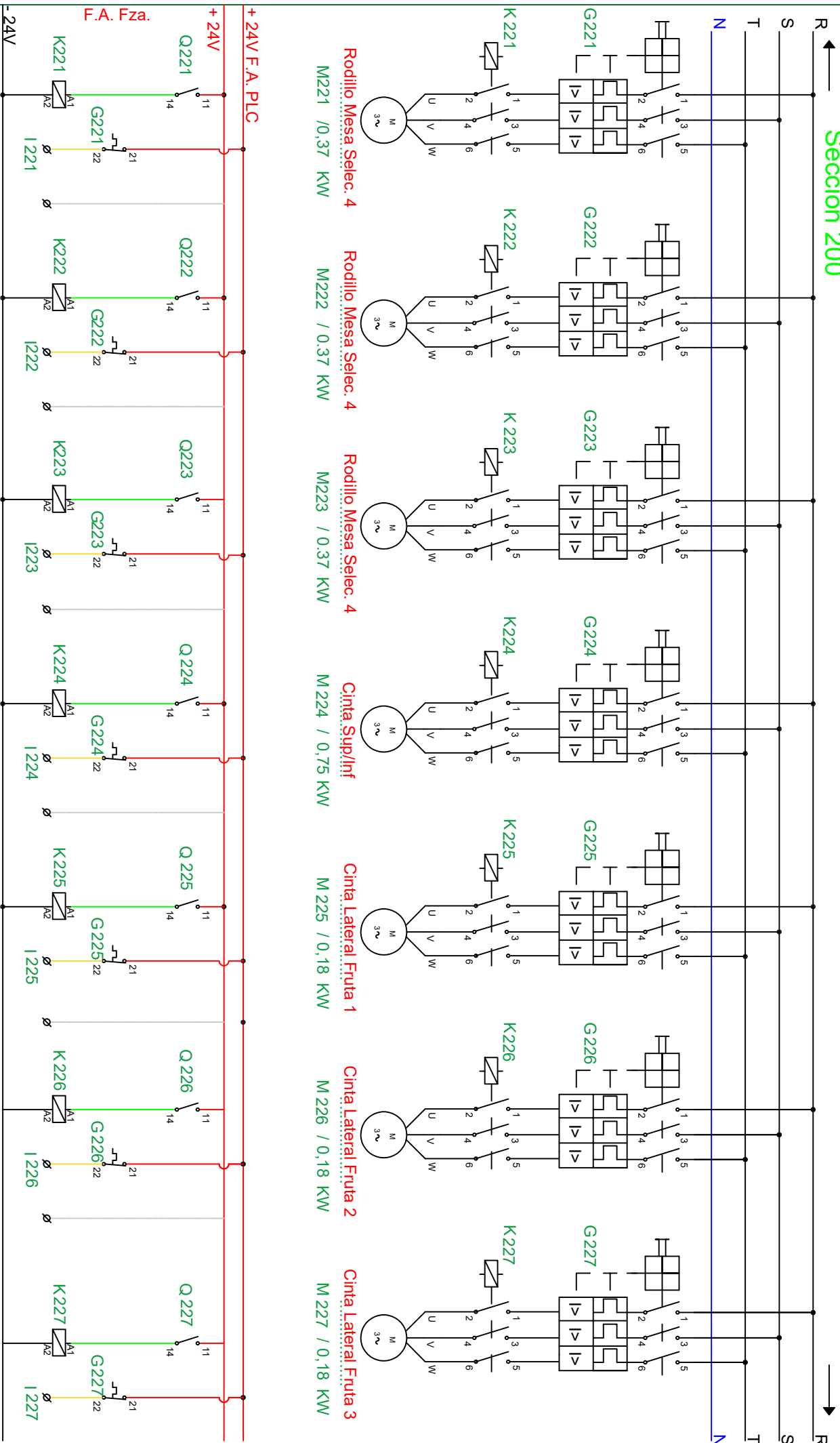
# Sección 200



- M214 /0,37 KW    Cinta Alimentación L-2 1
- M215 / 0,37 KW    Cinta Alimentación L-2 2
- M216 / 0,75 KW    Rodillo Discoteca 1
- M217 / 0,75 KW    Rodillo Discoteca 2
- M218 / 0,37 KW    Rodillo Mesa Selec. 1
- M219 / 0,37 KW    Rodillo Mesa Selec. 2
- M220 / 0,37 KW    Rodillo Mesa Selec. 3

		FECHA		Proyecto:	
		Dibujado	Dpto. Técnico	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO	
Revisado		V. Tamarit		CUADROS NAVE INDUSTRIAL	
				PLANO:	
				UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES	
LINEA TRATAMIENTO L-2				PAGINA:	
				15	

# Sección 200



FECHA  
Dibujado  
Revisado

Dpto. Técnico  
V. Tamari

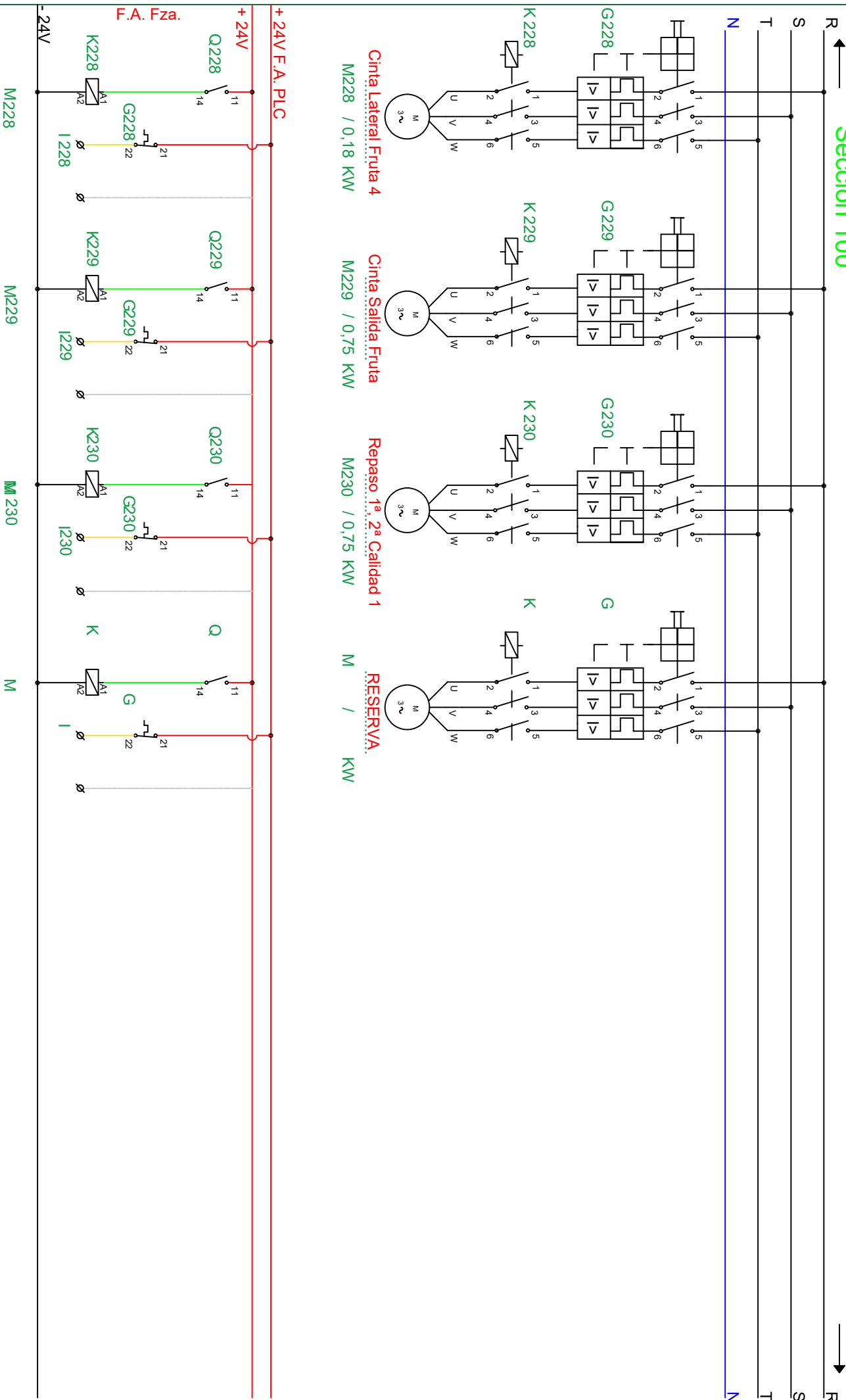
Proyecto:  
DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO  
CUADROS NAVE INDUSTRIAL

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANO:  
UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES  
LINEA TRATAMIENTO L-2

PAGINA:  
16

# Sección 100



Cinta Lateral Fruta 4  
M228 / 0,18 KW

Cinta Salida Fruta  
M229 / 0,75 KW

Repaso 1ª, 2ª Calidad 1  
M230 / 0,75 KW

RESERVA  
M / KW

F.A. Fza.

M228

M229

M230

M



FECHA  
Dibujado  
Revisado

Dpto. Técnico  
V. Tamarit

Proyecto:  
DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO  
CUADROS NAVE INDUSTRIAL



PLANO:  
UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES  
LINEA TRATAMIENTO L-2

PAGINA:  
17

0

1

2

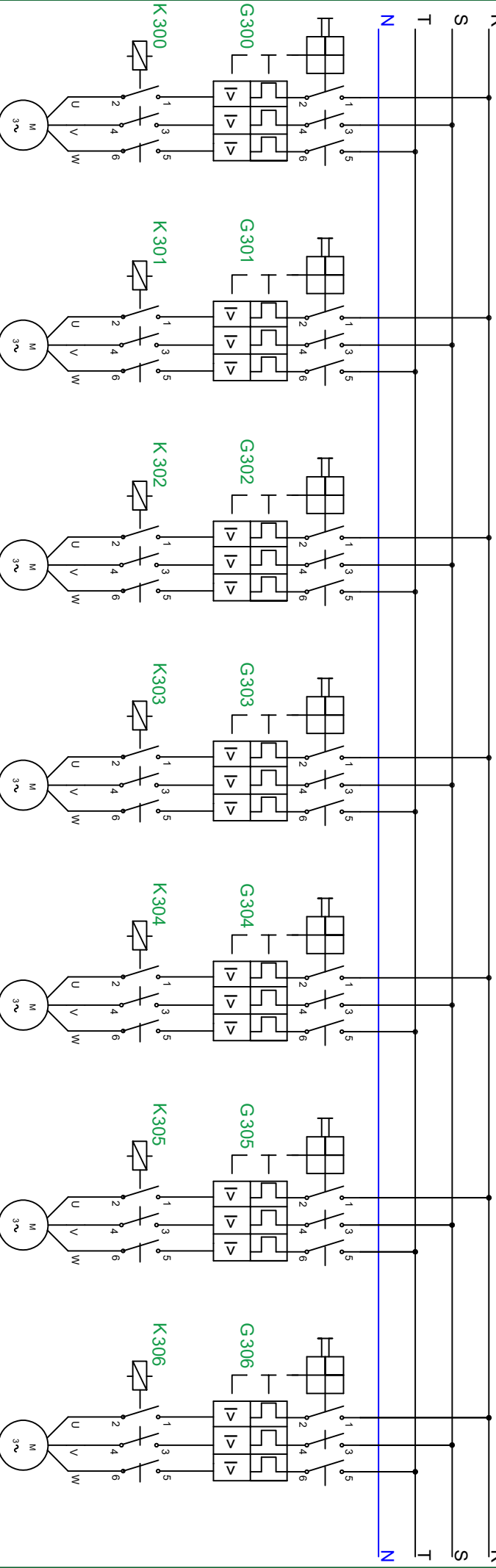
3

4

5

6

Sección 300



Recogida Hoja

M300 /0,37 KW

Recogida Podrido L1 1

M301 /0,37 KW

Recogida Podrido L1 2

M302 /0,37 KW

Recogida Podrido L2 1

M303 /0,37 KW

Recogida Podrido L2 2

M304 /0,37 KW

Descartes Previa

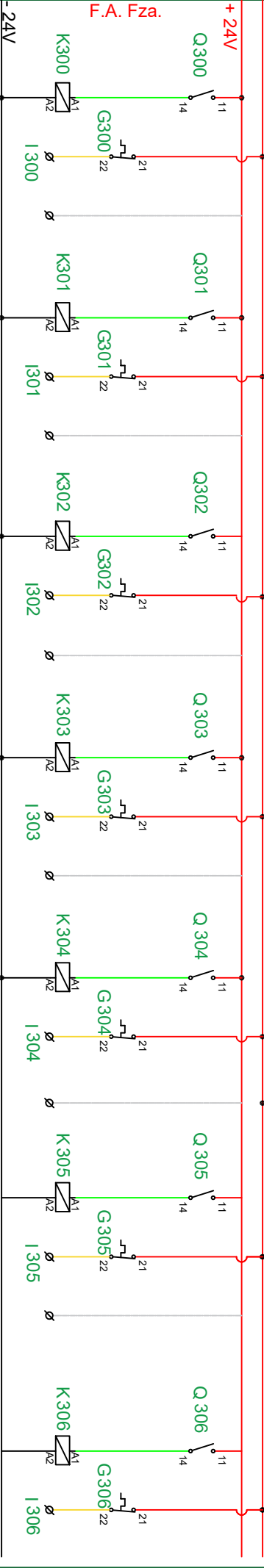
M305 /0,37 KW

Pdto. Eliminado L1 1

M306 /0,37 KW

+ 24V F.A. PLC

F.A. Fza.



M300

M301

M302

M303

M304

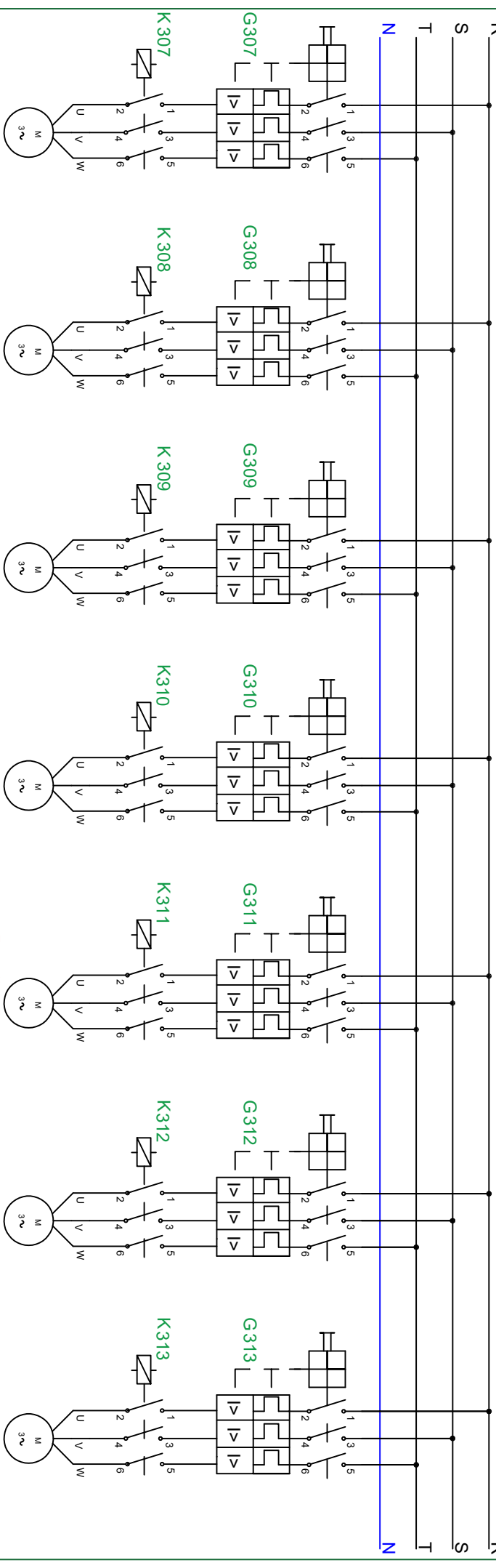
M305

M306

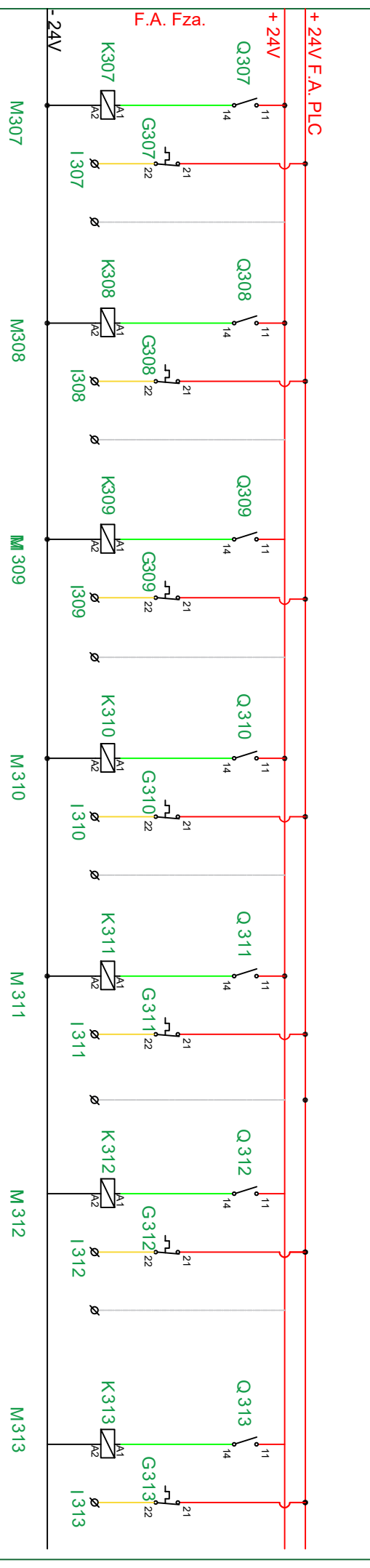
		Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>				PLANO: <b>UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES PRODUCTO ELIMINADO</b>		PAGINA: <b>18</b>	
FECHA	Dpto. Técnico	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES PRODUCTO ELIMINADO		PAGINA: 18	
Dibujado	Victor Tamarit								

0      1      2      3      4      5      6

Sección 300



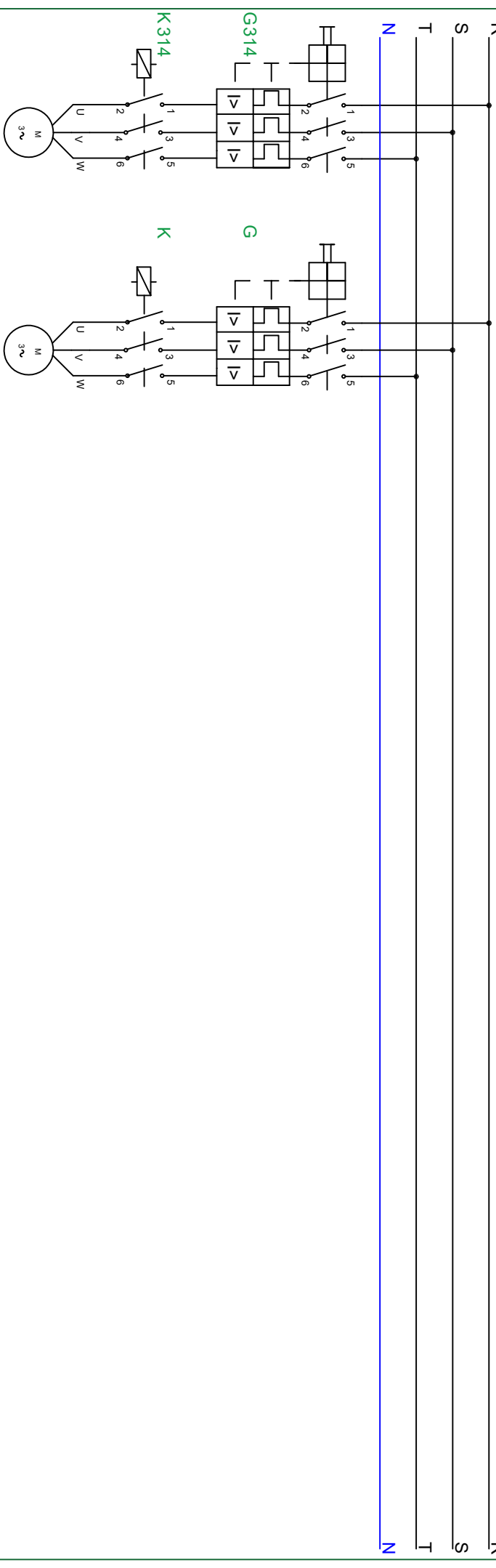
- Pdto. Eliminado L1 2      Pdto. Eliminado L2 1      Pdto. Eliminado L2 1      De Calibrador a Llenador 1      Recojida Descartes      De Calibrador a Llenador 2      Podrido Discoteca L1
- M307 /0,37 KW      M308 /0,37 KW      M309 /0,37 KW      M310 /0,37 KW      M311 /0,37 KW      M312 /0,37 KW      M313 /0,37 KW





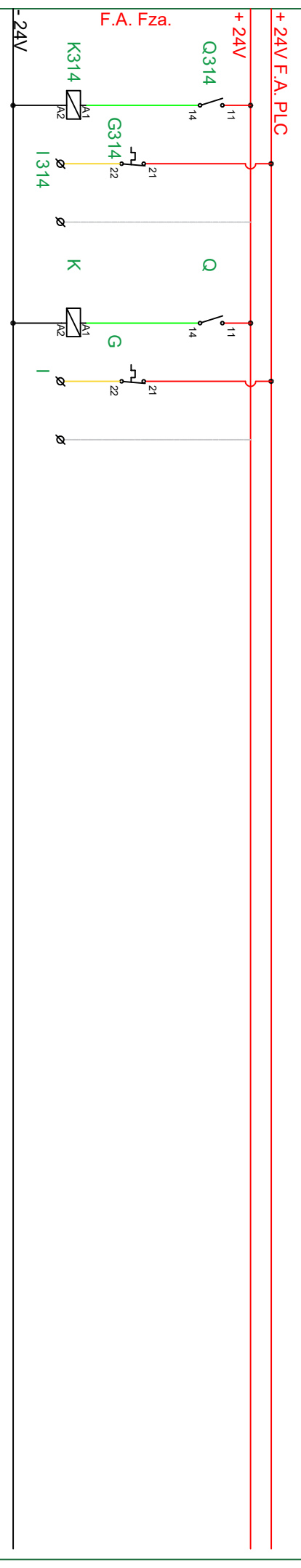
0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Sección 300



Podrido Discoteca L2  
M314 /0,37 KW

Reserva  
M / KW



	FECHA	Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL			PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES PRODUCTO ELIMINADO	PAGINA: 20
	Dibujado	Dpto. Técnico	Víctor Tamarit			

0

1

2

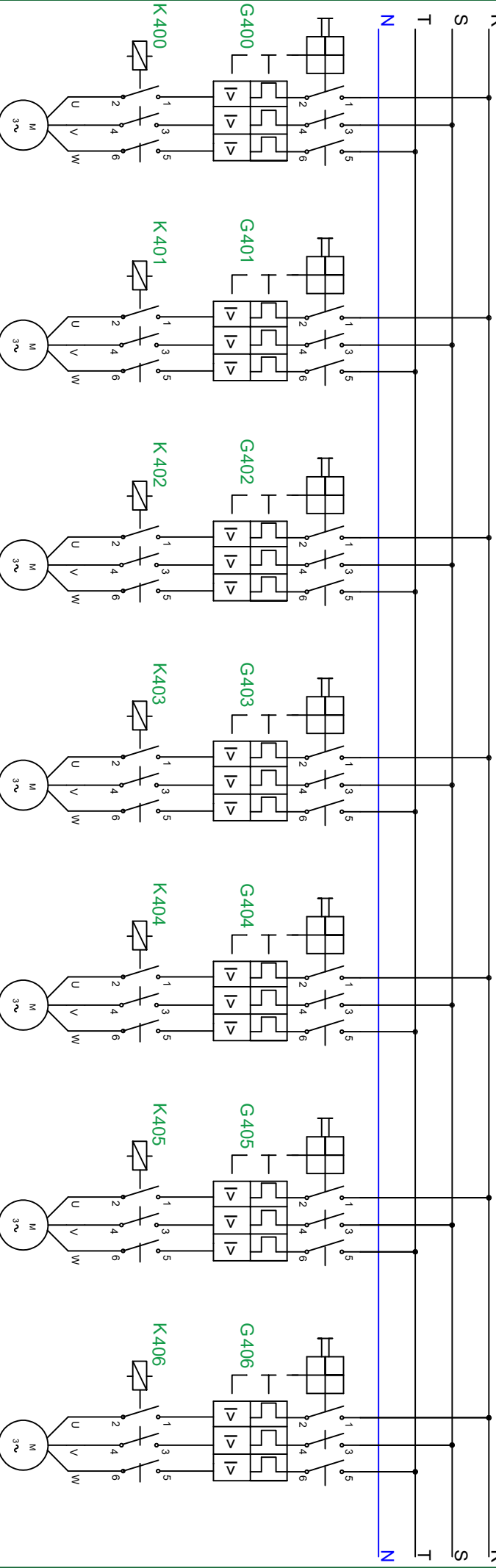
3

4

5

6

Sección 400



Salida 2 Calibres  
M400 / 0,75 KW

Salida 2 Calibres  
M401 / 0,75 KW

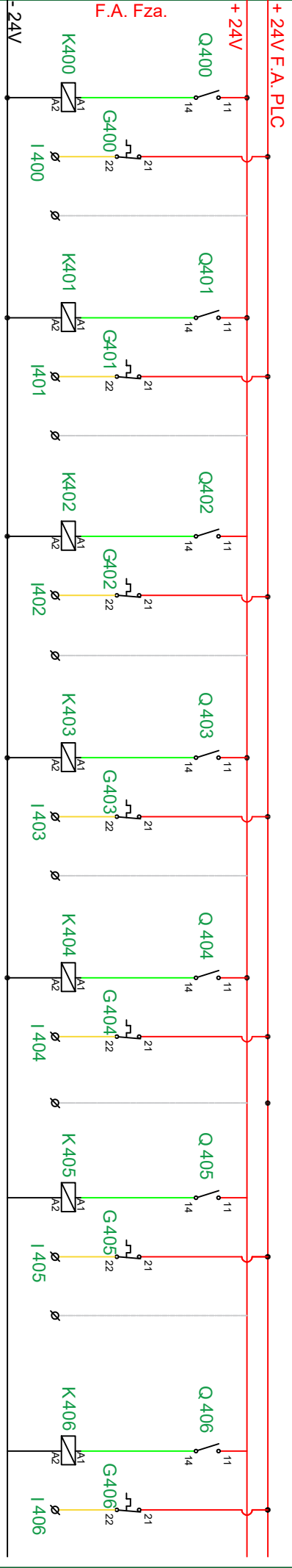
Distribuidor Fruta  
M402 / 0,75 KW

Encajado 2 Calibres  
M403 / 0,75 KW

Encajado 2 Calibres  
M404 / 0,75 KW

Salida Cajas Llenas  
M405 / 0,75 KW

Salida Cajas Llenas  
M406 / 0,75 KW



M400

M401

M402

M403

M404

M405

M406

	FECHA	Proyecto:	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION	PAGINA: <b>21</b>
	Dibujado	Dpto. Técnico				

0

1

2

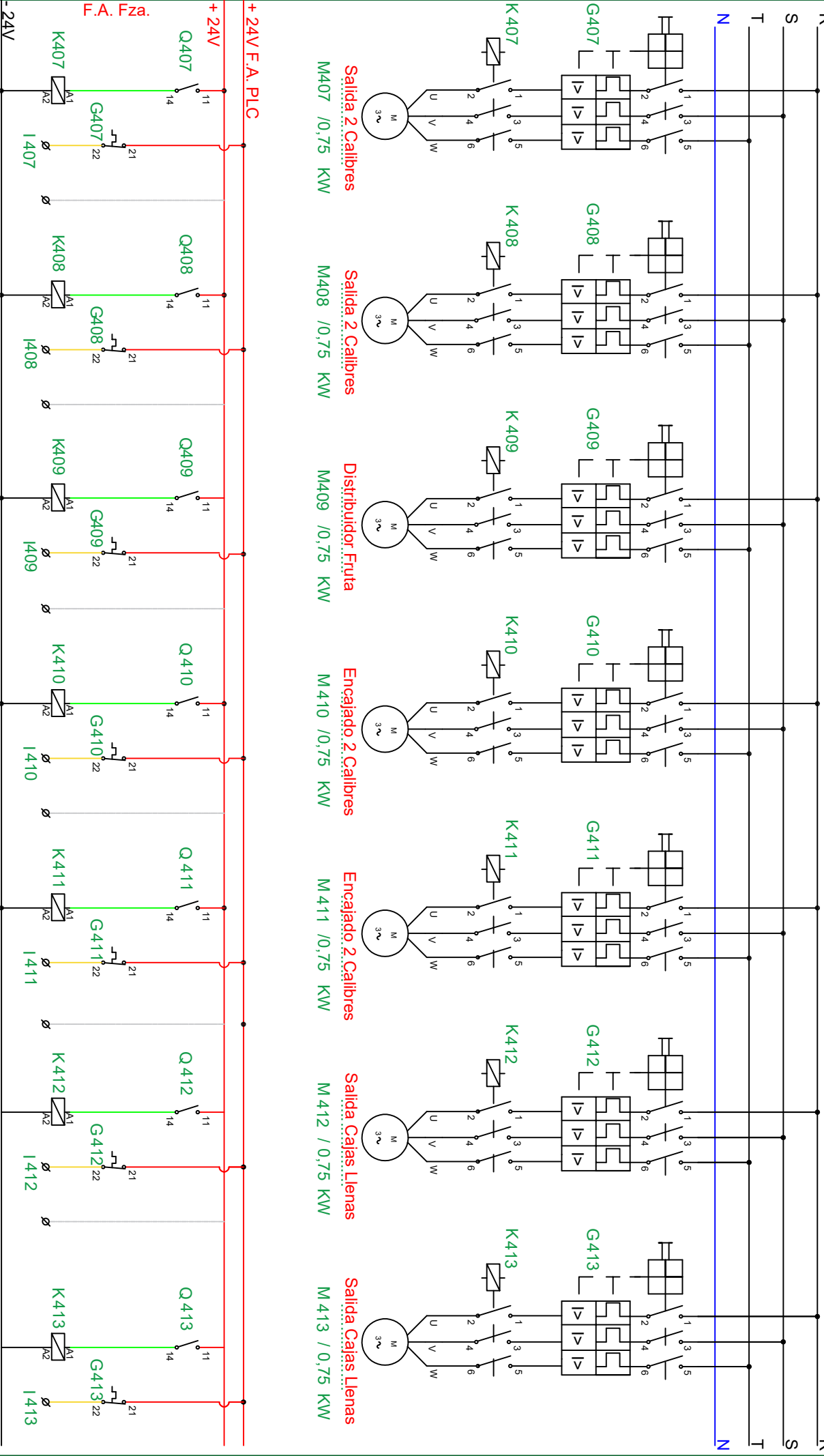
3



4

5

6

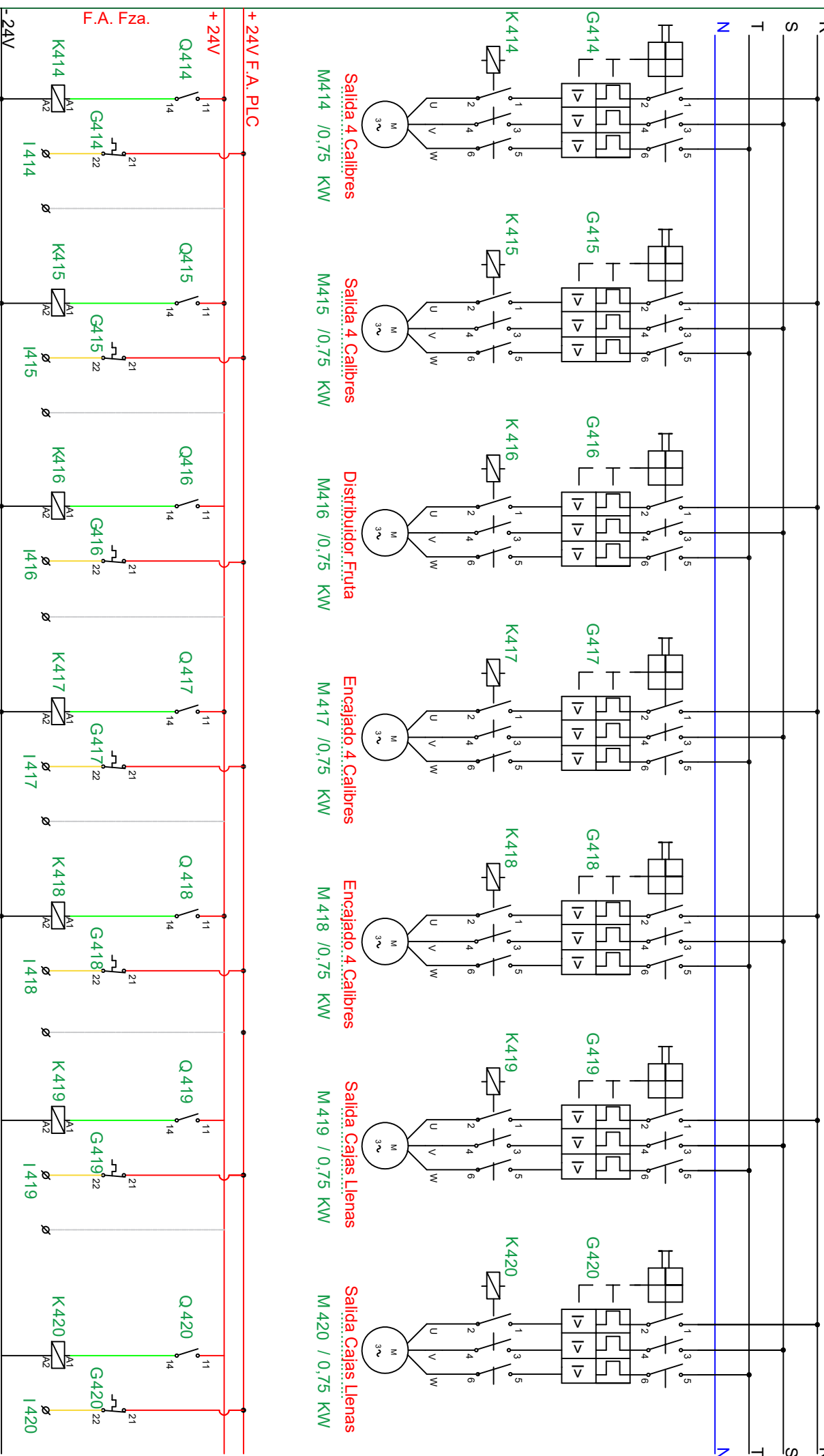
Sección 400



		Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>				PLANO: <b>UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION</b>		PAGINA: <b>22</b>	
FECHA	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	V. Tamarit					

**0**      **1**      **2**      **3**      **4**      **5**      **6**

**Sección 400**



- Salida 4 Calibres** M414 /0,75 KW
- Salida 4 Calibres** M415 /0,75 KW
- Distribuidor Fruta** M416 /0,75 KW
- Encajado 4 Calibres** M417 /0,75 KW
- Encajado 4 Calibres** M418 /0,75 KW
- Salida Cajas Llenas** M419 /0,75 KW
- Salida Cajas Llenas** M420 /0,75 KW

	<b>FECHA</b> Dibujado Revisado	Dpto. Técnico V. Tamarit	Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO                  CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>		PLANO: <b>UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES                  CALIBRADOR Y DISTRIBUCION</b>	PAGINA: <b>23</b>
--	--------------------------------------	-----------------------------	--	--	---	----------------------

0

1

2

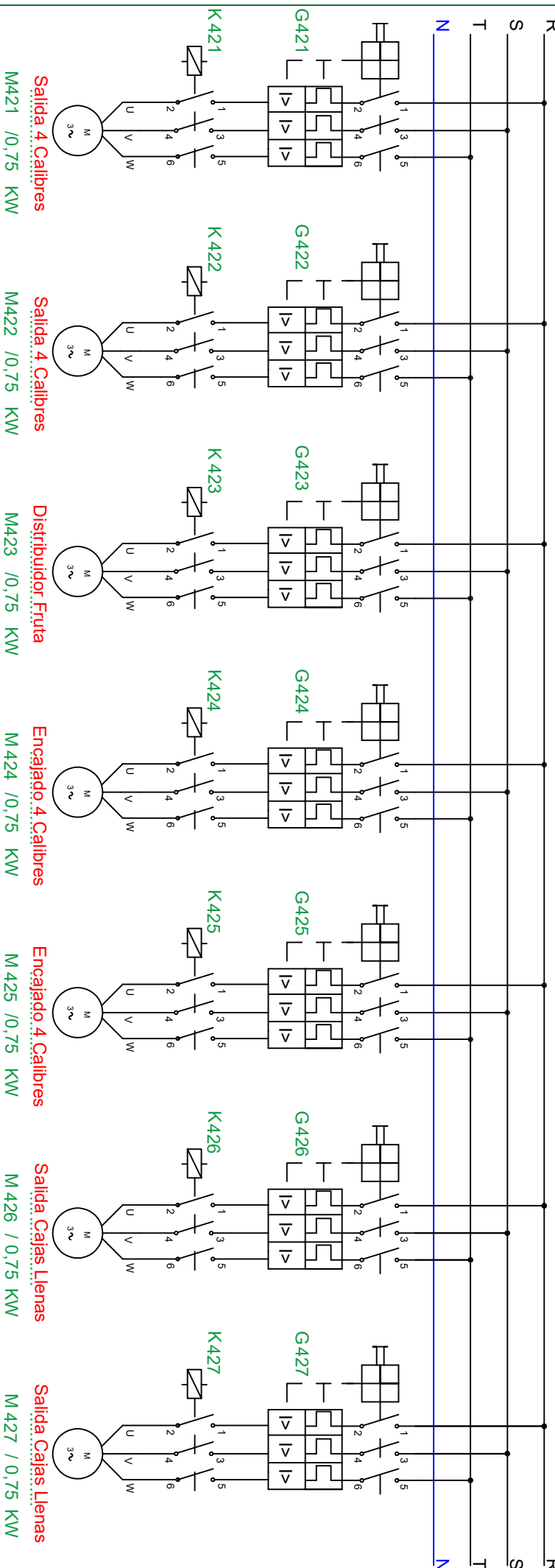
3

4

5

6

## Sección 400



+ 24V F.A. PLC

+ 24V

F.A. Fza.

- 24V

M421

M422

M423

M424

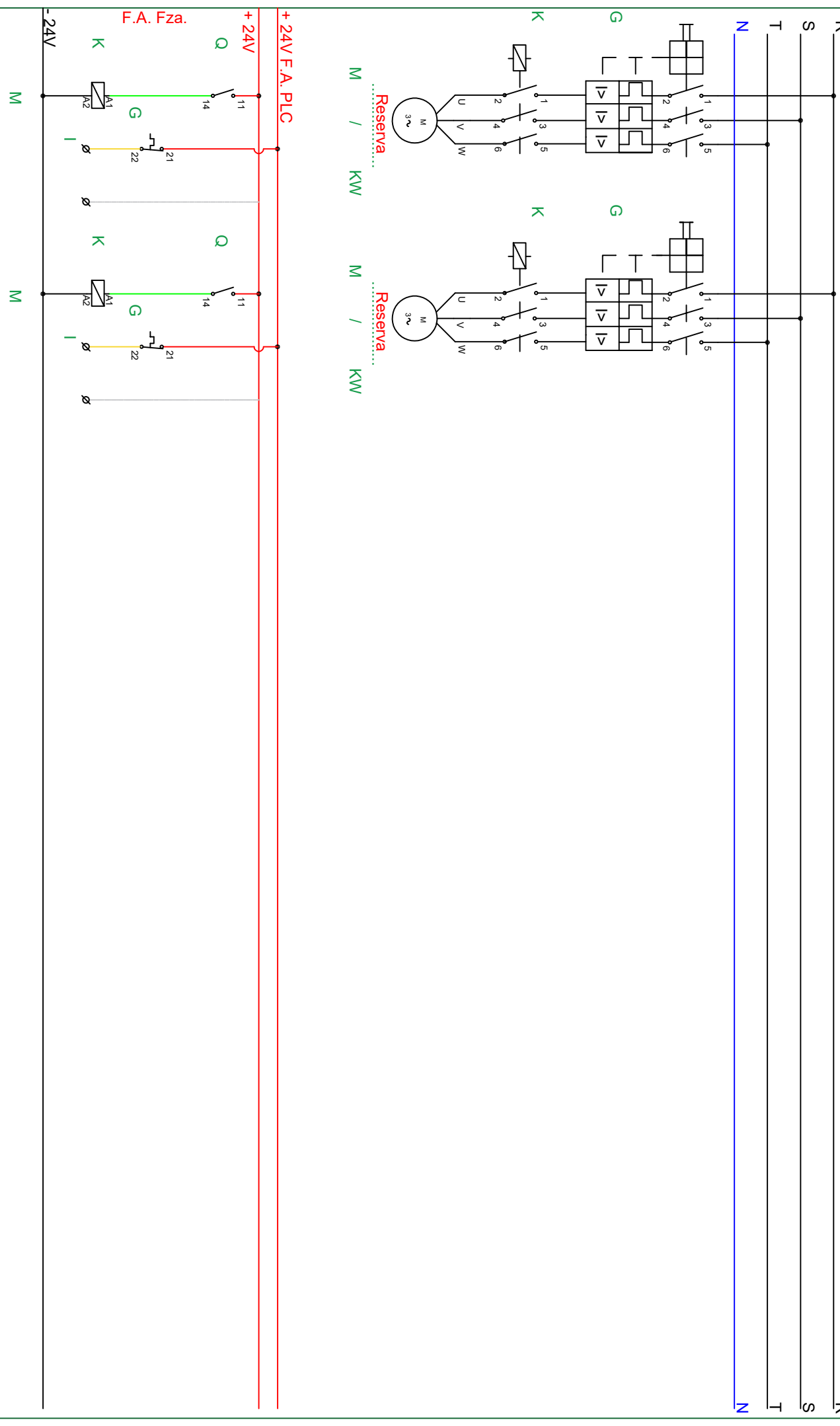
M425

M426

M427

		Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL				PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION		PAGINA: 24	
FECHA	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	V. Tamarit	Fecha	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	V. Tamarit

Sección 500



0 Sección 500

1

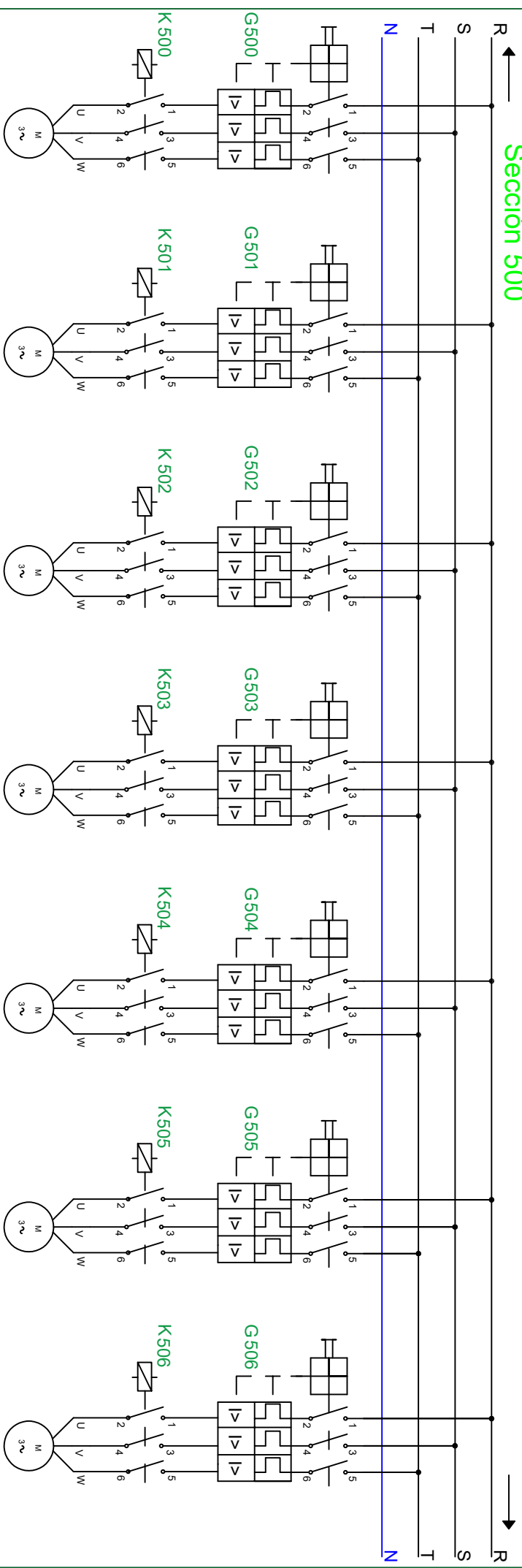
2

3

4

5

6



Salida 2. Calibres  
M500 /0,75 KW

Salida 2. Calibres  
M501 /0,75 KW

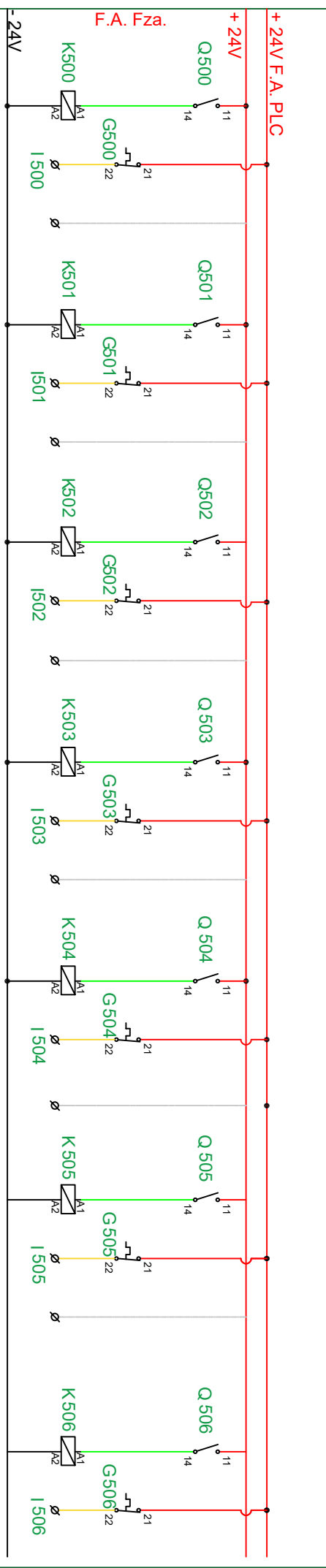
Distribuidor Fruta  
M502 /0,75 KW

Encajado 2. Calibres  
M503 /0,75 KW

Encajado 2. Calibres  
M504 /0,75 KW

Salida Cajas Llenas  
M505 /0,75 KW

Salida Cajas Llenas  
M506 /0,75 KW



M400

M401

MM 502

M503

M504

M505

M506

	FECHA	Proyecto:	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL
	Dibujado	Dpto. Técnico	
Revisado	V. Tamarit		
			
PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION			PAGINA: 26

0

1

2

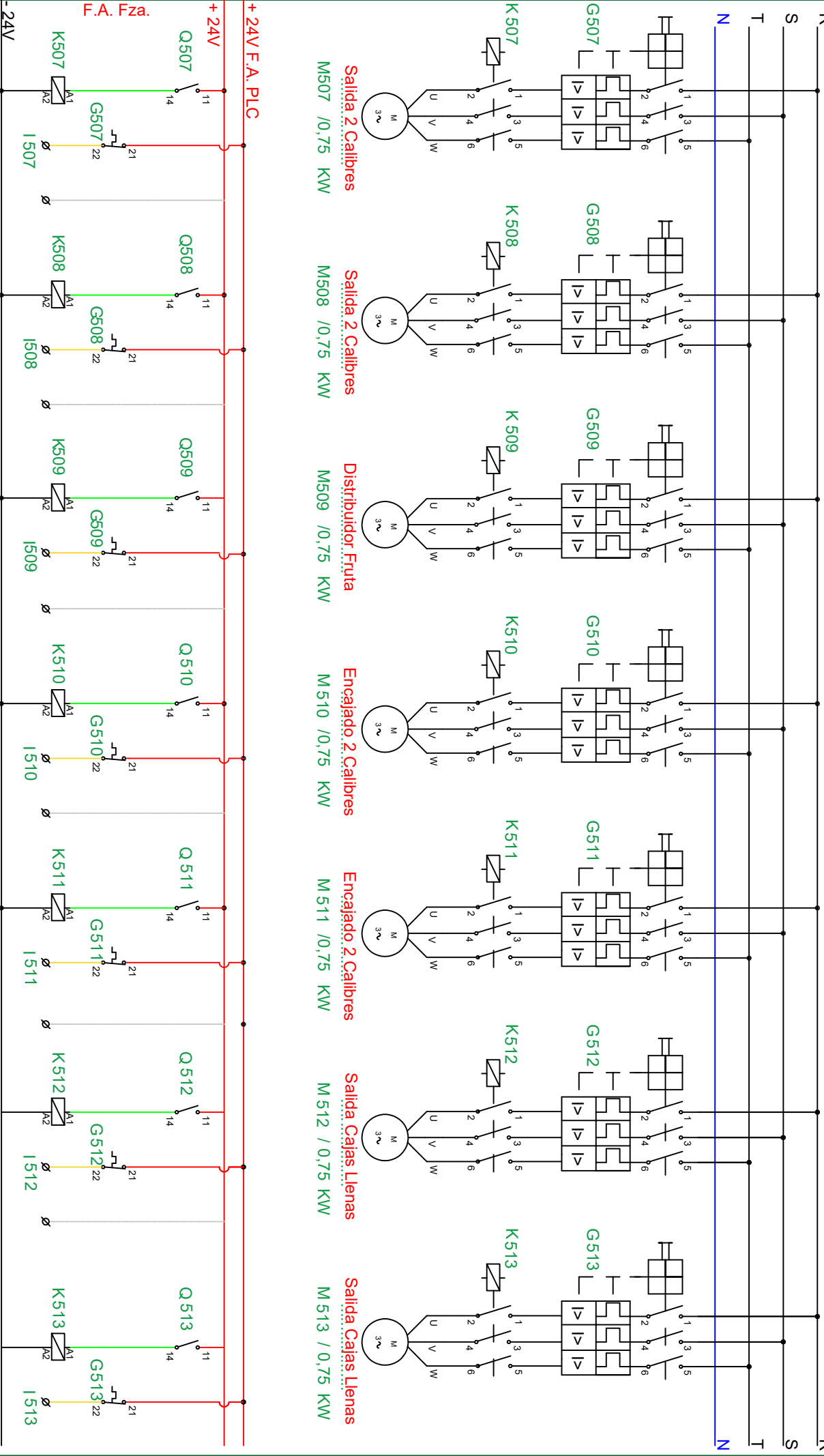
3

4

5

6

Sección 500

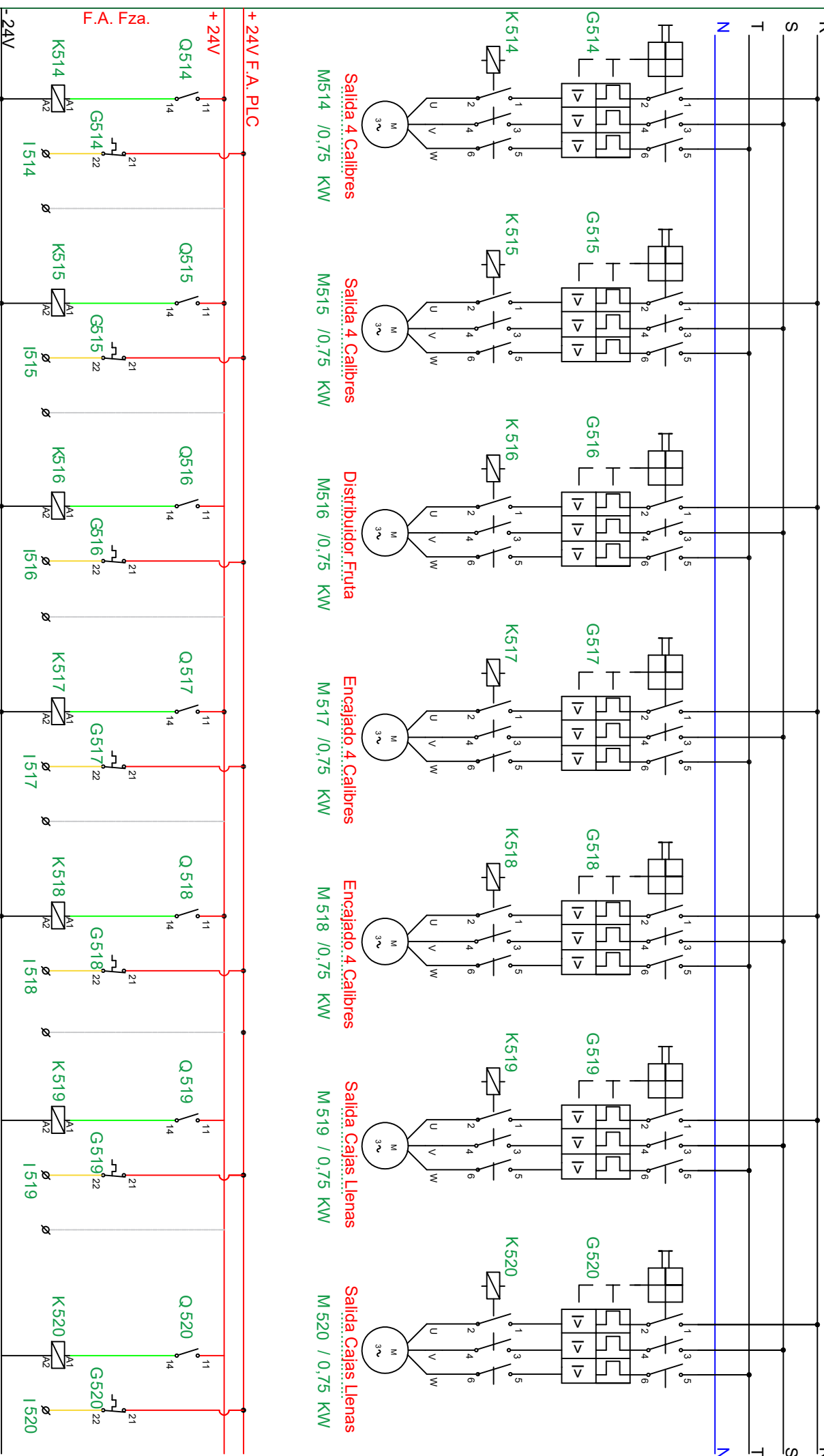


		<b>Proyecto:</b> DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL				<b>PLANO:</b> UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION		<b>PAGINA:</b> 27	
<b>FECHA</b>		<b>Dibujado</b>		<b>Revisado</b>		<b>Dpto. Técnico</b>		<b>Revisado</b>	
V. Tamarit		V. Tamarit		V. Tamarit		V. Tamarit		V. Tamarit	



0      1      2      3      4      5      6

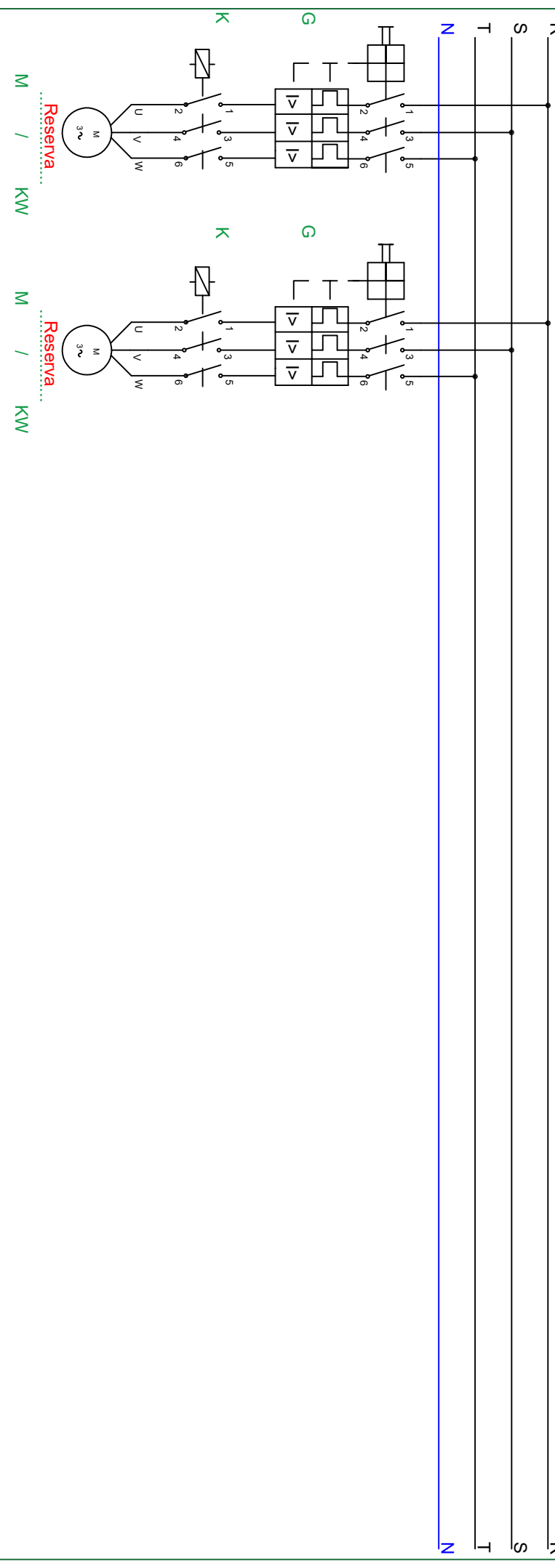
Sección 500



	FECHA Dibujaado Revisado	Dpto. Técnico V. Tamarit	Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION	PAGINA: <span style="font-size: 2em; color: blue;">28</span>
--	--------------------------------	-----------------------------	---	--	--	---

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Sección 500



**FECHA:** \_\_\_\_\_

**Dibujado:** Víctor Tamarit

**Dpto. Técnico:** \_\_\_\_\_

**Proyecto:** DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño**

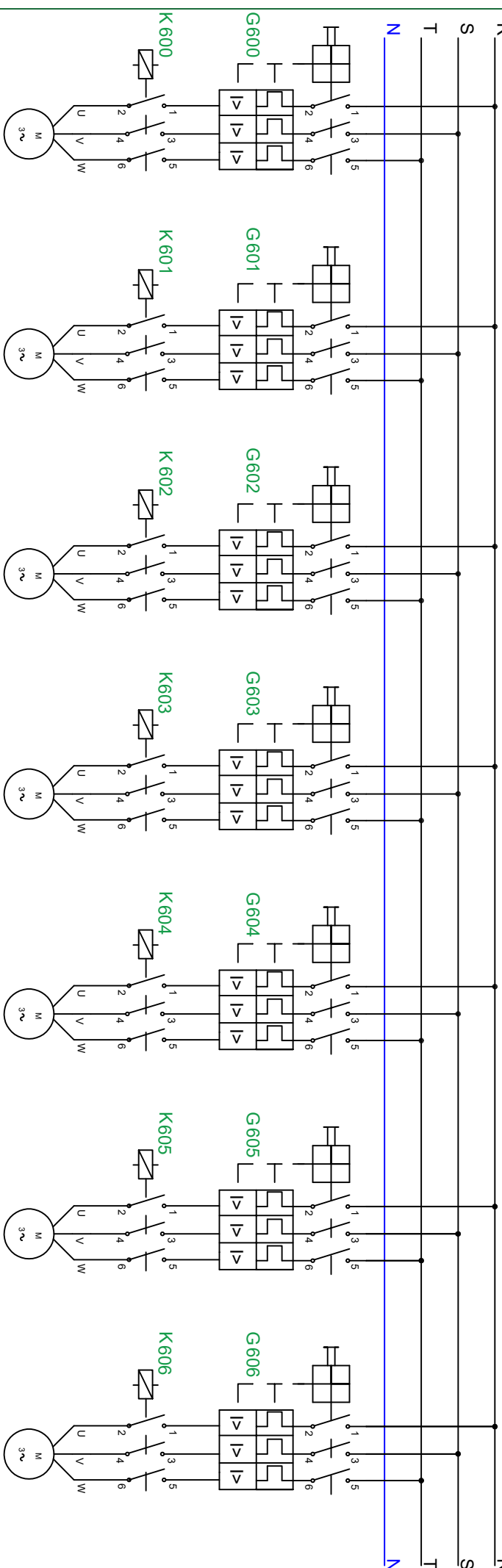
**PLANO:** UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CALIBRADOR Y DISTRIBUCION

**PAGINA:** 30

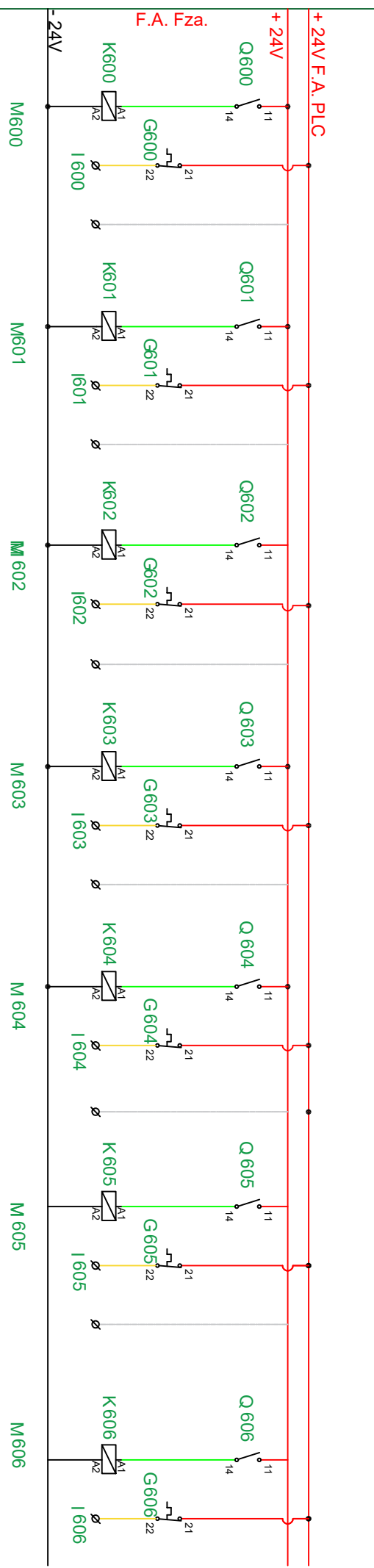


0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Sección 600



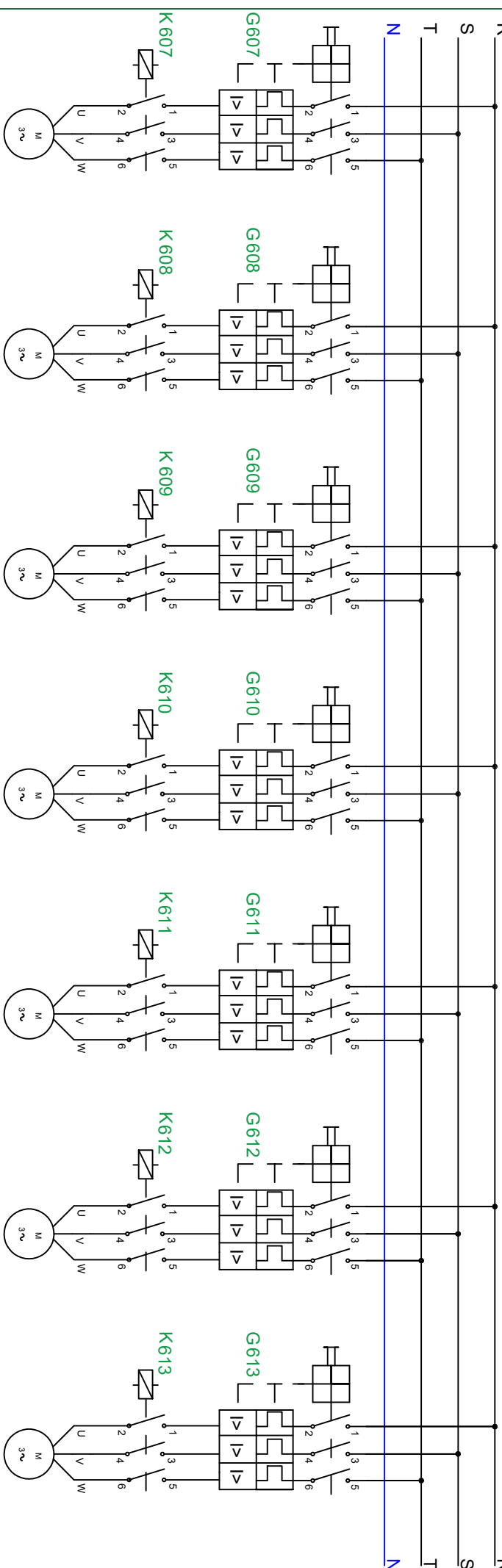
- Elevador Granel M600 /0,75 KW
- Descarte Encaj. Man. 1 M601 /0,37 KW
- Descarte Encaj. Man. 2 M602 /0,37 KW
- Descarte Encaj. Man. 3 M603 /0,37 KW
- Descarte Encaj. Man. 4 M604 /0,37 KW
- Descarte Encaj. Man. 5 M605 /0,37 KW
- Descarte Encaj. Man. 6 M606 /0,37 KW



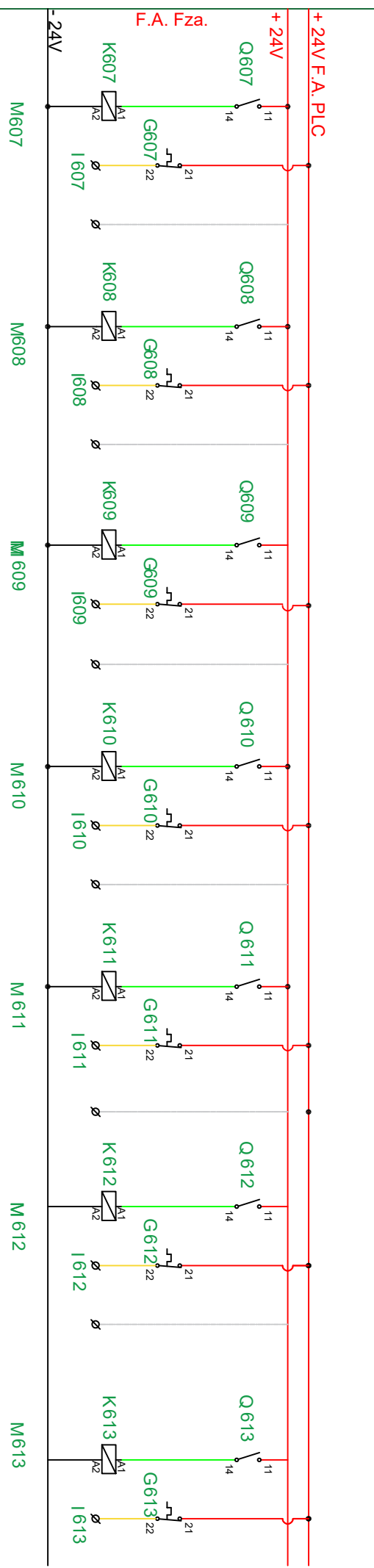
	FECHA	Proyecto:	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES 2ª CALIDAD	PAGINA: <b>31</b>
	Dibujado	Dpto. Técnico				

0      1      2      3      4      5      6

Sección 600



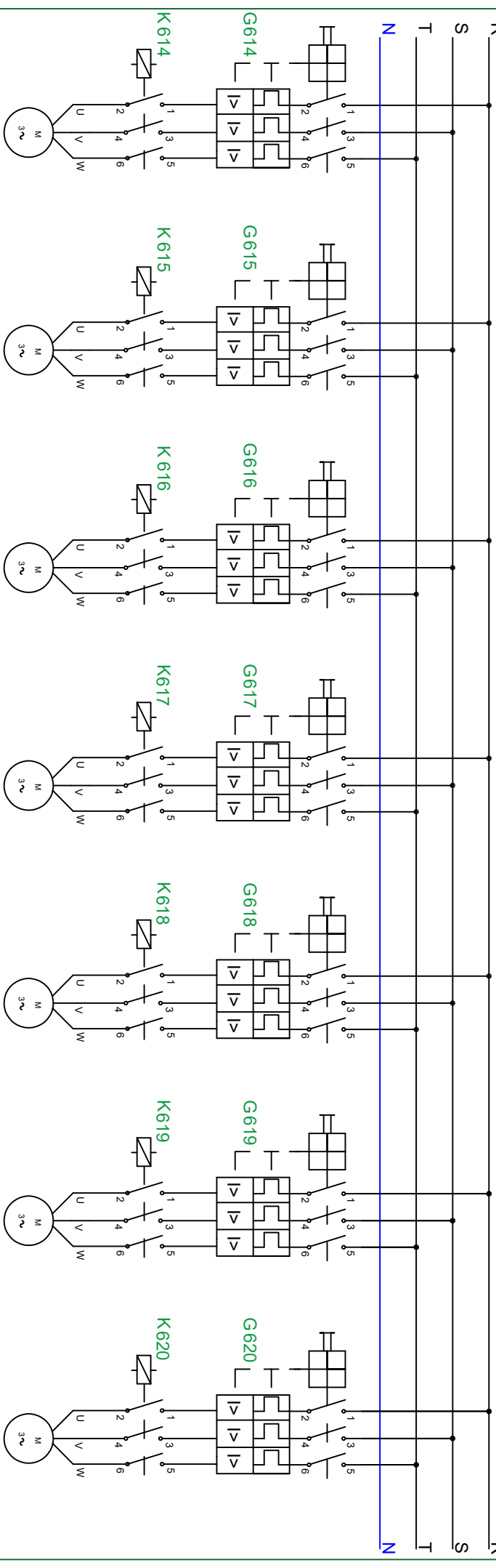
- Descarte Encaj. Man. 7      Descarte Encaj. Man. 8      Descarte Encaj. Man. 9      Descarte Encaj. Man. 10      Descarte Encaj. Man. 11      Descarte Encaj. Man. 12      Descarte Encaj. Man. 13
- M607 /0,37 KW      M608 /0,37 KW      M609 /0,37 KW      M610 /0,37 KW      M611 /0,37 KW      M612 /0,37 KW      M613 /0,37 KW



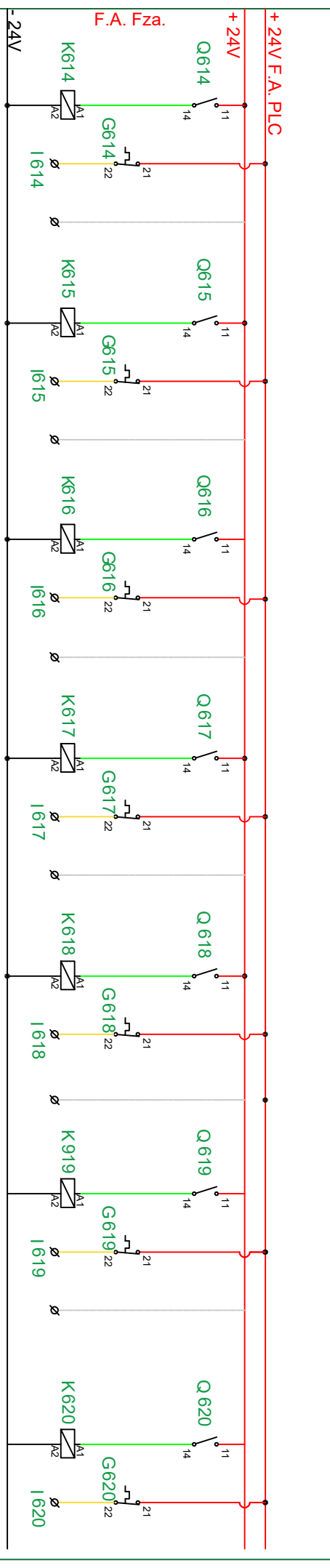
	FECHA Dibujaado Revisado	Dpto. Técnico V. Tamarit	Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES 2ª CALIDAD	PAGINA: <b>32</b>
--	--------------------------------	-----------------------------	---	--	---	----------------------

**0**      **1**      **2**      **3**      **4**      **5**      **6**

Sección 600



- Descarte Encaj. Man. 14**      **Descarte Encaj. Man. 15**      **Descarte Encaj. Man. 16**      **Descartes General 1**      **Descartes General 2**      **2ª Calidad a Repaso**      **Elev. 2ª Calidad a Repaso**
- M614 /0,37 KW      M615 /0,37 KW      M616 /0,37 KW      M617 /1,1 KW      M618 /1,1 KW      M619 /0,37 KW      M620 /0,37 KW



- +24V F.A. PLC
- +24V
- F.A. Fza.
- 24V
- M614
- M615
- M616
- M617
- M618
- M619
- M620

0 Sección 600

1

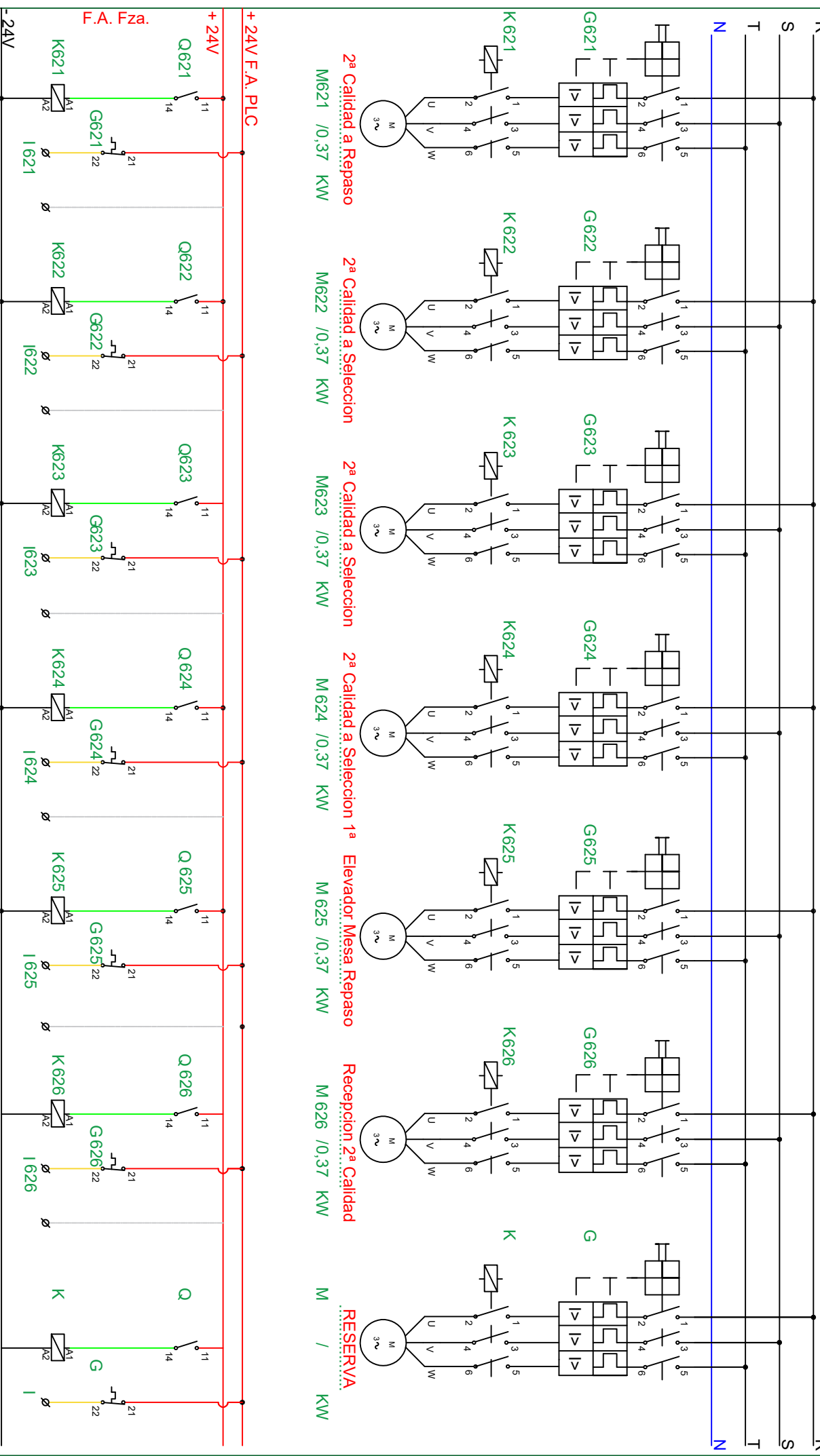
2

3

4

5

6



- 2ª Calidad a Repaso M621 /0,37 KW
- 2ª Calidad a Selección M622 /0,37 KW
- 2ª Calidad a Selección M623 /0,37 KW
- 2ª Calidad a Selección 1ª M624 /0,37 KW
- Elevador Mesa Repaso M625 /0,37 KW
- Recepción 2ª Calidad M626 /0,37 KW
- RESERVA M / KW

										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">FECHA</td> <td style="width: 50%;">Dpto. Técnico</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Dibujado</td> <td style="width: 50%;">V. Tamarit</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">Revisado</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> </table>	FECHA	Dpto. Técnico	Dibujado	V. Tamarit	Revisado		Proyecto: <b>DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO                  CUADROS NAVE INDUSTRIAL</b>		PLANO: <b>UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES                  2ª CALIDAD</b>	PAGINA: <b>34</b>
FECHA	Dpto. Técnico									
Dibujado	V. Tamarit									
Revisado										

0 Sección 900

1

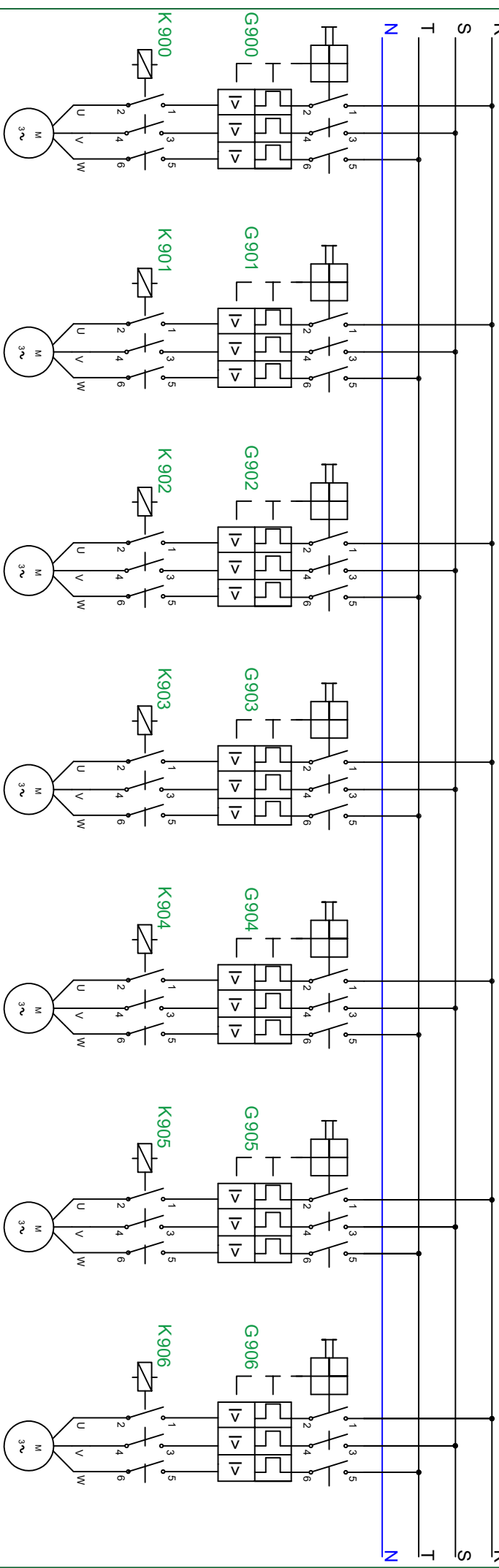
2

3

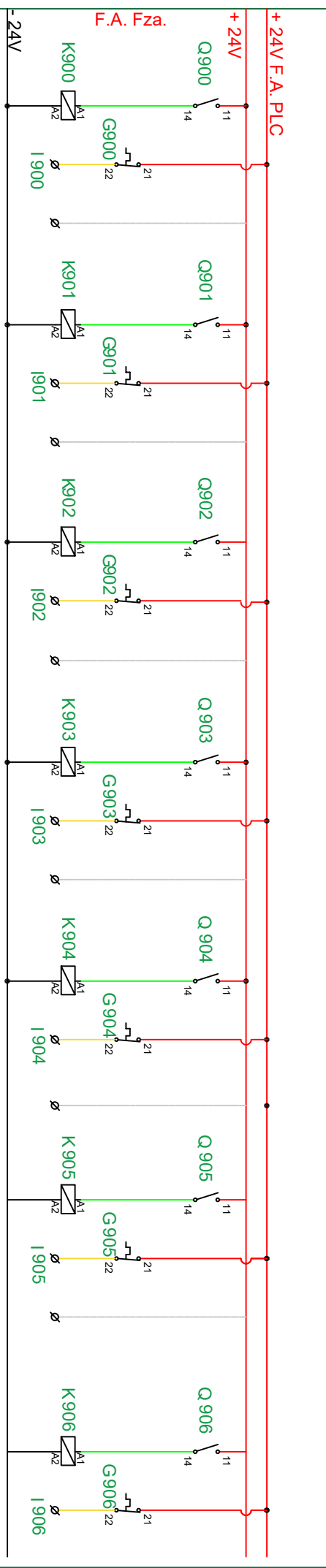
4

5

6



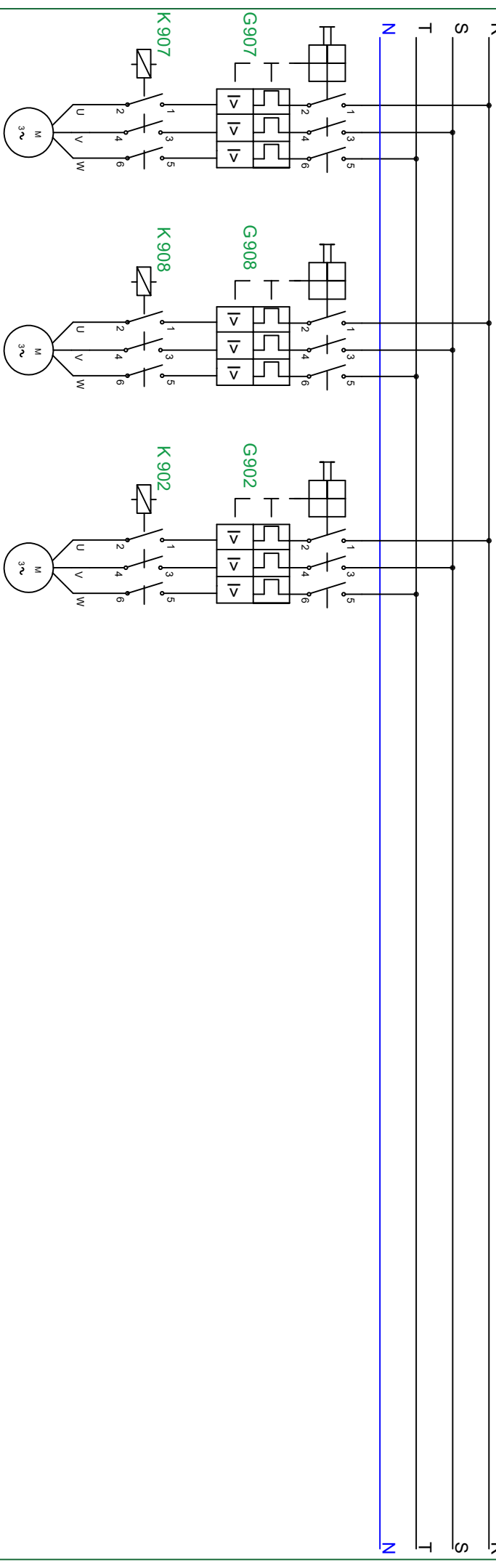
- Elev. Industria 1 M900 /0,37 KW
- Elev. Industria 2 M901 /0,37 KW
- De 2ª Cal a Industria M902 /0,75 KW
- Elev. 2ª Cal a Industria M903 /0,37 KW
- Colector Gen 1ª Industria M904 /0,37 KW
- Colector Gen 2ª Industria M905 /0,37 KW
- Elevador Industria M906 /0,37 KW



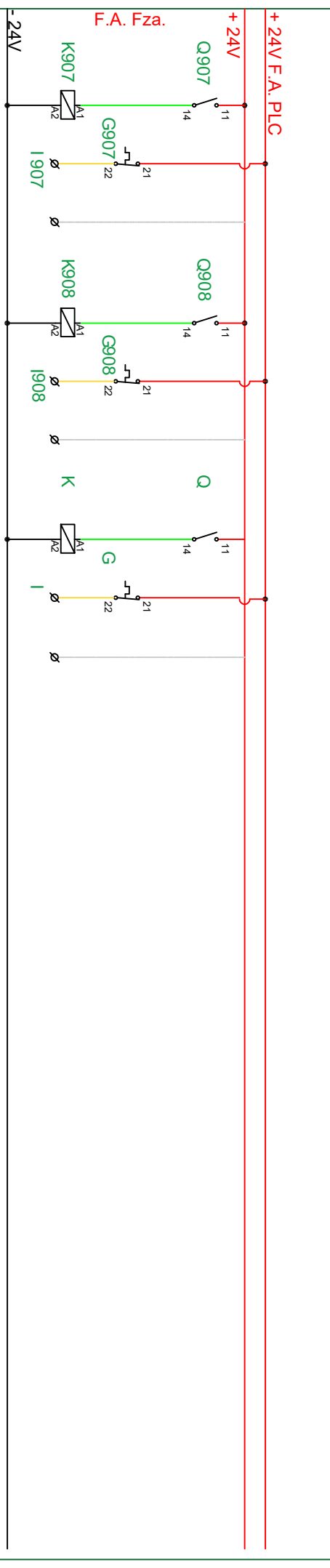
					
FECHA	Dpto. Técnico	Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL			
Dibujado	V. Tamarit				
Revisado					
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES INDUSTRIAL			
					PAGINA: 35

0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Sección 900



Mesa Industria M907 /0,37 KW  
 Llenado Blns M908 /0,37 KW  
 RESERVA M / KW



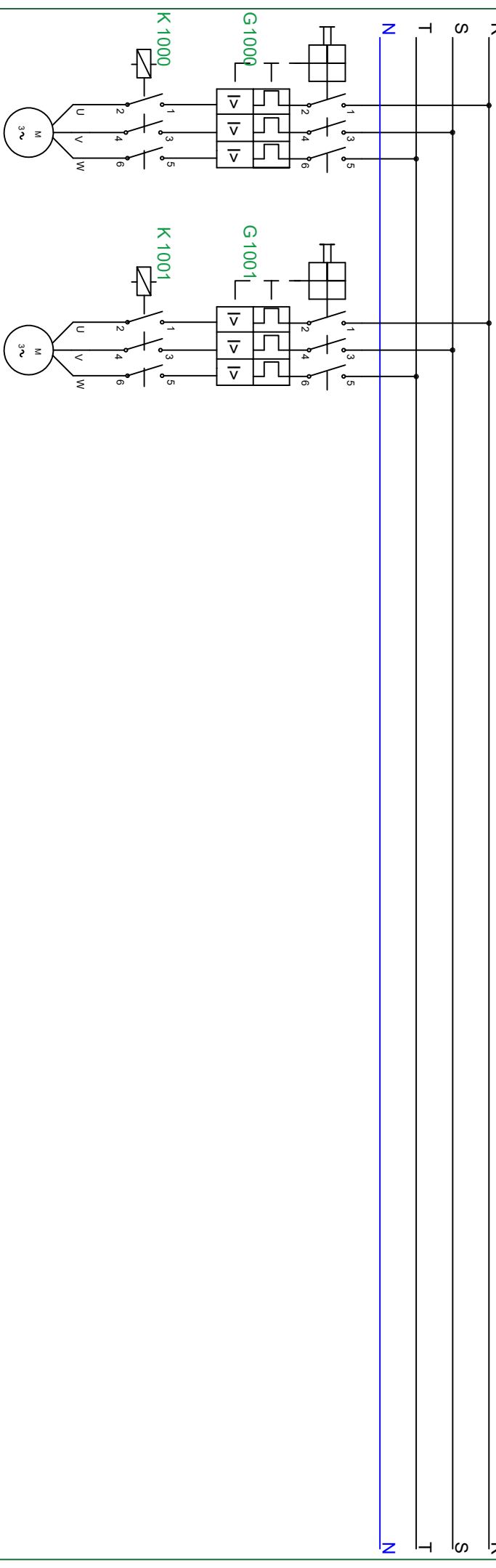
M907 M908 M

	FECHA	Proyecto:	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES INDUSTRIA	PAGINA: 36
	Dibujado	Dpto. Técnico				



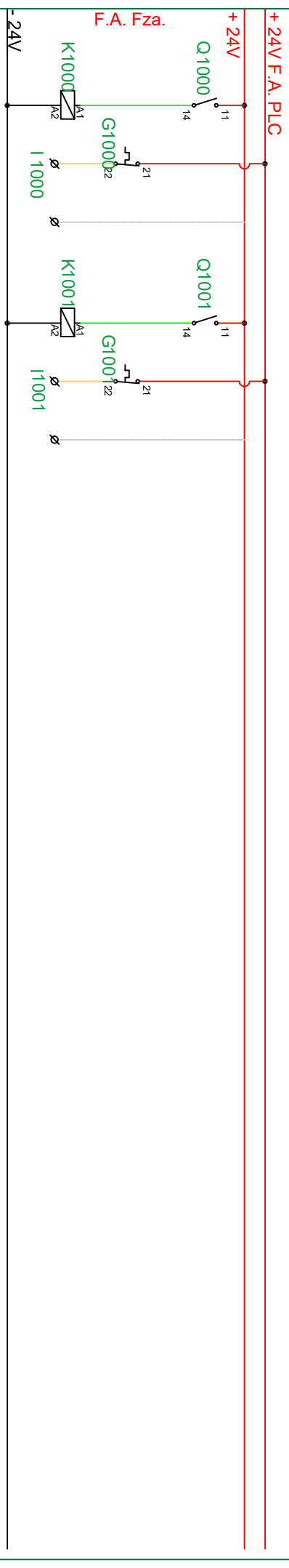
0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Sección 1000



Transportador aereo 1  
M1000 /0,37 KW

Transportador Aereo 2  
M1001 /0,37 KW



M1000

M1001

	FECHA	Projecto:	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL		PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES AEREO CAJAS	PAGINA: <b>37</b>
	Dibujado	Dpto. Técnico				

0

1

2

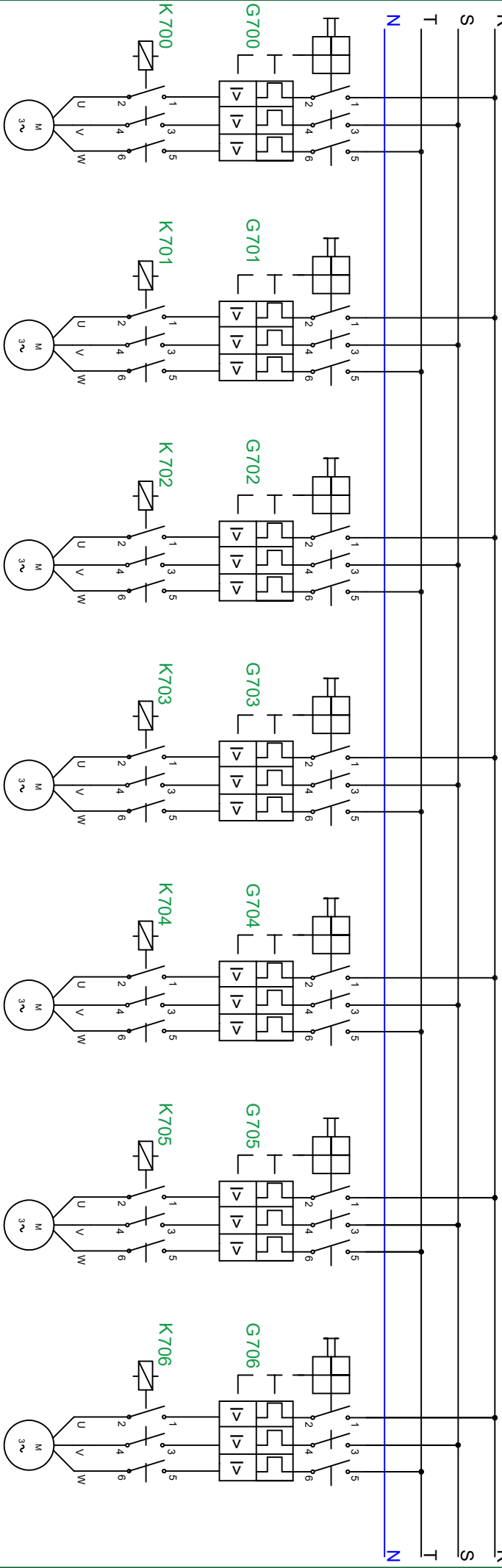
3

4

5

6

Sección 700



Salida Cajas 1

M700 /0,37 KW

Salida Cajas 2

M701 /0,37 KW

Salida Cajas 3

M702 /0,37 KW

Salida Cajas 4

M703 /0,75 KW

Salida Cajas 5

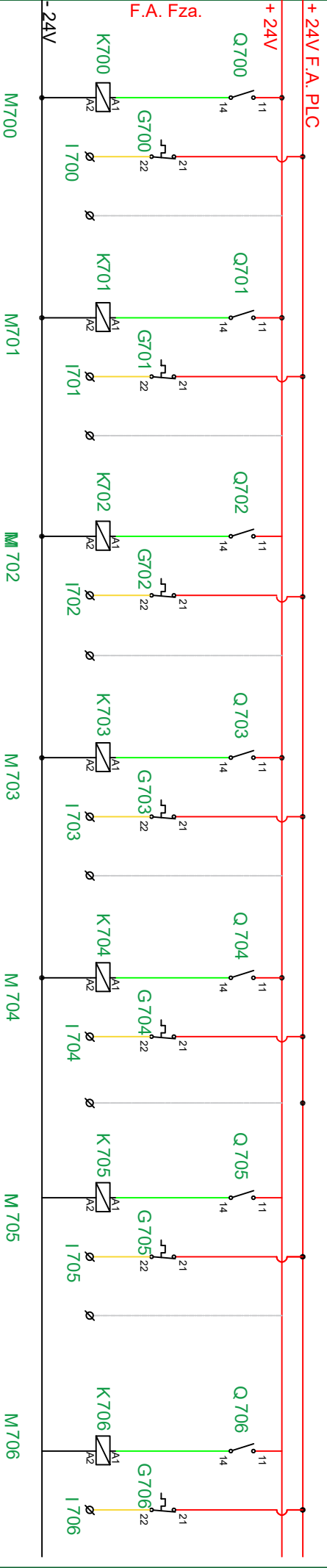
M704 /0,37 KW

Salida Cajas 6

M705 /0,37 KW

Salida Cajas 7

M706 /0,37 KW



F.A. Fza.

+24V F.A. PLC

+24V

M700

M701

M702

M703

M704

M705

M706



FECHA	
Dibujado	Dpto. Técnico
Revisado	V. Tamarit

Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL



PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CAJAS LLENAS

PAGINA: 38

0 Sección 700

1

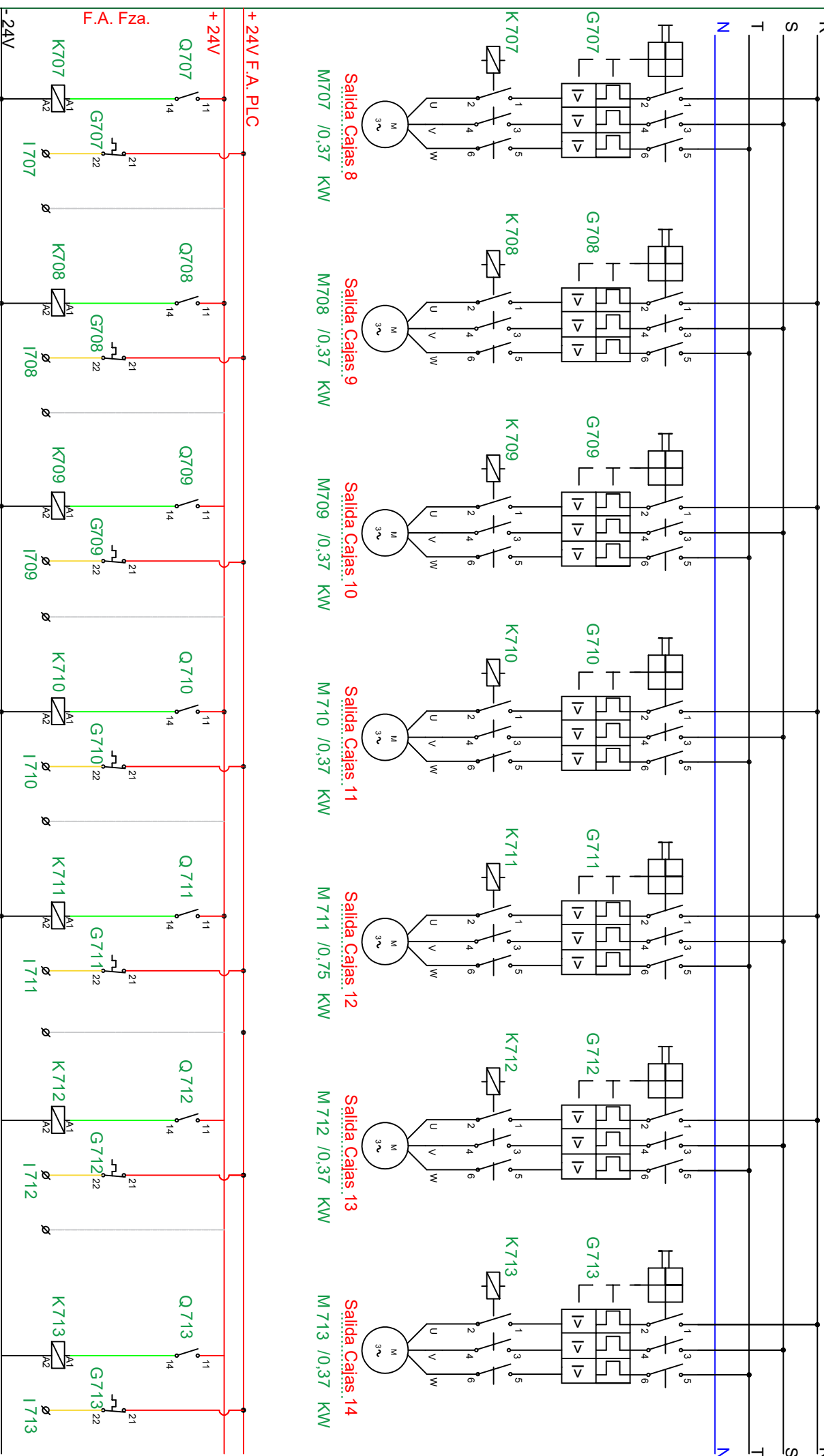
2

3

4

5

6



FECHA	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	Proyecto:
	V. Tamarit			DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL



PLANO:	PAGINA:
UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CAJAS LLENAS	39

0

1

2

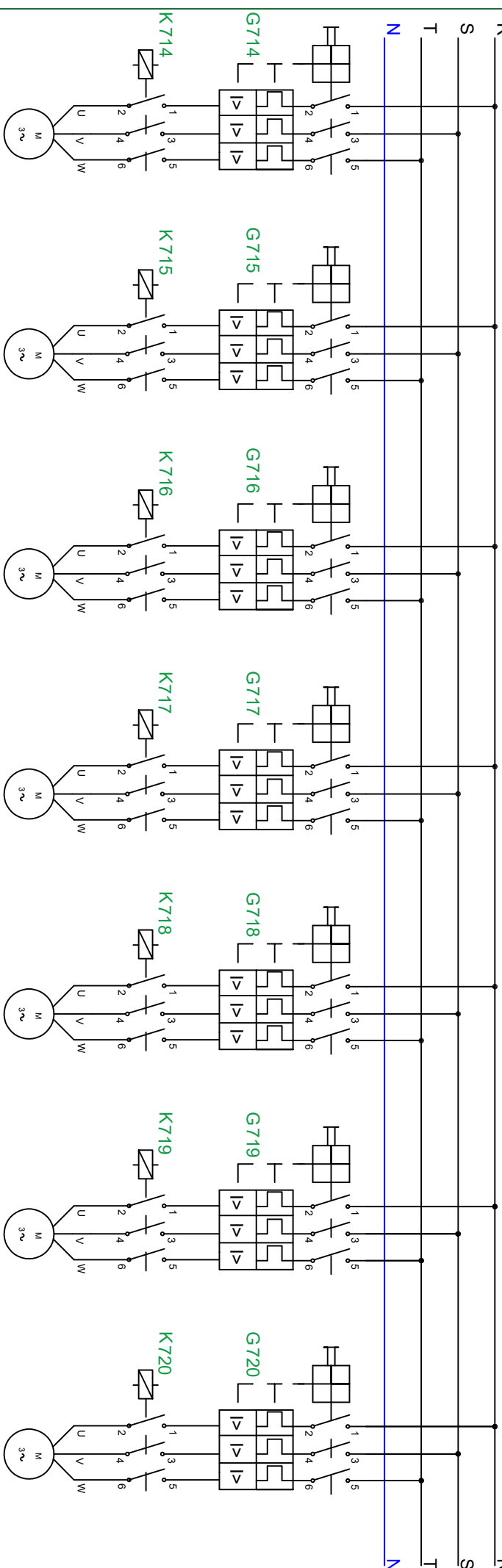
3

4

5

6

Sección 700



Salida Cajas 15

Salida Cajas 16

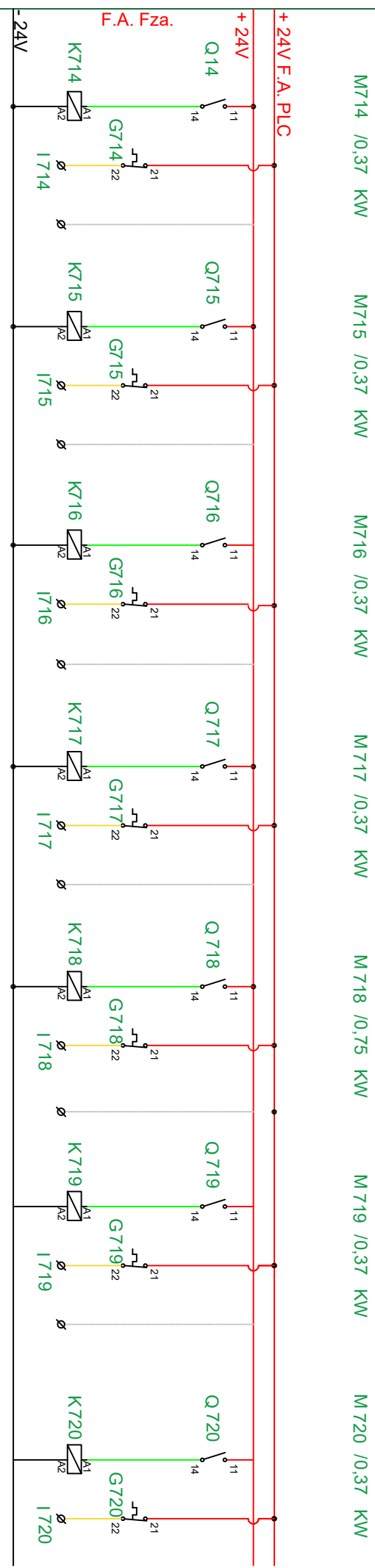
Curva Cajas 1

Curva Cajas 2

Curva Cajas 3

Curva Cajas 4

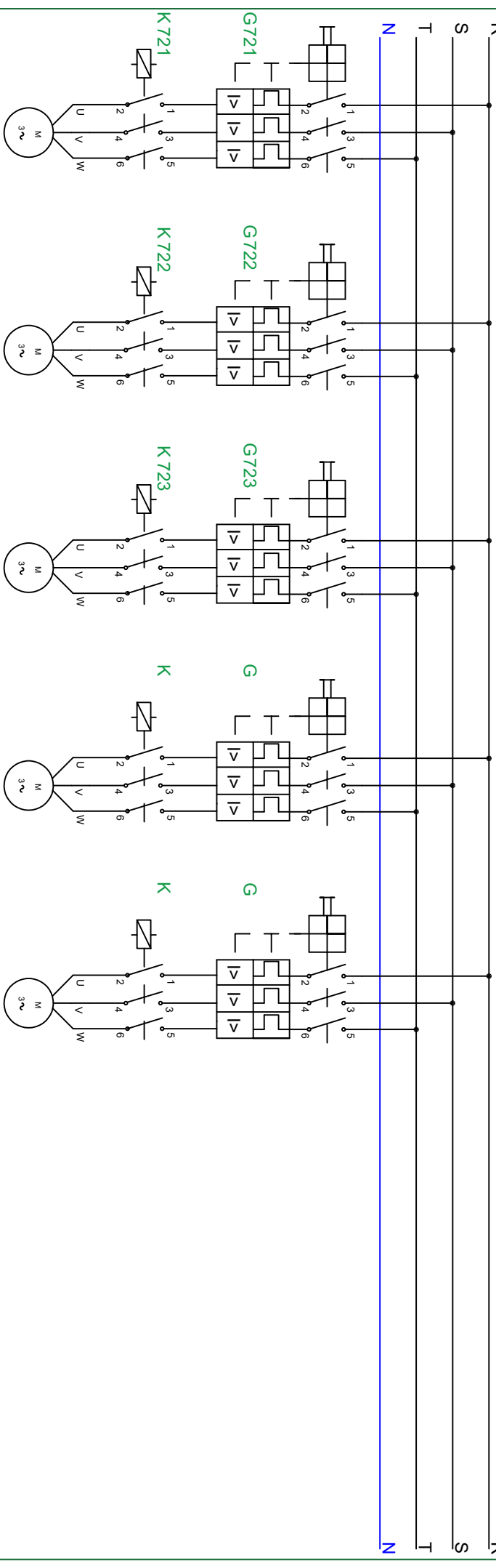
Salida Cajas General 1



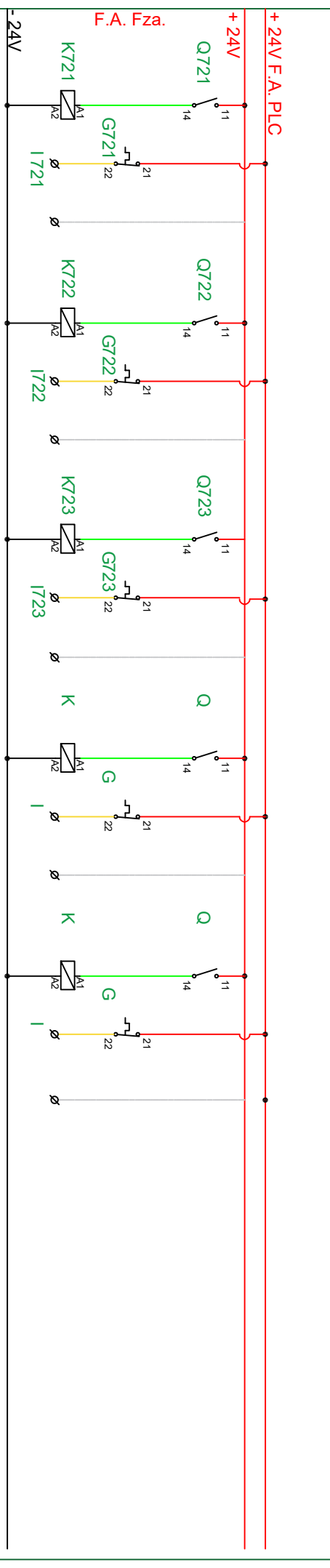
		FECHA		Proyecto:		DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL
		Dibujado	Dpto. Técnico			
Revisado		V. Tamarit				
				PLANO:		UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CAJAS LLENAS
				PAGINA:		
				40		



0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---

Sección 700



- Salida: Cajas General 2      Salida: Cajas General 3      Salida: Cajas General 4
- M721 /0,37 KW      M722 /0,37 KW      M723 /0,37 KW
- RESERVA      RESERVA
- M / KW      M / KW



		Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL				PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES CAJAS LLENAS		PAGINA: 41	
FECHA	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	V. Tamarit	Fecha	Dibujado	Dpto. Técnico	Revisado	V. Tamarit

Sección 800

0

1

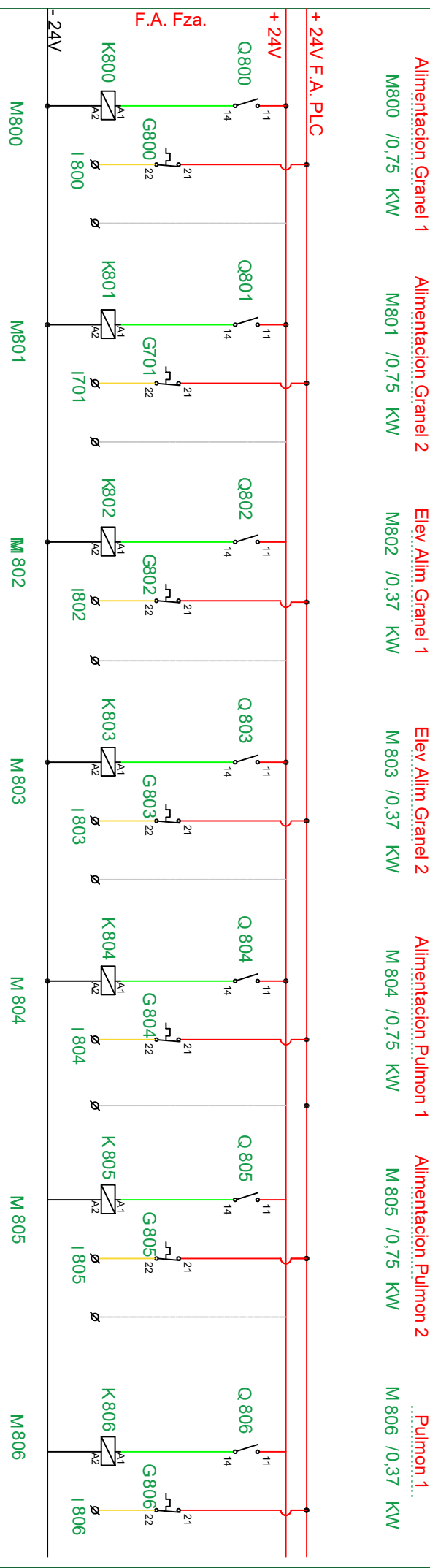
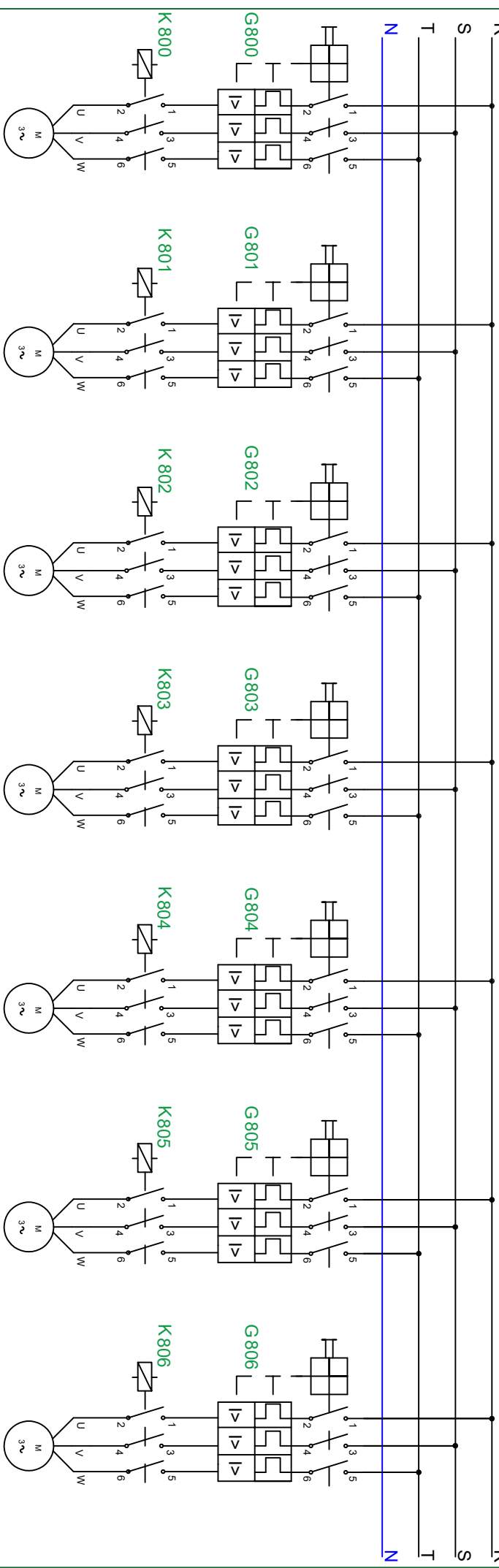
2

3

4

5

6



0

1

2

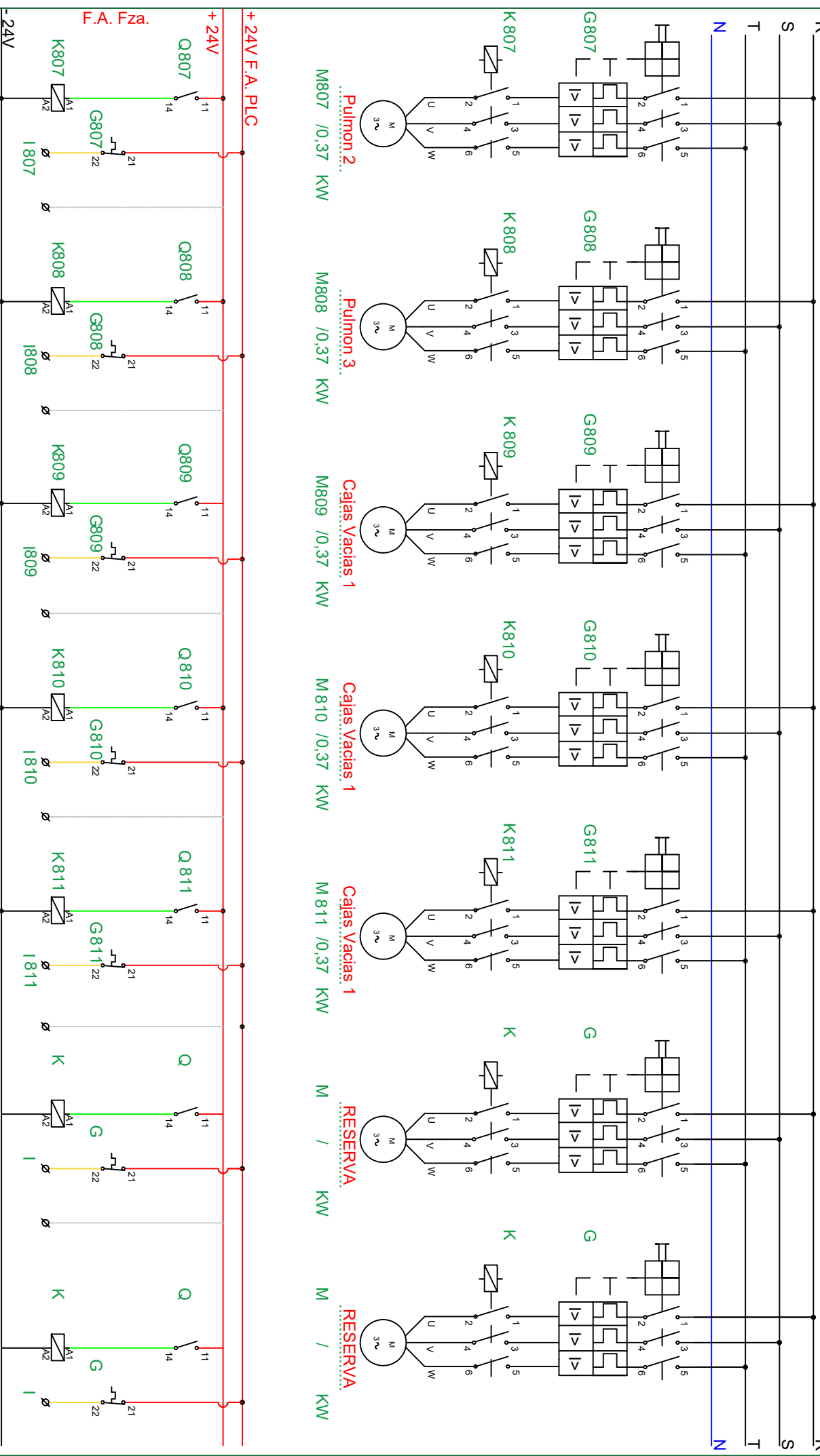
3

4

5

6

Sección 800



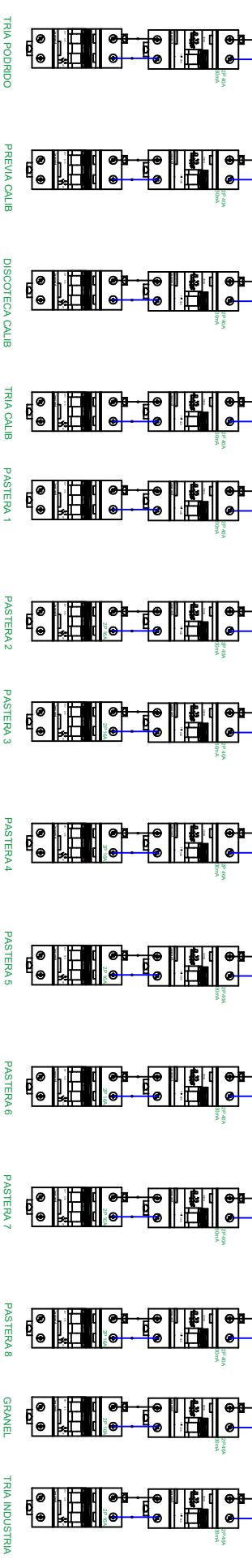
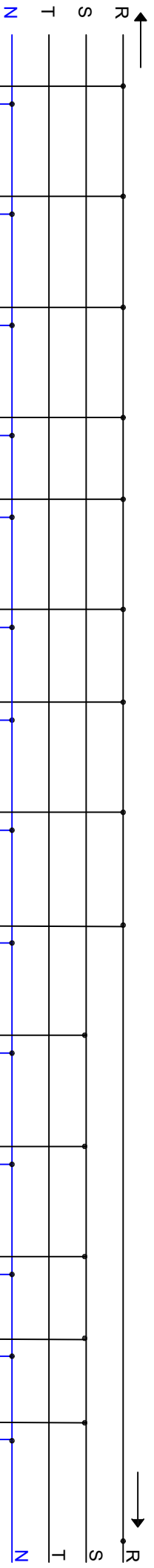
FECHA	Dibujado	Dpto. Técnico
Revisado	V. Tamarit	

Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL



PLANO: UNIFILAR FUERZA Y MANDO MOTORES GRANDEL

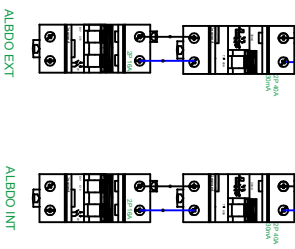
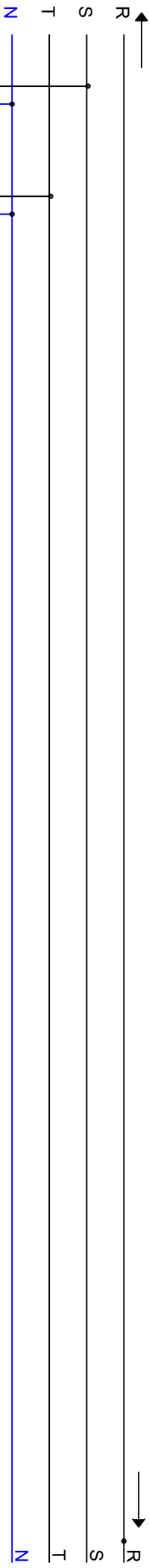
0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---



		FECHA		Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO CUADROS NAVE INDUSTRIAL	
		Dibujado	Dpto. Técnico	Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño	
Victor Tamarit		PLANO:		UNIFILAR PROTECCIONES CUADRO ALUMBRADO	
				42	

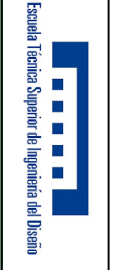


0	1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---	---



FECHA: \_\_\_\_\_  
 Dibujado: Víctor Tamarit  
 Dpto. Técnico

Proyecto: DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO  
 CUADROS NAVE INDUSTRIAL



PLANO:  
**UNIFILAR PROTECCIONES CUADRO ALUMBRADO**