



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA
Organismo Público Descentralizado del Gobierno de Puebla



INGENIERÍA MECATRÓNICA

Trabajo Práctico como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero en Mecatrónica

Armado de tableros de Fuerza y Control y diagramas eléctricos

Presenta:

Alejandro Martínez Méndez

Asesor en la universidad:

Dr. José Pedro Sánchez Santana

Asesor en la empresa:

Oscar Daniel Dávalos Ortiz

Juan C. Bonilla, Puebla a 03 de Noviembre de 2018.

**DIRECCIÓN DEL PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA****ACTA DE EXAMEN**

En el Municipio Juan C. Bonilla, Puebla a 14 de Diciembre del año 2018 siendo las 9:51 horas, se reunieron en el aula ID3 206 de esta Universidad, los integrantes del jurado:

Presidente: MGIT Grisael Texqui Huital
Secretario: M. C. Nora Elena Martínez Romero
Vocal: Dr. José Pedro Sánchez Santana

Y de acuerdo a las disposiciones reglamentarias en vigor se procedió a efectuar el examen que para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) presenta el/la C. Alejandro Martínez Méndez con matrícula número 131490255.

Tomando en cuenta el contenido del trabajo cuyo título es: Automatización del proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas que fue dirigido por Dr. Pedro Sánchez Santana y codirigido por _____, una vez concluida la presentación oral se decidió que fuera: Aprobado.

El/La presidente del jurado hizo saber al sustentante el resultado obtenido, el código de ética y le tomó la protesta de ley, dándose por terminado el acto a las 10:52 horas y una vez leída y aprobada la presente fue firmada por las personas que en el acto intervinieron.





EDUCACIÓN PUEBLA



Carta de Presentación/Aceptación para Realizar Estancia/Estadía

Juan C. Bonilla, Puebla a 21 de Septiembre de 2018

Ignacio Ramírez Jiménez
Encargado del taller Eléctrico
IT Automatización RH S.A de C.V
Presente:

Los estudiantes de la Universidad Politécnica de Puebla, como parte de su formación académica y profesional, deben realizar de manera obligatoria su Estadía dentro de una empresa o institución relacionada con algún área de especialización de sus estudios respectivos, con la intención de adquirir pertinencia y experiencia laboral en cada ciclo formativo.

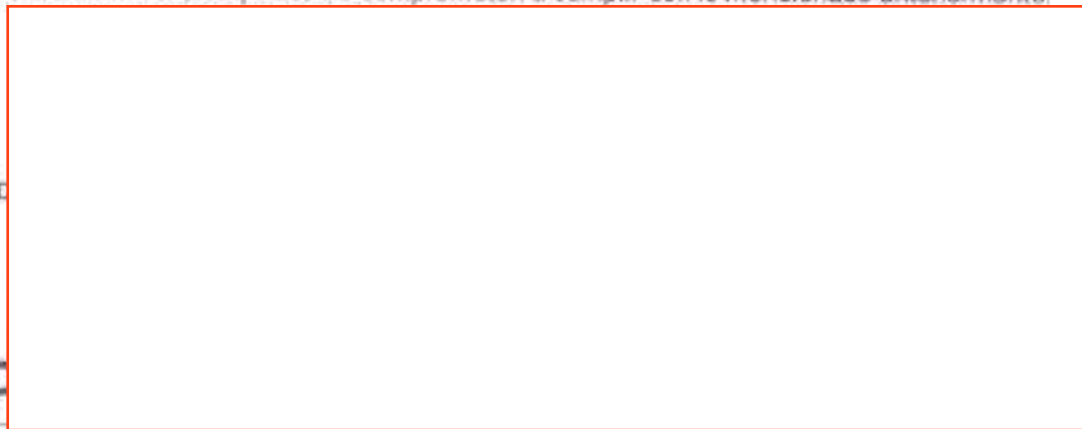
Estas actividades se desarrollarán durante un cuatrimestre, que comprende **600 horas** de trabajo, distribuidas de acuerdo al convenio al que se llegue con la empresa.

Es importante destacar que los estudiantes tienen la obligación de mantener la confidencialidad de la información derivada de la Estadía, y además, durante el desarrollo de ésta, no generarán relación laboral alguna con la Unidad Productiva o Social, ya que ellos cuentan con seguro social facultativo que les cubre la atención médica.

Agradecemos las facilidades brindadas al estudiante:

Nombre: **Alejandro Martínez Méndez**
Número de matrícula: **131400255**
Programa académico: **Ingeniería en Mecatrónica**
Actividades a desarrollar: **Estadía en Mecatrónica**
Duración: **600 Hrs.**
Fecha de inicio: 20 de Septiembre de 2018 Fecha de término: 17 de Diciembre de 2018
Asesor por parte de la Unidad Productiva o Social: Ignacio Ramírez Jiménez
Asesor por parte de la Universidad: José Pedro Sánchez Santana

De conformidad, las partes se comprometen a cumplir con lo mencionado anteriormente.



Certificado en ISO 9001:2015 Emitido en el Nivel 1 por C-IEE. Certificado en API-1-0-20-S-C-2015 en Gestión Laboral y no Discriminación

UPP

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
TECNOLÓGICAS Y POLITÉCNICAS

IP

PUEBLA, PUE; A 20 DE SEPTIEMBRE DE 2018.
ASUNTO: CARTA ACEPTACIÓN

DRA. RITA MARINA ACEVES PÉREZ
DIRECTORA DEL PROGRAMA ACADÉMICO
INGENIERÍA MECATRÓNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA PUEBLA

PRESENTE

Por medio de la presente me dirijo a usted para informarle que el(a) alumno(a) Alejandro Martínez Méndez con número de matrícula 131400255 de la carrera Ingeniería en Mecatrónica, ha sido:

ACEPTADO(A)

Para realizar sus prácticas profesionales en la empresa IT Automatización R.H. S.A. DE C.V. asignado al área de armado de tableros con un horario de 9:00 a 18:30 hrs. durante el periodo comprendido del 20 de septiembre al 17 de diciembre de 2018, cubriendo un total de 600 horas.

Actividades a desarrollar durante el proyecto Fabricación Tablero Boxcar y Multimax, Cd Sahagún: Armado de tableros de fuerza y control, así como apoyo eventual en el área de ingeniería en la elaboración de diagramas eléctricos.

Se hace de su conocimiento que la evaluación del alumno será de manera continua y con ello se extiende la presente constancia para los fines que al interesado convengan.



Nombre de la Empresa:	IT Automatización SA de CV			Fecha:	24/10/18	
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)			
	Mediana (51-250)	X	Grande (Más de 251)			
Sector de la Empresa:	Público		Privado	X		
Nombre del Evaluador:	Oscar Daniel Domínguez					
Teléfono del Evaluador:	22-23-29-28-91		E-mail:	domingus@itacsa.com.mx		
Nombre del Estudiante:	Alejandro Martínez Méndez					
Programa Académico:	Ing. Mecatrónica			Área asignada:		Ing. de Proyectos
	Estancia 1		Estancia 2		Estadía	X
	Seguimiento	X	Evaluación			

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%, 2 Poco satisfecho 25%, 3 Regular satisfacción 50%,
4 Buena satisfacción 75%, 5 Muy satisfecho 100%

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	5
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	5
4	¿Domina alguna lengua extranjera?	4
5	¿Es hábil para relacionarse?	5
6	¿Su presentación personal es adecuada?	5
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	4
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	5
Total:		53

¿Considera liberada la estancia/estadía del estudiante por su desempeño? Si ___ No ___

¿Qué aspectos sugiere usted, para lograr una adecuada pertinencia con su empresa?

Evaluador:

Firma del asesor de empresa

Realizó la Estancia/Estadía:

Firma del estudiante

Nombre de la Empresa:	IT Automatización RH S.A. de C.V.			Fecha:	03/11/18	
Tamaño de la Empresa:	Micro(1-10)		Pequeña(11-50)			
	Mediana (51-250)	X	Grande (Más de 251)			
Sector de la Empresa:	Público		Privado	X		
Nombre del Evaluador:	Oscar Daniel Davalos Ortiz					
Teléfono del Evaluador:	22-23-08-26-91		Email:	davalos@ita.com.mx		
Nombre del Estudiante:	Alejandro Martinez Mendez					
Programa Académico:	Ing. Mechatronica		Area asignada:	Ing. de Proyecto:		
	Estancia 1		Estancia 2		Estadía	X
	Seguimiento		Evaluación	X		

Favor de evaluar el nivel de satisfacción de 1 a 5, de acuerdo al desempeño del estudiante, con base en la siguiente escala de valores:

1 Insatisfecho = 0%, 2 Poco satisfecho 25%, 3 Regular satisfacción 50%,
4 Buena satisfacción 75%, 5 Muy satisfecho 100%

1	¿Aplica razonamiento lógico y analítico?	5
2	¿Es puntual y asiste?	5
3	¿Asume responsabilidades?	5
4	Domina alguna lengua extranjera?	4
5	¿Es hábil para relacionarse?	5
6	¿Su presentación personal es adecuada?	5
7	¿Desarrolla habilidad para trabajar en equipo?	5
8	¿Muestra habilidad de dirección y liderazgo?	5
9	¿Se interesa por la búsqueda de información pertinente y actualizada?	5
10	¿Manifiesta disposición para aprender constantemente?	5
11	¿Adquirió competencias durante el proyecto asignado?	4
	Total	53

¿Considera que el estudiante cumple con su desempeño? Si X No

¿Qué opinas sobre la pertinencia con su empresa?

Realizó la Estancia/Estadía:

Firma del estudiante

Puebla, Pue; a 17 de diciembre de 2018.
ASUNTO: CARTA TERMINACIÓN

DRA. RITA MARINA ACEVES PÉREZ
DIRECTORA DEL PROGRAMA ACADÉMICO
INGENIERÍA MECATRÓNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA PUEBLA

PRESENTE

Por medio de la presente me dirijo a usted para informarle que el(a) alumno(a) Alejandro Martínez Méndez con número de matrícula 131400255 de la carrera Ingeniería en Mecatrónica, ha concluido satisfactoriamente con la realización de la práctica profesional de Armado de Tableros de Fuerza y Control, así como apoyo eventual en el área de ingeniería en la Elaboración de Diagramas Eléctricos, en el área de armado de tableros cumpliendo con las 600 horas establecidas por la Universidad Politécnica Puebla, durante el periodo del 20 de septiembre al 17 de diciembre de 2018

Sin otro particular, reciba un cordial saludo,

ATENTAMENTE

C.C.P. Martínez Méndez Alejandro



INICIATIVA PÚBLICA



SEP
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



ACTA DE REVISIÓN DE DOCUMENTO DE ESTADÍA

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla; a 3 de diciembre de 2018, se designó a los miembros de la Comisión Revisora de la Estadía por parte de la Academia de Profesores de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Puebla para examinar el documento del proyecto de Estadía intitulado:

Automatización del proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas

Presentado por el alumno:

Alejandro Martínez Méndez

con número de matrícula 131400255, aspirante al grado de

Licenciado en Ingeniería en Mecatrónica

Después de satisfacer los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** el documento del proyecto de Estadía.

LA COMISIÓN REVISORA

	
Dr. José Pedro Sánchez Santana Asesor de Estadía	Dr. Salvador Díaz Presidente
	
M.C. Nora Elena Martínez Romer Secretario	Pedro Sánchez Santana Vocal
	
Dra. Directora	

UPPue
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA
"Generamos Ciencia y Tecnología"
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N. San Mateo Guanalá,
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México -
C.P. 72640 Tels: (222) 774 66 40 al 46

UTP
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA Y POLITÉCNICA



GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA



CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En el Mpio. de Juan C. Bonilla, Puebla, el día 12 de diciembre del 2018, el que suscribe Alejandro Martínez Méndez alumno del Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica con número de matrícula 131400255, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo documental de Estadía bajo la dirección del Dr. José Pedro Sánchez Santana y cede los derechos del trabajo intitulado "Automatización del proceso para el tratamiento de aguas residuales", a la Universidad Politécnica de Puebla para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección jose.sanchez@uppuebla.edu.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

[Redacted Signature]

Alejandro Martínez Méndez



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE PUEBLA
"Generamos Ciencia y Tecnología"
Tercer Carril del Ejido Serrano S/N, San Mateo Cuanalá,
Mpio. Juan C. Bonilla, Puebla, México
C.P. 72640 Tels: (222) 774 86 40 al 46



CompuLab en / ISO 9001:2015 - E-Valuada en el Nivel 7 por CITEO - CompuLab en / ISO 9001:2015 en / Guadalupe Lugo y / In / Documentación

DEDICATORIA

Agradezco todo el apoyo brindado por mis padres, hermanos y profesores, los cuales ayudaron en mi formación académica y personal, haciendo de mí un hombre de grandes sueños, objetivos sólidos e ideas únicas. En especial a mi madre que me enseñó que los sueños se pueden cumplir.

En la vida sea cual sea tu camino tomaras demasiadas decisiones, caminaras en diferentes senderos y conocerás a bastantes personas, pero en todas y en cada una de ellas te quedas con una sola decisión, un solo camino y una sola persona, tu que llegaste y lo hiciste para quedarte, de ella estoy agradecido por darme todo su apoyo, atención y comprensión para seguir adelante en mi formación de ingeniería en mecatrónica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por ponerme donde estoy, de tal manera que si no hubiese sido de esta forma no tendría la dicha de haber conocido a todas y cada una de las personas que tube oportunidad de estrechar la mano, la oportunidad de aprender de ellos, de comprender que todo en la vida cuesta y que si no fuera por ello no tendría la noción de lo que me espera en la vida profesional, la dicha de aprender de personas que día a día terminan con la satisfacción de saber que hacen de este nuestro país un mejor lugar. Siempre valorare el esfuerzo que cada uno de mis maestros pusieron por lograr que el interés de seguir aprendiendo nunca desapareciera.

RESUMEN

El manejo de los elementos dentro de un proceso como es el de las plantas tratadoras de aguas residuales, suele ser un poco laborioso por el manejo de sustancias, y desechos tanto orgánicos como químicos, contenidos en el agua residual. La utilización de maquinaria especial suele ser catalogada y separada en diferentes puntos, es por ello que se recorren grandes distancias de una estación a otra, estas distancias son necesarias por los grandes contenedores de aguas residuales, las grandes estructuras hacen que estas plantas tratadoras de agua tengan áreas especiales y en cada una de ellas se realice tareas diferentes. Es por ello que la colocación de un tablero de control es indispensable para facilitar el manejo de todas y cada una de estas áreas, haciendo más fácil el control de cada punto en la planta ahorrando tiempo y obteniendo beneficios, tanto en la vida útil de cada elemento como en la prevención de accidentes.

Pero todo proyecto conlleva la realización de diferentes etapas las cuales abarcan las necesidades a implementar, la ingeniería que está detrás de todo proyecto debe ser precisa y con base a diferentes estudios realizados para garantizar su funcionamiento, todo proyecto tiene que tener un rumbo un objetivo, tener en cuenta los materiales e insumos a implementar, se debe razonar también los factores ambientales ya que estos factores propician en gran parte al buen funcionamiento de todo proyecto.

Conocer a fondo los diferentes sistemas que involucran el desarrollo es fundamental para lograr un objetivo conciso, el desarrollo de la automatización de algún proceso conlleva conocer a fondo el proceso, e integrar adecuadamente la ingeniería en todos sus aspectos.

También tendremos en cuenta que el desarrollo de planos esquemáticos, modelos matemáticos modelos estadísticos toman una gran fuerza en toda planificación, siendo estos la base de todo gran proyecto. El sustento de la información y de los datos recopilados debe estar basado en documentos de referencia, de este modo el realizar un proyecto será más fácil y seguro, las pruebas piloto forman parte de estudios preliminares dando rigidez y seguridad.

El diseño es otro punto muy importante en la ingeniería, normalmente usado para tener una noción gráfica y visual del punto final a conseguir, con esto podemos realizar simulaciones, planos estratégicos tanto en modelos 2D y modelos 3D. Análisis de fuerzas, análisis de movimiento, resistencia de materiales e implementación de mapas esquemáticos, etc. Todo esto en diferentes áreas del diseño y sin la necesidad de construir algo físicamente. Saber cómo funciona cada elemento a utilizar es indispensable, teniendo en cuenta los estudios realizados y los análisis del proyecto realizado, ya que conocer el material con el que trabajas nos lleva a realizar un mejor trabajo y lograr un mejor objetivo, de esta manera podremos saber la calidad y durabilidad de nuestro trabajo.

ABSTRACT

The management of the elements within a process such as wastewater treatment plants is usually a bit laborious due to the handling of substances, and both organic and chemical waste, contained in wastewater. The use of special machinery is usually cataloged and separated at different points, that is why they travel long distances from one station to another, these distances are necessary for large wastewater containers, large structures make these water treatment plants have special areas and in each one of them different tasks are carried out. That is why the placement of a control panel is essential to facilitate the management of each and every one of these areas, making it easier to control each point in the plant saving time and obtaining benefits, both in the useful life of each element as in the prevention of accidents.

But every project involves the realization of different stages which cover the needs to be implemented, the engineering that is behind every project must be precise and based on different studies carried out to guarantee its operation, every project has to have a goal, take into account the materials and supplies to be implemented, environmental factors must also be reasoned, since these factors lead to a good part of the good functioning of any project.

Knowing in depth the different systems that involve development is fundamental to achieve a concise objective, the development of the automation of some process involves knowing the process thoroughly, and properly integrate engineering in all its aspects.

We will also bear in mind that the development of schematic plans, mathematical models, statistical models take a great force in all planning, these being the basis of every great project. The support of the information and data collected should be based on reference documents, thus making a project easier and safer, the pilot tests are part of preliminary studies giving rigidity and security.

The design is another very important point in the engineering, normally used to have a graphic and visual notion of the end point to achieve, with this we can perform simulations, strategic plans in both 2D models and 3D models. Analysis of forces, analysis of movement, resistance of materials and implementation of schematic maps, etc. All this in different areas of design and without the need to build something physically. Knowing how each element to use works is essential, taking into account the studies carried out and the analysis of the project carried out, since knowing the material with which you work leads us to do a better job and achieve a better objective, in this way we can know The quality and durability of our work.

ACRÓNIMOS

- PTAR (Planta Tratadora de Aguas Residuales)
- NEC (Código Eléctrico Nacional)
- H₂O (Agua)
- PTAP (Planta Tratadora de Agua Potable)
- PLC (Controlador Lógico Programable)
- CPU (Unidad Central de Procesamiento)
- DAF (Flotación por Aire Disuelto)
- FT (Factor de Temperatura)
- FA (Factor de Agrupamiento)
- AWG (American Wire Gauge)

Índice

1. CAPITULO	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	1
1.2. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN A EL PROCESO	2
1.3. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA PARA EL DESARROLLO DEL PRO- YECTO	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	6
1.5. OBJETIVO: GENERAL Y PARTICULARES	6
1.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	7
2. CAPITULO	8
2.1. DESARROLLO DEL PROYECTO	8
2.1.1. MEMORIA DE CALCULO	8
2.1.2. DIAGRAMA UNIFILAR	17
2.1.3. ARMADO DEL TABLERO	20
2.1.4. MODIFICACIONES EN EL PLANO CIVIL	25
2.2. IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS INVOLUCRADOS	26
2.3. ANÁLISIS FORMAL DE LOS SISTEMAS DESDE UN PUNTO DE VISTA DE INGENIERÍA	26
2.4. SIMULACIÓN EN SOFTWARE	26
2.5. SELECCIÓN DE INSUMOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN	31
3. CAPITULO	32
3.1. EVIDENCIAS DE IMPLEMENTACIÓN	32
3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	38
3.3. CONCLUSIONES	39
3.4. FUENTES DE REFERENCIA	39
3.5. ANEXOS	40
3.6. PLANOS DE REFERENCIA PARA LA INGENIERÍA INVOLUCRADA	95
3.7. ANEXOS, HOJAS TÉCNICAS, CÓDIGOS FUENTE DE PROGRAMACIÓN, NORMAS, PROCEDIMIENTOS, ETC.	104

Índice de figuras

1.	Proceso PTAR.	3
2.	Tipos de sensores.	4
3.	PLC.	5
4.	Conductor.	12
5.	Diferentes tipos de distribución.	16
6.	Tipos de arrancadores	18
7.	Diagrama unifilar.	19
8.	Planteamiento Tablero.	22
9.	Planteamiento Tablero 3D.	23
10.	Plano civil PTAR.	25
11.	Diagrama de flujo.	27
12.	Unidad daf.	27
13.	Realización interfaces.	28
14.	Programación en Unilogic (a).	29
15.	Programación en Unilogic (b).	29
16.	Programación en Unilogic (c).	30
17.	Programación en Unilogic (d).	30
18.	Armado del Tablero.	32
19.	Tablero terminado.	34
20.	Panel de botones conexiones.	35
21.	Pruebas del código (a).	36
22.	Pruebas del código en la pantalla (b).	37
23.	Envío del código al PLC.	38
24.	Simbología.	63
25.	Diagrama eléctrico (1).	64
26.	Diagrama eléctrico (2).	65
27.	Diagrama eléctrico (3).	66
28.	Diagrama eléctrico (4).	67
29.	Diagrama eléctrico (5).	68
30.	Diagrama eléctrico (6).	69
31.	Diagrama eléctrico (7).	70
32.	Diagrama eléctrico (8).	71
33.	Diagrama eléctrico (9).	72
34.	Diagrama eléctrico (9).	73
35.	Diagrama eléctrico (10).	74
36.	Diagrama eléctrico (11).	75
37.	Diagrama eléctrico (12).	76
38.	Diagrama eléctrico (13).	77
39.	Diagrama eléctrico (14).	78
40.	Diagrama eléctrico (15).	79
41.	Diagrama eléctrico (16).	80
42.	Diagrama eléctrico (17).	81
43.	Diagrama eléctrico (18).	82
44.	Diagrama eléctrico (19).	83
45.	Diagrama eléctrico (20).	84
46.	Diagrama eléctrico (21).	85
47.	Diagrama eléctrico (22).	86

48.	Diagrama eléctrico (23).	87
49.	Diagrama eléctrico (24).	88
50.	Diagrama eléctrico (25).	89
51.	Diagrama eléctrico (26).	90
52.	Diagrama eléctrico (27).	91
53.	Diagrama eléctrico (28).	92
54.	Diagrama eléctrico (29).	93
55.	Diagrama eléctrico (30).	94
56.	Tabla de datos No. 1.	95
57.	Tabla de datos No. 2.	96
58.	Tabla de datos No. 3.	97
59.	Tabla de datos No. 4.	98
60.	Corte No. 1.	99
61.	Corte No. 2.	100
62.	Corte No. 3.	101
63.	Plano No. 1.	102
64.	Plano No. 2.	103

Índice de tablas

1.	Cronograma de actividades.	7
2.	Calculo de conductores.	10
3.	Calculo por caída de tension.	11
4.	Conductores.	13
5.	Protección principal.	14
6.	Protección a motor.	15
7.	Elección de charola y tubo.	16
8.	Factor de relleno.	17
9.	Código de colores.	24
10.	Insumos.	31
11.	Análisis de Resultados.	39
12.	Tabla 250-122.	42
13.	Tabla 310-15 (b) (2) (a).	45
14.	Tabla 310-15 (b) (2) (b).	46
15.	Tabla 310-15(b)(3)(a).	46
16.	Tabla 310-15(b)(3)(c).	48
17.	Tabla 310-15(b)(7).	49
18.	Tabla 310-15(b)(16).	51
19.	Tabla 310-15(b)(17).	52
20.	Tabla 310-15(b)(18).	53
21.	Tabla 310-15(b)(19).	53
22.	Tabla 310-15(b)(20).	54
23.	Tabla 310-15(b)(21).	55
24.	Tabla 430-22 (e).	60
25.	Tabla 430-250.	62

1. CAPITULO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

It Automatización RH S.A. de S.V.

Brindar servicios de Automatización de Sistemas para controlar Procesos, utilizando la mejor tecnología disponible, acompañados de una atención personalizada. Nuestra premisa es brindar calidad en la Automatización Integral, teniendo como objetivo optimizar al máximo los procesos que se generan en las empresas, para mejorar significativamente su productividad y competitividad.



Progreso 20, barrio del alto, 72700 San Juan Cuautlancingo pue.

Itamx.negocio.site

Ita.com.mx

01 - 22 - 22 - 85 - 58 - 77

Lunes a Viernes de 9:00 am a 6:30 pm.

Sabado de 9:00 am a 2:30 pm.

Ubicación de la empresa



Llevamos al alcance de nuestros usuarios productos de Automatización y control de bajo voltaje de la marca ABB, la cual es líder mundial en tecnologías de electrificación y Automatización.

Servicios

- Automatización
- Instalaciones Eléctricas
- Control Industrial
- Aire Acondicionado
- Mantenimiento

1.2. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN A EL PROCESO

Los seres humanos somos la especie que hace un abundante consumo del recurso vital H_2O , por delante de los animales que habitan la Tierra. Nuestro consumo no siempre es el mismo, ya que la mayor parte de este elemento es para uso industrial, domestico, agrícola, etc. En el aspecto industrial el agua potable es el recurso mas utilizado por encima de los seres humanos, una inmensa cantidad de productos utilizan grandes cantidades de agua para su elaboración, por su parte las empresas necesitan de este vital liquido para diluir los contaminantes y de esta manera despojarlos, pero no todo es contaminación también encontramos empresas hidroeléctricas que se dedican a generar energías limpias partiendo del agua, estas empresas utilizan el agua como motor la cual a su vez hace girar inmensas turbinas hidráulicas que a su vez transmite energía a un generador donde pasa a ser energía eléctrica.

Otro uso importante y que a su vez utiliza grandes cantidades de agua son las plantas nucleares, y centrales térmicas.

En el sector domestico el agua juega un punto vital en su uso, ya que con este elemento podemos realizar desde lavar un coche hasta regar las plantas pasando por lavar ropa, los trastos, preparación de alimentos etc. solo el echo de lavar ropa hace que tengamos el consumo de grandes cantidades de agua, la limpieza personal es de todos los días y en la mayor parte necesitamos de este vital liquido.

La agricultura es otra área en la que el consumo del agua es la principales herramientas de trabajo, ya que todo verdura, legumbre, fruta utiliza de agua para su desarrollo. Pero en este aspecto las lluvias disminuyen en un gran porcentaje el uso de agua acuffera no dejando de lado que las lluvias no son todo el año y el agua subterránea suele escasearse por la sobre explotación de este elemento.

Sabiendo todas las problemáticas que conlleva el usar este liquido vital y la importancia que involucra a todas las áreas, es por ello que existen empresas que se dedican a el tratamiento de agua,un ejemplo de estas empresas son las plantas de tratamiento de agua, Planta Tratadora de Agua Potable (PTAP), Planta Tratadora de Aguas Residuales (PTAR), Planta De-saladora, Planta Embotelladora de Agua. Algunas de ellas trabajan con la finalidad de reducir los contaminantes que son desechados por las industrias,siendo esta una forma de regresar a diferentes áreas el agua tratada disminuyendo en palabras grandes su contaminación de este liquido, y otras de ellas su trabajo es reducir a niveles bajos los contaminantes naturales del agua, con la finalidad de hacerla consumible, estas son algunos de los usos que se le dan al agua después de ser tratada.

Existen diferentes formas de tratar agua, ya que como sabemos no toda el agua proviene del mismo lugar y mucho menos utilizamos el agua para un solo uso, es por ello que en

la industria del tratamiento de agua se encuentran diferentes procesos que realizan diferentes funciones, dependiendo de la procedencia del agua, algunas de estas funciones son;

PTAR, son empresas como su mismo nombre lo dice, empresas que se dedican a el procesamiento de aguas residuales, en todo el mundo podemos encontrar diferentes maneras de tratar el agua pero una de ellas son el conjunto de varios sistemas que al unirlos tenemos como producto agua con bajos residuos. El agua llega a este lugar proveniente de actividades industriales, domesticas y agrícolas, con la finalidad de mejorar significativamente su calidad. Por ejemplo, el agua domestica tiene etapas que suelen llevar esta secuencia; Pre-tratamiento, Tratamiento primario, Tratamiento Secundario.

Cuando hablamos del Pre-tratamiento hablamos de etapas que permiten disminuir el contenidos orgánicos y materiales dentro del agua que lleguen a generar taponamientos por medio de equipos como lo son rejas, tamicos, desarena-dores. El Tratamiento Primario es la reducción de materia suspendida por medio de sedimentación, sin o con reactivos por medio de diferentes métodos de oxidación. Por ultimo se emplea el Tratamiento Secundario, su función es reducir la contaminación orgánica que consiste en la oxidación aerobia de la materia orgánica o en otras palabras la eliminación anaerobia en digestores cerrados. Este proceso acumula grandes cantidades de fango que devén ser tratados para el acondicionamiento de su destino final. Véase (1) un mapa conceptual sobre los procesos que conllevan las plantas PTAR.

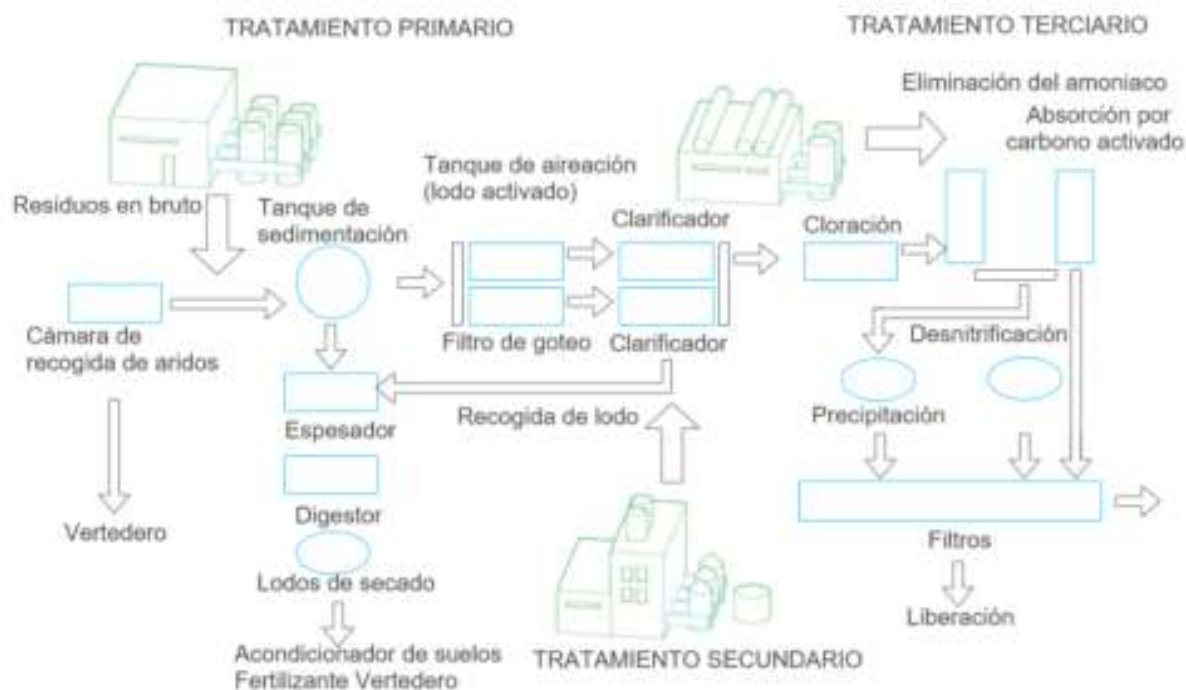


Figura 1: Proceso PTAR.

Su finalidad es conseguir agua con las características adecuadas para su uso posterior al que sea involucrado. Si el caso es uso domestico o para consumo animal estas aguas pasan por otras etapas que se especializan en el tratamientos de agua.

Como hemos mencionado en párrafos anteriores sea su finalidad de la planta que se dedique al tratamiento de agua, suelen ser de dimensiones grandes por todo las etapas involucradas. Tomando en cuenta que cada etapa contiene mecanismos eléctricos o mecánicos, que ayudan en el proceso de reducción de contaminantes, algunos de estos instrumentos son de medición como pueden ser medidores de presión, sensores de PH, temperatura, caudal, entre

otros, dejando de lado que cada etapa conlleva algún tipo de movimiento realizado por motores, los cuales facilitan la tarea a la hora de realizar desplazamientos lineales o rotatorios por medio de sistemas mecánicos.

Los sensores (2), son la etapa que nos ayuda a retroalimentar y dar información acerca del proceso realizado, un sensor es capaz de cambiar su propiedad al encontrar magnitudes físicas o químicas, las cuales las podemos conocer como variables de instrumentación, estas mismas son transformadas en variables eléctricas, la mayoría de los sensores tienen que pasar por un convertidor análogo-digital ya que los valores manejados por estos suelen ser analógicos, de esta manera los valores detectados pueden ser procesados por algún computador o visualizador es así como las señales son adaptadas para la lectura del personal. La clasificación de estos sensores va desde el tipo mecánicos, ultrasónicos, inductivos, capacitivos, fotoeléctricos.



Figura 2: Tipos de sensores.

Algunos aspectos básicos de los sensores son su precisión y resolución y como sabemos la precisión es el máximo error esperado en la medición. La resolución puede ser inferior a la precisión pero la precisión no puede ser menor a la resolución, y todo esto es por medio de variaciones en la entrada que se reflejan en la variación de salida.

Los sensores mecánicos son todos aquellos que necesitan de algún movimiento mecánico ya sea el accionamiento por medio de pulsadores o desplazamientos de posición lineal un claro ejemplo de este tipo de sensor es un pulsador por botón. Cuando hablamos de sensores ultrasónicos, hablamos de la emisión de sonidos, y por lo que sabemos, estos sonidos viajan en direcciones y a velocidades por lo tanto este sensor se encarga de medir el tiempo en el que este eco regresa al punto de origen después de haber rebotado con algún objeto sólido. Los sensores inductivos funcionan por medio de el acercamiento a materiales metálicos que al encontrarse dentro de un rango cercano, esta compuesto por un devanado interno y al circular una corriente por el genera un campo magnético el cual varía al tener cerca de el un elemento ferroso.

Los sensores capacitivos, son todos aquellos que se reaccionan ante metales o no metales las cuales sobre pasan una determinada capacidad, y todo esto depende con respecto a su constante eléctrica, este sensor esta compuesto por un oscilador cuya capacidad esta formada por un electrodo interno el otro extremos esta constituido por una pieza conectada a masa. Y por ultimo los sensores fotoeléctricos reaccionan al cambio de luminosidad, la cual hace que cambie su resistencia cuando cambia la luz.

Todos estos sensores son usados como retroalimentadores que ayudan al control de procesos, toda esta información es recolectada y procesada por micro-controladores por decirlo de esta manera, hoy en la actualidad toda esta información es recolectada y enviada a computadores que se encargan de procesar la información y de realizar las tareas automáticamente sin la necesidad de la intervención de algún ser humano, las rutinas son programadas y un operador solo se encarga de revisar y colaborar algunos factores para el buen funcionamiento del proceso, pero como es que toda esta información es procesada, existen componentes llamados PLC (3), los cuales son controladores programables, que ayudan con el control de la maquinaria de la empresa este tipo de componentes son muy utilizados en la industria a diferencia de otros componentes de como lo pueden ser la computadoras, los PLC están diseñados para el manejo de señales de entrada y por ende de salida, también podemos encontrar que pueden manejar rangos de temperaturas amplios, y uno de los grandes satisfacciones que podemos encontrar es la

inmunidad al ruido eléctrico, los grandes cambios dentro de la industria que han ido mejorando día con día son fruto de mucho trabajo dando como resultado este tipo de maquinas que facilitan el trabajo , los PLCs han evolucionado ha tal modo que podemos comunicarnos con ellos por medio de una red, siendo así que sus capacidades de procesamiento son comparadas a las de una maquina de escritorio, pero como esta conformado un PLC, este esta conformado por un CPU, entradas y salidas analógicas-digitales, unidad de memoria, unidad de almacenamiento.



Figura 3: PLC.

Pero no solo se encarga de recibir información, si no también de procesarla y de enviar señales para el accionamiento de diferentes componentes, como por ejemplo el accionamiento y control de motores, en la industria es un factor muy importante, y gracias a herramientas como el PLC, varia-dores de frecuencia, arrancadores suaves, re-levadores y algunos otros componentes que ayudan a la protección del mismo, es que podemos decir que controlar un motor es relativamente fácil.

1.3. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

El desecho de agua residual domestica por medio de ductos, facilita el control de la misma, no toda el agua es tratada a su ves solo algunas porciones pequeñas lo son, esta agua que llega a ser tratada tiene la finalidad de ser re incorporada a la sociedad en diferentes sectores, entonces como llegamos del punto donde el agua llega con un grado de contaminantes y finaliza en otra área para ser re utilizada dentro de los estándares permitidos, todo este proceso es realizado por empresas dedicadas al tratamiento del agua pasando por etapas que reducen contaminantes en el agua para su finalidad. La idea ara el desarrollo del proyecto se basa en algunas problemáticas, cada uno con un grado de dificultad diferente al anterior, los cuales se tuvieron que estudiar profundamente y dar solución. Con base a la información recavada del área de trabajo,se lleo a la conclusión que el proyecto se basara en la automatización de diferentes procesos que contiene una PTAR, en especifico realizar el control de las áreas desde un lugar sin tener que trasladarse a otro punto de la empresa, y de este modo podemos manejar todo el proceso desde un punto, reduciendo tiempos y menos desgaste físico o de riesgo para el operador. Al colocar un tablero de control estaríamos resolviendo esta problemática, dando solución no solo a un problema sino a un conjunto de ellos como lo son el control de motores tri-fasicos, el control de la iluminación, el encendido y apagado de diferentes sistemas. De esta manera se resolvió el problema mayor que se había planteado, después de ello surgieron algunos problemas menores como lo fueron el transporte de cable que alimentara las diferentes áreas y los diferentes mecanismos tomando en cuenta que todos estas señales tiene que viajar seguras es por ello que se busco un medio de soporte para el mismo, una ves teniendo la solución al

problema para comenzar a resolver el proyecto es necesario recavar información de cada área en específico buscando en ellas datos técnicos de los componentes existentes y de los componentes a instalar.

Toda esa información es enviada por la empresa en hojas de calculo, planos y fotos, para trabajar con base a ellos.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La incorporación de un proyecto sea cual sea su finalidad es de suma importancia que compete a los operadores de la empresa y del proceso a realizar, la incorporación de un sistema adecuado en específico es un punto relevante a tratar, con la finalidad de realizar mejoras por ejemplo una e ellas seria la automatización de un tablero de control es una forma útil de hacer una mejora significativa, un punto importante es el obtener un acceso mas seguro, eficiente y de mejor confiabilidad, resumiendo todo en un solo punto de control. Para obtener un proceso eficiente tenemos que obtener un manejo adecuado de los elementos dentro del sistema, independientemente de las tareas realizadas por dicho proceso su control tiene que ser seguro y eficiente.

Una de las principales problemáticas que toda empresa enfrenta desde la construcción de la misma es el control de cada área y de sus sistemas involucrados, todo ello a la falta de equipo automático de medición y control, otro punto importante es la detección de fallas y errores dentro de cada proceso, una vez teniendo bajo control todos estos puntos, un proceso podría decirse que relativamente se realiza solo.

la necesidad de tener un proceso eficiente es mas que una posibilidad, por ello que el poder manipular y tener bajo control estos sistemas es de suma importancia, desde la antigüedad se a buscado tener este tipo de sistemas automáticos que a su vez realizan con una rapidez, una velocidad y una calidad mejor que la de los seres humanos.

La colocación de un tablero aporta un nuevo control de las diferentes etapas asignadas, desde la introducción de diferentes mecanismo a la industria como lo son controladores, maquinas mecánicas y autónomas, el porcentaje de perdidas tanto materiales como físicas a reducido dramáticamente y a su vez se a conseguido una mejor calidad, en la elaboración de cada proceso sea grande o pequeño.

1.5. OBJETIVO: GENERAL Y PARTICULARES

Objetivo general: Identificar y dar solución por medio de la automatización del proceso de una PTAR a partir de la colocación de un tablero de control.

Objetivo particular: Desarrollar una memoria de calculo que involucra los componentes a controlar, realizado con base a la norma 001 sede 2012 instalaciones eléctricas y cálculos matemáticos de corriente, voltaje entre otros, para el control posterior he instrumentación.

Diseñar y simular el código, para su posterior programación en PLC.

Desarrollar diagramas eléctricos, diagramas unifilares, diagramas trifilares, diagramas esquemáticos, que ayudaran en el desarrollo del proyecto.

Instrumentación de un tablero de control.

1.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Como podemos visualizar (4), la representación de las actividades realizadas y por elaborar, en un cronograma con el objetivo de tener un orden y organización de nuestras actividades, de este modo podremos visualizar cuando alguna actividad marcada dentro de un rango ha sido completada en tiempo y forma por igual podremos visualizar cuando alguna actividad no se completada en tiempo y forma.

Adaptándonos a los tiempos de cada actividad es como realizaremos un trabajo de buena calidad.

		Semanas										
		Septiembre	Octubre				Noviembre				Diciembre	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
No.	Actividades	24-28	1-5	8-12	15-19	22-26	29-2	5-9	12-16	19-32	26-30	1-7
1	Realización de memoria de calculo			-	-							
2	Desarrollo de diagrama unifilar			-	-	-						
3	Armado del tablero			-	-	-	-	-	-	-		
4	Modificaciones del plano civil				-	-						
5	Canalizaciones en plano civil					-						
6	Canalización eléctrica en plano civil						-					
7	Diagramas							-				
8	Desarrollo del proyecto							-	-			
9	Pruebas									-	-	

Tabla 1: Cronograma de actividades.

2. CAPITULO

2.1. DESARROLLO DEL PROYECTO

Algunas de las consideraciones a tomar en todo el proyecto son el manejo de Normas y cálculos y alguna noción de diseño, programación de PLCs, sea cual sea su índole y finalidad. Para el desarrollo de este proyecto en específico debemos conocer algunos puntos, como lo son las normas que rigen las instalaciones eléctricas de alguna manera, otro punto importante es el conocimiento en tipos de líneas eléctricas como bien es sabido la industria emplea voltajes y líneas eléctricas diferentes a las domésticas, tener en cuenta los materiales a utilizar y sus usos dentro de la industria. Estos son algunas consideraciones que debemos tener en cuenta.

2.1.1. MEMORIA DE CALCULO

Recapitulando, la colocación del cable comprende largas distancias, desde el punto que será colocado el tablero de control hasta el sistema a controlar. Es por ello que realizaremos algunos cálculos con base a la NOM 001 SEDE 2012 INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Esta norma nos ayudara con la información necesaria para la realización de cálculos dentro de los rangos permitidos, una de las partes que nos interesa saber son los conductores los cuales transportaran la corriente a nuestras áreas, estos se seleccionaran con base a corriente para ello tomaremos algunos artículos [1] que nos competen como son el 310-15 (Ampacidad para conductores con tensión de 0-2000 V.) y sus respectivas tablas 310-15 (b) (16) (Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 V y 60°C a 90°C. No mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30°C.), tomando en consideración que la conducción de corriente genera temperaturas para este punto tomaremos el factor de temperatura (FT) que utilizan las tablas 310-15 (b) (2) (a) y (b) (Factores de corrección basada en una temperatura ambiente de 30°C y Factores de corrección basados en una temperatura ambiente de 40°C), ahora bien debemos tomar en consideración que no en todas las regiones tenemos la misma temperatura ambiente ni las mismas condiciones climáticas es por ello que tomaremos en cuenta la temperatura dependiendo si es en exterior o interior 31°C-35°C, los factores de agrupamiento (FA) juegan otro punto importante 310-15 (b)(3) (a) (Factores de ajuste para mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable). Esta depende de la cantidad de conductores que coloquemos dentro de tubería. Los factores de demanda (FD), que se indicaran según sea el caso.

Al seleccionar los conductores por corriente considerando que manejaremos motores de igual manera tomaremos en cuenta el artículo 340-22 (Un solo motor), los conductores que alimenten un solo motor usando en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no menor al 125 por ciento del calor nominal de corriente de plena carga del motor. Otro punto a considerar es que tenemos motores trifásicos, por ello tomaremos en cuenta la tabla 430-250 (Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna), y la tabla 430-248 (Corriente eléctrica a plena carga de motores monofásicos).

Conforme al artículo 392-80 (a) (1) (a) (Ampacidad de cables de 2000 Volts o menos, en charolas portacables) y utilizando la tabla 310-15 (b)(16) (Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 Volts y 60°C a 90°C. No mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30°C). El factor de temperatura sera considerado en la tabla 310-15 (b) (2) (a) (Factores de correccion basados en una temperatura ambiente de 30°C). El factor de agrupamiento considerado en la tabla 310-15 (b) (3) (a) (Factores de ajuste para mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable).

La ecuación que nos dará el calculo de la corriente corregida es la siguiente:

$$I_c = \frac{(I_b)}{(F.A)(F.T)} = Amp$$

donde I_b es igual a;

$$I_b = (I_n)(125\%)$$

- I_c = Corriente Corregida
- I_n = Corriente Nominal
- $F.A$ = Factor de Agrupamiento
- $F.T$ = Factor de Temperatura

Donde I_n es la corriente nominal del equipo, y I_b es la multiplicación de la corriente nominal por la ampacidad no menor al 125 por ciento del calor nominal de corriente de plena carga del motor.

Con el calculo de esta ecuación podremos hacer elección de nuestro conductor de la tabla 310-15 (b) (16) (Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 Volts y 60°C a 90°C. No mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30°C). Con base a este criterio realizado, es como seleccionaremos los diferentes multiconductores para el resto del equipo a instalar.

No.	Tag.	Descripcion	HP	KW	Voltaje	Fases	$I_n(A)$	$I_b(A)$	F.T	F.A	$I_c(A)$	AWG
1	B03-P1A	Bomba centrifuga H.	5	3.75	440	3	7.6	9.5	0.82	1	11.59	12
2	B03-P1B	Bomba centrifuga H.	5	3.75	440	3	7.6	9.5	0.82	1	11.59	12
3	C01-P1A	Bomba de cavidad P.	1	0.75	440	3	2.1	2.6	0.82	1	3.20	12
4	C01-P1B	Bomba de cavidad P.	1	0.75	440	3	2.1	2.6	0.82	1	3.20	12
5	C02-P1	Bomba de cavidad P.	0.75	0.56	440	3	1.6	2.0	0.82	1	2.44	12
6	C03-A1	Agitador vertical	3	2.25	440	3	4.8	6.0	0.82	1	7.32	12
7	C03-P1	Bomba de cavidad P.	1	0.75	440	3	2.1	2.6	0.82	1	3.20	12
8	U05	DAF	10.5	11.2	440	3	21	26.2	0.82	1	32.01	8
9	C04-A1	Agitador vertical	3	2.25	460	3	4.8	6	0.82	1	7.32	12
10	C04-P1	Bomba de cavidad P.	1	0.75	440	3	2.1	2.6	0.82	1	3.20	12
11	B41-C1	Soplador de aire	10	7.5	440	3	14	17.5	0.82	1	21.34	10
12	B41-P1	Bomba de cavidad P.	3	2.25	440	3	4.8	6	0.82	1	7.32	12
13	U42	Filtro banda	1	0.75	440	3	2.1	2.6	0.82	1	3.20	12
14	C600	Compresor para aire	10	7.5	440	3	14	17.5	0.82	1	21.34	10
16	TR-01	Transformador		4.8	440	3	6.5	8.12	0.82	1	9.91	12

Tabla 2: Calculo de conductores.

El traslado de electricidad a grandes distancias conlleva diferentes factores que abordan este tema, y ha sido un punto a tratar desde sus inicios, Por que como bien sabemos no es lo mismo energizar un elemento a un metro de distancias que hacerlo a 1 kilo-metro de distancia. Es por ello que tomaremos en cuenta la caída de tension, se llevara a cabo considerando la nota 2 del articulo 215-2 (Capacidad y tamaños mínimos del conductor.), la cual establece la caída de tension global desde el medio de conexión principal hasta la salida mas lejana de la instalación considerando alimentadores y circuitos derivados, la cual no debe exceder del 5 %, dicha caída de tension se distribuye en el circuito alimentador y el circuito derivado, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tension, no sea mayor del 3 %.

El valor máximo permitido en caída de tensión para circuitos de baja tension en condiciones normales de operación es del 5 %, de la acometida hasta el ultimo equipo instalado, en nuestro caso como es un circuito derivado del principal nuestra caída de tensión no debe exceder el 3 %. Para la realización de estos cálculos sera necesario acudir a la tabla 9 de la NEC (Código eléctrico nacional).

La formula que nos dará la caída de tensión y el porcentaje de caída de tensión es;

$$e\% = \frac{e}{V_{f-f}}$$

donde e es igual a;

$$e = \Delta V = (\sqrt{3})(I)(Z)(L)$$

- e = Caída de tension
- $\%e$ = Porcentaje de caída de tension
- I = Corriente nominal

- Z = Impedancia
- L = Distancia
- V_{f-f} = Voltaje de fase a fase

Con base a este criterio realizado, es como seleccionaremos los diferentes multiconductores para el resto del equipo a instalar.

No.	Tag.	Descripción	KW	Voltaje	AWG	$I_p(A)$	Longitud (m)	Impedancia (Z)	e	% e
1	B03-P1A	Bomba centrífuga H.	3.75	440	12	7.6	70	5.58	5.14	1.17
2	B03-P1B	Bomba centrífuga H.	3.75	440	12	7.6	72	5.58	5.29	1.20
3	C01-P1A	Bomba de cavidad P.	0.75	440	12	2.1	20	5.58	0.41	0.09
4	C01-P1B	Bomba de cavidad P.	0.75	440	12	2.1	20	5.58	0.41	0.09
5	C02-P1	Bomba de cavidad P.	0.96	440	12	1.6	20	5.58	0.31	0.07
6	C03-A1	Agitador vertical	2.25	440	12	4.8	35	5.58	1.62	0.35
7	C03-P1	Bomba de cavidad P.	0.75	440	12	2.1	35	5.58	0.71	0.16
8	U05	DAF	11.2	440	8	21	5	2.30	0.42	0.09
9	C04-A1	Agitador vertical	2.25	460	12	4.8	40	5.58	1.85	0.40
10	C04-P1	Bomba de cavidad P.	0.75	440	12	2.1	40	5.58	0.81	0.18
11	B41-C1	Soplador de aire	7.5	440	10	14	41	3.61	3.99	0.82
12	B41-P1	Bomba de cavidad P.	2.25	440	12	4.8	43	5.58	1.99	0.45
13	U42	Filtro banda.	0.75	440	12	2.1	40	5.58	0.81	0.18
14	C600	Compresor para aire	7.5	440	10	14	30	3.61	2.63	0.60
16	TR-01	Transformador	4.8	440	12	6.5	5	5.58	0.31	0.07

Tabla 3: Calculo por caída de tension.

Todo conductor contiene un aislante para evitar contacto de un conductor con otro de diferentes similitudes, tiene como objetivo la durabilidad y protección del mismo conductor. Existen mas de un tipo de conductor y cada uno de ellos varia dependiendo su ocupación. En el mercado existen conductores de cobre (Alto grado de conductividad) y aluminio (menor grado de conductividad) que suele ser mas económico.

Estos conductores estas compuestos por;

- Conductor eléctrico
- Aislamiento
- Capa relleno
- Cubierta

Y como todo conductor cuenta con diferentes tipos de aislamiento los cuales están nomenclaturados por ejemplo: THN, THW, THHW, THWN.

- T = Termoplastico (Thermoplastic)
- H = Resistente al calor 75°C - 167°F (Heat resistant)
- HH = Resistente al calor 90°C - 194°F (Heat resistant)

- W = Resistente al agua o humedad (Water Resistant)
- LS = Bajo emisión de humo y gas contaminantes (Low smoke)
- SPT = Identificador de cordón de 2 cables y paralelos con aislamiento (Service parallel thermoplastic)

La composición de los aislamientos depende de su aplicación y en general existen dos tipos;

Termoplastico

- PVC; Policloruro de vinilo
- PE; Polietileno
- PCP; Policloropeno

Termoestable

- XLPE; Polietileno reticulado
- EPR; Etileno-Propileno
- MICC; Cobre revestido, minera aislado



Figura 4: Conductor.

Para nuestro usos y fines necesitamos de un conductor que sea capaz de transportar mas de un conductor a la vez, en el mercado existen algunos tipos de multiconductores para exterior e interior, para nuestra aplicación usaremos un JZ-600 para exteriores de la marca Helukabel, soporta un rango de temperatura de -40°C hasta $+80^{\circ}\text{C}$, es un conductor trenzado flexible, su aislamiento es de PVC especial y contiene conductores con impresión continua, también cuenta con un conductor de protección.

No.	Tag	Descripción	Voltaje	(mm ²)	AWG	Tipo de aislamiento	L. (m)	No. conductores	Diámetro ext. (mm)
1	B03-P1A	Bomba centrífuga H.	440	4	12	PVC+PVC+SH	70	4G4mm ² +SH	14.2
2	B03-P1B	Bomba centrífuga H.	440	4	12	PVC+PVC+SH	72	4G4mm ² +SH	14.2
3	C01-P1A	Bomba de cavidad P.	440	4	12	PVC+PVC+SH	29	4G4mm ² +SH	14.2
4	C01-P1B	Bomba de cavidad P.	440	4	12	PVC+PVC+SH	29	4G4mm ² +SH	14.2
5	C02-P1	Bomba de cavidad P.	440	4	12	PVC+PVC+SH	29	4G4mm ² +SH	14.2
6	C03-A1	Agitador vertical	440	4	12	PVC+PVC	35	4G4mm ²	13.7
7	C03-P1	Bomba de cavidad P.	440	4	12	PVC+PVC+SH	35	4G4mm ² +SH	14.2
8	U05	DAF	440	9	8	PVC+PVC	5	4G9mm ²	18.2
9	C04-A1	Agitador vertical	440	4	12	PVC+PVC	39	4G4mm ²	13.7
10	C04-P1	Bomba de cavidad P.	440	4	12	PVC+PVC+SH	49	4G4mm ² +SH	14.2
11	B41-C1	Septador de aire	440	5	10	PVC+PVC	41	4G6mm ²	15.5
12	B41-P1	Bomba de cavidad P.	440	4	12	PVC+PVC+SH	45	4G4mm ² +SH	14.2
13	U42	Filtro banda	440	4	12	PVC+PVC	49	4G4mm ²	13.7
14	C009	Compresor para aire	440	5	10	PVC+PVC	39	4G6mm ²	15.5
16	TR-01	Transformador	440	4	12	PVC+PVC	5	4G4mm ²	13.7

Tabla 4: Conductores.

La importancia de las protecciones a todo electrodoméstico u otro dispositivo que su funcionamiento sea a partir de electricidad, debe de ser primordial, con la finalidad de evitar que los dispositivos tengan un funcionamiento optimo. Las sobrecargas son el principal punto a tratar al igual que los cortocircuitos, la selección de las protecciones se argumenta a partir de los artículos aplicables a cada caso en específico.

El artículo 430 (Motores, circuitos de motores y sus controladores). En la sección E (Protección de alimentador de motores contra corto circuito y fallas a tierra), Artículos 340-61 (En la Parte E se especifican los dispositivos de protección proyectados para proteger los conductores del alimentador de los motores contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o fallas a tierra.), 430-62 (a) (Carga específica). Utilizando la tabla del artículo 430-52 (Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores).

Con base a lo ya mencionado realizaremos el calculo de las protección principal en base a la siguiente formula;

$$Interruptor\ principal =$$

$$Proteccion\ mayor + \sum I_n\ de\ todos\ los\ motores\ restantes = Amp$$

No.	Tag.	Descripción	Servicio	KW	$I_n(A)$	Guarda motor
1	B03-P1A	Bomba centrífuga H.	Operación	3.75	7.6	8.00-12.00
2	B03-P1B	Bomba centrífuga H.	Stand-by	3.75	7.6	8.00-12.00
3	C01-P1A	Bomba de cavidad P.	Operación	0.75	2.1	1.60-2.50
4	C01-P1B	Bomba de cavidad P.	Stand-by	0.75	2.1	1.60-2.50
5	C02-P1	Bomba de cavidad P.	Operación	0.56	1.6	1.60-2.50
6	C03-A1	Agitador vertical	Operación	2.25	4.8	4.00-6.30
7	C03-P1	Bomba de cavidad P.	Operación	0.75	2.1	1.60-2.50
8	U05	DAF	Operación	11.2	21	20.00-25.0
9	C04-A1	Agitador vertical	Operación	2.25	4.8	4.00-6.30
10	C04-P1	Bomba de cavidad P.	Operación	0.75	2.1	1.60-2.50
11	B41-C1	Soplador de aire	Operación	7.5	14	16.00-20.0
12	B41-P1	Bomba de cavidad P.	Operación	2.25	4.8	4.00-6.30
13	U42	Filtro banda	Operación	0.75	2.1	1.60-2.50
14	C000	Compresor para aire	Operación	7.5	14	16.00-20.0
15	TR-01	Transformador	Operación	4.8	6.5	6.30-10.0
		I - Max			97.2	Amp
		Carga Instalada			49.56	KW
		Carga			45.06	KW
		Factor de Demanda			0.9	
		Interruptor Principal			125	Amp

Tabla 5: Protección principal.

La protección de los motores contra sobrecorriente y sobrecarga es con base al artículo 430-52 (a) (b) (c) (Capacidad nominal o ajuste para circuitos de un solo motor.), tabla 430-52 (Ajuste máximo de los dispositivos de protección contra cortocircuito y falla a tierra para circuitos derivados de motores), cumple con los artículos 240-3 (El equipo se debe proteger contra sobrecorriente de acuerdo con el Artículo de esta NOM que cubre el tipo de equipo que se especifica en la Tabla 240-3), 240-6 (a) (Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos).

Para la elección de la protección utilizaremos el calculo de las protecciones de los derivados en base a la siguiente formula;

$$I_p = (I_n)(115\%)$$

La protección contra sobre carga no debe ser mayo al 115 % de la corriente nominal. Una vez obtenida procederemos a buscar guarda motores con las características obtenidas, y este debe ser ajustado a no mas de su I_p .

No.	Tag.	Descripción	KW	I _n (A)	Ajuste en Guarda motor	Guarda motor
1	B03-P1A	Bomba centrifuga H.	3.75	7.6	8.74	8.00-12.00
2	B03-P1B	Bomba centrifuga H.	3.75	7.6	8.74	8.00-12.00
3	C01-P1A	Bomba de cavidad P.	0.75	2.1	2.42	1.60-2.50
4	C01-P1B	Bomba de cavidad P.	0.75	2.1	2.42	1.60-2.50
5	C02-P1	Bomba de cavidad P.	0.56	1.6	1.84	1.60-2.50
6	C03-A1	Agitador vertical	2.25	4.8	5.52	4.00-6.30
7	C03-P1	Bomba de cavidad P.	0.75	2.1	2.42	1.60-2.50
8	U05	DAF	11.2	21	24.15	20.00-25.0
9	C04-A1	Agitador vertical	2.25	4.8	5.52	4.00-6.30
10	C04-P1	Bomba de cavidad P.	0.75	2.1	2.42	1.60-2.50
11	B41-C1	Soplador de aire	7.5	14	16.10	16.00-20.0
12	B41-P1	Bomba de cavidad P.	2.25	4.8	5.52	4.00-6.30
13	U42	Filtro banda	0.75	2.1	2.42	1.60-2.50
14	C600	Compresor para aire	7.5	14	16.10	16.00-20.0
16	TR-01	Transformador	4.8	6.5	7.48	6.30-10.0

Tabla 6: Protección a motor.

Las canalizaciones son seleccionadas a base de capítulo 3, de la NOM 001 SEDE 2012, salvo las excepciones que en el mismo se marcan, según sea el caso, en el caso de la protección de los conductores con dispositivos de sobre-corriente menor a 800 A, la protección será seleccionada al valor estándar inmediato superior (sobre la ampacidad de los conductores que este mismo proteja), con fundamentos en el artículo 240-4 (b).

Existe diferentes tipos de distribución, cada una de ellas compete a un artículo en particular, y su colocación nos ayudara a realizar una elección adecuada de nuestra canalización, sea por charola o por tubería. El artículo 392-80 (Ampacidad de los conductores), 392-80 (a) (1) (a) (Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La factores de ajuste se deben limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la charola portacables.) artículo 392-80 (a) (2) (b) (Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm² (1/0 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 53.5 mm² (1/0 AWG) a 253 mm² (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19)), como se muestra en la figura.



Figura 5: Diferentes tipos de distribución.

Con base a las normas establecidas podremos realizar los cálculos adecuados para la elección de nuestra charola transportadora o tubería. Para nuestros usos y fines utilizaremos una charola tipo Z de la línea Cross Line, en aluminio.

No.	Tag	Descripción	No. conductores	Diámetro ext. (mm)	Charola tipo Z (in)	Tubería (in)
1	B03-P1A	Bomba centrífuga H.	4G4mm ² -5H	14.2	6	1
2	B03-P1B	Bomba centrífuga H.	4G4mm ² -5H	14.2	6	1
3	C01-P1A	Bomba de cavidad P.	4G4mm ² -5H	14.2	10	1
4	C01-P1B	Bomba de cavidad P.	4G4mm ² -5H	14.2	16	1
5	C02-P1	Bomba de cavidad P.	4G4mm ² -5H	14.2	16	1
6	C03-A1	Agiudae vertical	4G4mm ²	15.7	9	1
7	C03-P1	Bomba de cavidad P.	4G4mm ² -5H	14.2	9	1-1/4
8	U36	DAF	4G9mm ²	18.2	10	1-1/4
9	C04-A1	Agiudae vertical	4G4mm ²	15.7	9	1
10	C04-P1	Bomba de cavidad P.	4G4mm ² -5H	14.2	9	1-1/4
11	B41-C1	Soplador de aire	4G6mm ²	15.5	6	1
12	B41-P1	Bomba de cavidad P.	4G4mm ² -5H	14.2	6	1
13	U42	Filtro banda	4G4mm ²	15.7	9	1
14	C500	Compresor para aire	4G6mm ²	15.5	12	1
15	TR-01	Transformador	4G4mm ²	15.7	10	1
Tolerancia 10 cm				190		
Total				391		

Tabla 7: Elección de charola y tubo.

La suma de los diámetros externos de cada conductor nos da como resultado la longitud que abarca todo el cableado, de esta forma es como podremos seleccionar nuestra charola correcta tomando la inmediata mas cercana a nuestro valor obtenido. El transporte y tendido de cable en las áreas especificadas implica la disminución del mismo por lo que la charola ira disminuyendo acorde se baya dejando el cable en las diferentes áreas, la elección de tubería es considerado de la misma forma por lo que tendremos que tomar el área abarcada de cada cable, con base al factor de relleno el cual indica que no debe abarcar mas de 60 % de su área, para la elección del tubo.

$$A = (\pi)(r^2)$$

Una vez obtenido el área de cada conductor podremos seleccionar nuestra tubería adecuada.

Factor de relleno		
Tubo (in)	Tubo (mm)	40 % mm ²
1/2	16	78
3/4	21	137
1	27	222
1-1/4	35	387
1-1/2	41	526
2	52	866
2-1/2	63	1235
3	78	1906
3-1/2	91	2550

Tabla 8: Factor de relleno.

2.1.2. DIAGRAMA UNIFILAR

El desarrollo del diagrama unifilar contempla la recolección de datos obtenidos en la memoria de calculo, como son las protecciones de cada motor con base a sus cálculos previamente realizados, la protección principal, los conductores y las cargas colocadas. Para desarrollar el diagrama unifilar tomaremos en cuenta dos aspectos importantes, uno de ellos es el tipo de arrancador que sera colocado dentro del tablero de control y el otro aspecto a tomar en cuenta es la elección de los componentes a utilizar todos y cada uno de ellos con base a las especificaciones ya antes recabadas.

No todos los motores tiene un mismo funcionamiento dentro de su área por ejemplo; un ventilador que su función principal es el de mover unas aspas rotatorias para regular el flujo de aire dentro de algún sistema, a una bomba que su funcionamiento es solo el de estar encendido y apagado sin la intervención de algún tipo de control dentro del sistema. Es por ello que hay diferentes tipos de arrancadores para cada sistema en específico y cada uno de ellos realiza un funcionamiento diferente. Los tipos de arrancadores son;

- Directo.
- Convertidor de Frecuencia.
- Arranque Suave.
- Alimentador.

Arrancador Directo, es el encendido y apagado del sistema sin ningún otro factor externo que perturbe su funcionamiento, es decir solo sera energizado cuando así lo a merite y no habrá ningún control del mismo hasta que este sea apagado. Por su parte el arrancador por Varcador de Frecuencia es el control del motor por medio de frecuencia la cual influye en la velocidad del motor, este tipo de arrancador es el mas utilizado ya que se le pueden dar una infinidad de

aplicaciones. Arrancador suave, es la puesta en marcha de cualquier motor desde su punto de reposo hasta llegar a su punto de trabajo optimo en un intervalo de tiempo y por ultimo el alimentador, este tipo de arrancador, solo da alimentación a instrumentos externos como pueden ser sensores, luminarias entre otros.

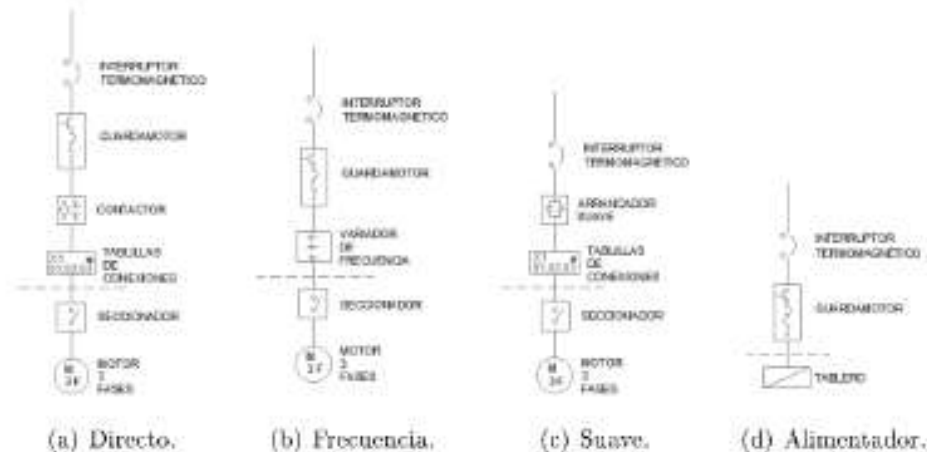


Figura 6: Tipos de arrancadores

Cada bloque contiene diferentes componentes como se puede observar, los cuales son protección, contactor, convertidor de Frecuencia, arrancador suave, tablillas, motor.

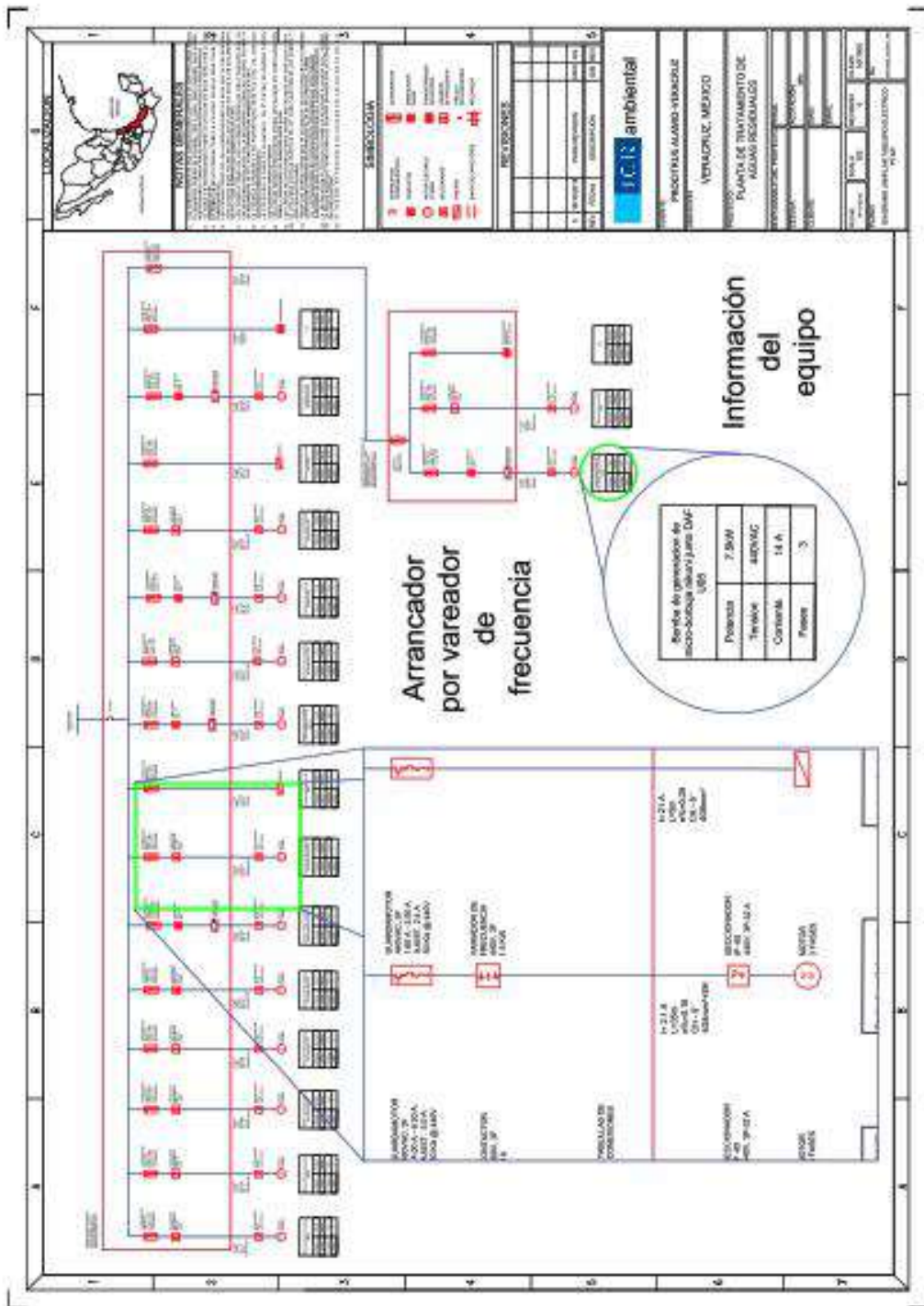


Figura 7: Diagrama unifilar.

Todos ellos componen el bloque de arranque y cada uno de ellos tiene una finalidad dentro del tablero. Una vez entendido los tipos de arranques podremos comenzar a realizar el diagrama unifilar el cual nos ayudara a realizar de la manera mas eficaz nuestro proyecto.

Con los datos previamente recabados y con la ayuda de diferentes catálogos de la marca ABB, podremos hacer una elección correcta del componente a solicitar.

La colocación de el interruptor principal es la parte con la que daremos inicio, los diferentes tipos de arrancadores se encuentra en color rojo es el montaje dentro del tablero, por lo general solo se encuentra dentro el guardamotor, contactor, clemas, convertidor de frecuencia etc. La sección que se encuentra sin alguna delimitación son los elementos que se encuentran fuera del tablero, en otras palabras en las áreas respectivas, en su mayor parte son motores y seccionadores. Los seccionadores tienen como objetivo cortar el flujo de corriente de forma mecánica facilitando su desenergización del componente a manipular sin la necesidad de trasladarse al tablero de control. Debajo de cada arrancador se coloca un pequeña descripción del elemento a controlar.

2.1.3. ARMADO DEL TABLERO

La construcción del tablero de control, parte de los cálculos previamente realizado en la memoria de calculo, los componentes a utilizar son seleccionados con base a sus especificaciones de catálogos, en este caso de la marca ABB. Para la construcción del tablero es necesario partir desde la elección del gabinete con base a los componentes a introducir, es como sabremos que dimensiones deberemos considerar a partir de un diseño, para ello tomaremos de referencia las medidas de cada componente, y por último tomaremos las dimensiones mas cercanas a los gabinetes comerciales existentes.

Para comenzar a diseñar el tablero de control tomaremos en primero instante las medidas de los componentes, las cuales serán tomadas de hojas de datos que son proporcionadas por la empresa distribuidora o en su caso por su pagina web, una vez obtenidas las medidas de longitud altura profundidad procederemos a realizar un planteamiento del tablero a realizar, logrando introducir de manera ordenada cada elemento. El diseño del tablero se realizara en Autocad 2017, el cual nos facilita el diseño en 2D, como la obtención de las medidas exactas. Una vez obtenido el planteamiento procederemos a realizar el diseño en 3D para obtener una mejor visualización del tablero de igual manera la obtención de un diseño para basarnos en la instalación del equipo.

Una vez obtenido las referencias de medida con las que sera construido el tablero de control comenzaremos con colocar cada componente, dentro del tablero

serán colocados algunos elementos extras para obtener una mejor eficiencia del mismo, como lo son ventiladores que harán la función de extraer el calor generado por los componentes internos, el cual sera controlado por un termostato interior para armarios, la colocación de un UPS entre otros elementos. La introducción de clemas dentro del tablero, tiene la finalidad de usarlas como borneras para la distribución de cable, otra finalidad es controlar componentes externos con respeto a petición del cliente y para recibir señales externas que son usadas para el control interno, esta sección por lo general es colocada en la parte inferior del tablero para una mejor organización.

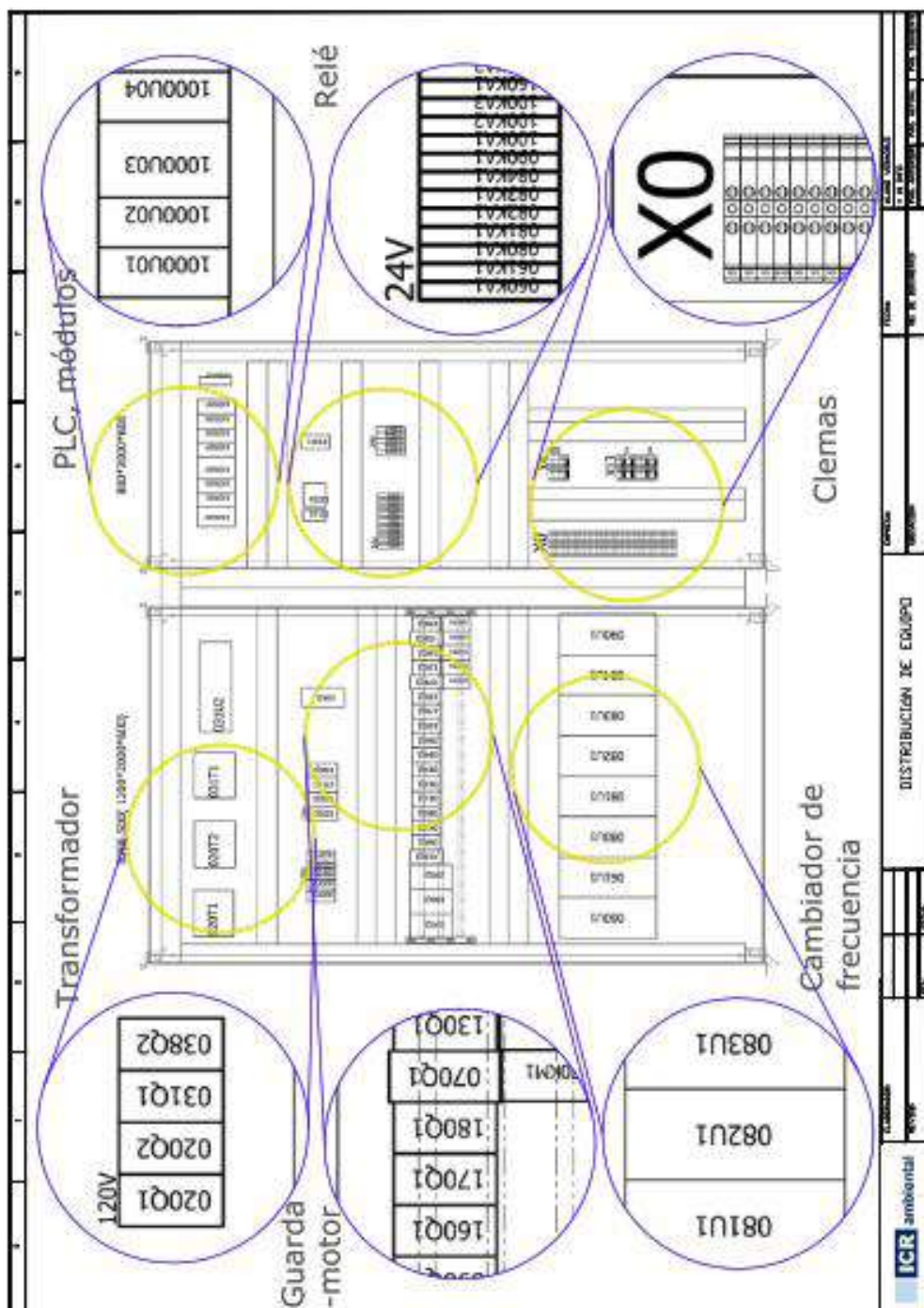


Figura 8: Planteamiento Tablero.

Las medidas obtenidas son en la primer sección (1200 mm)(2000 mm)(600 mm), en la segunda sección (800 mm)(2000 mm)(600 mm), obteniendo un área de trabajo de (2000 mm)(2000 mm)(600 mm). Desde una vista isometrica.

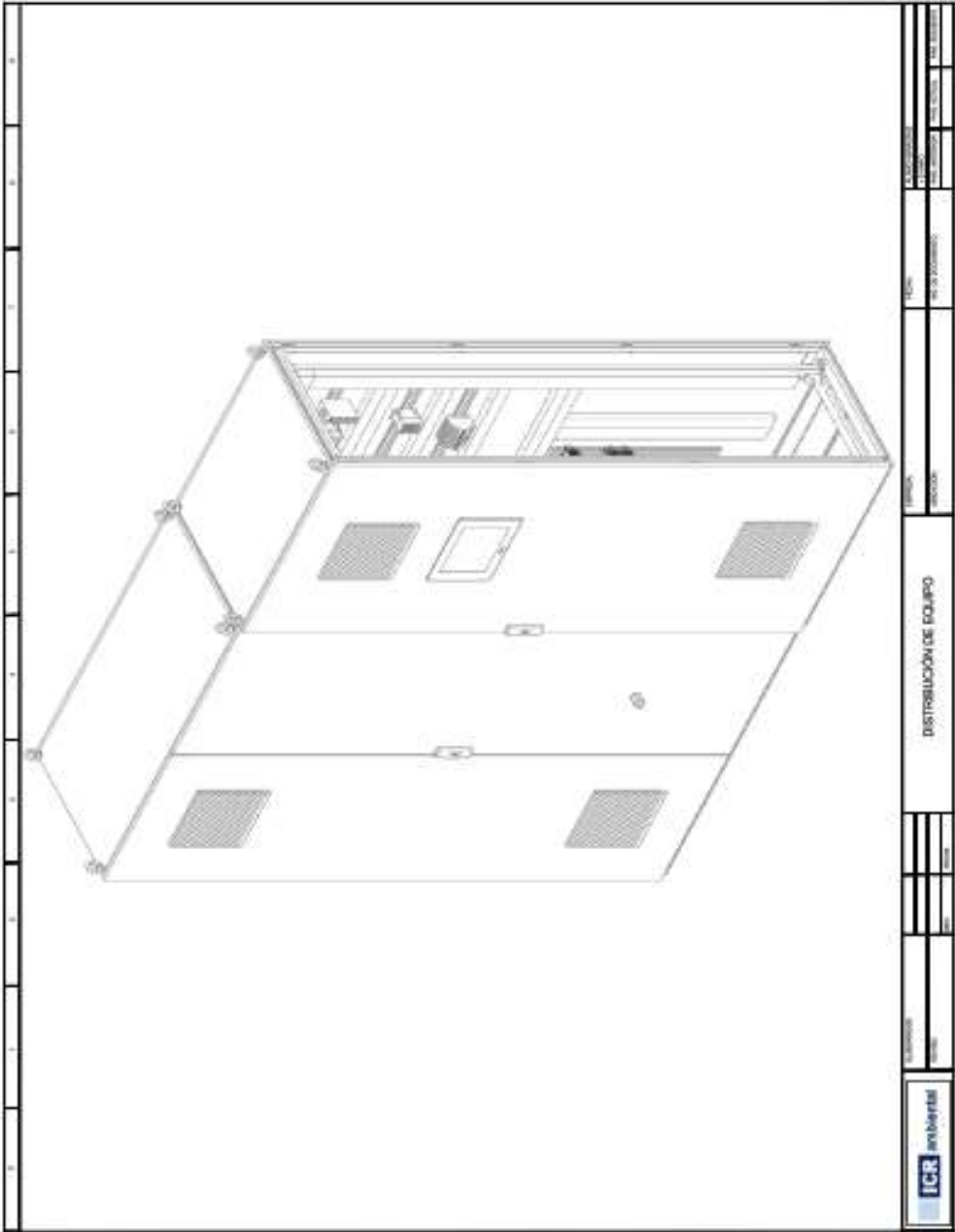


Figura 9: Planteamiento Tablero 3D.

El montaje del tablero y sus componentes son conectados por medio de cables respectivamente cada uno con su color designado con base a los cálculos previamente realizados, esto son transportados por medio de canaletas de diferentes pulgadas respectivamente el monto de cables a transportar, la colocación de estas canaletas son con el fin de obtener una mejor distribución del mismo.

Código		
Color	Fuerza	Control
Negro	220 V - 440 V	220 V - 440 V
Rojo	120 VAC	120 VAC
Blanco	Neutro	Neutro
Azul	(+)	24 VDC
Negro	(-)	0 VDC
Azul	(+)	24 VAC
Blanco/Negro	-	Neutro
Naranja	-	120 Precaución
Verde	Tierra física	-

Tabla 9: Código de colores.

la clasificación de los cables es muy importantes tanto para los operadores como para las personas encargadas del mantenimiento, cada cable es colocado por color y con una pequeña etiqueta que designa su trayectoria dentro del diagrama y la procedencia de su origen.

Para comenzar a realizar el ensamblaje del tablero necesitaremos de un diagrama eléctrico el cual nos mostrara como realizar las conexiones de cada equipo, para ello necesitaremos de una simbología que nos ayudara a reconocer cada elemento dentro del diagrama, de esta manera la instalación de los componentes sera mas fácil y didáctica, cada símbolo es una representación simbologica que en su mayoría solo representa la conexión en cada terminal, mas no es una representación exacta del modelo.

Uno de los principales símbolos que deberemos de tomar en cuenta es el de los vareadores de frecuencia que están designados por su matricula, y los cuales tendrán que ser programados manualmente o por medio de una interfaz que nos brinda la propia distribuidora. Todo el proceso de programación de los vareadores de frecuencia viene proporcionado en su manual de uso, otro de los símbolos que no tendremos que tomar en cuenta es el de los sensores que están colocados en campo aunque su instalación no se encuentra dentro del tablero es tomado en cuenta para tener una mejor visualización de la conexión.

Una vez obtenida y comprendido cada símbolo que serán utilizados procederemos a realizar el diagrama eléctrico en el cual colocaremos datos que nos ayudaran a realizar la conexión de los componentes.

El diagrama eléctrico es la conexiones de todo el tablero en general,

mostrando los puntos de alimentación y sus derivados para la alimentación a 24 VDC, que sera ocupada con los componentes que trabajan a ese voltaje como lo son los sensores, PLC, reveladores, etc.

2.1.4. MODIFICACIONES EN EL PLANO CIVIL

Para conseguir una mejor visualización del lugar donde es realizado el proyecto, es necesario trabajar en los planos civiles del lugar, de este obtendremos una mejor referencia del lugar y orientación. La realización de modificaciones dentro del plano son con el objetivo de realizar la colocación de los instrumentos dentro su área, y las canalizaciones respectivas con el objetivo de dar una mejor idea de los trabajos realizados.

Partiendo de los planos originales, realizaremos la colocación de las charola tipo z que sera la encargada de trasportar las lineas de alimentación y las lineas de control, que manipularan el encendido de cada sección con una retroalimentación al tablero principal. Por ese mismo transporte llevaremos los cables de alimentación para las luminarias que se encuentran en el edificio. Se colocara la tubería que se encargara de llevar los cables de alimentación de los motores que se encuentran a una distancia alejada de la charola transportadora de los cables de alimentación. De esta manera sera mas fácil manipular los cables a sus respectivos lugares.

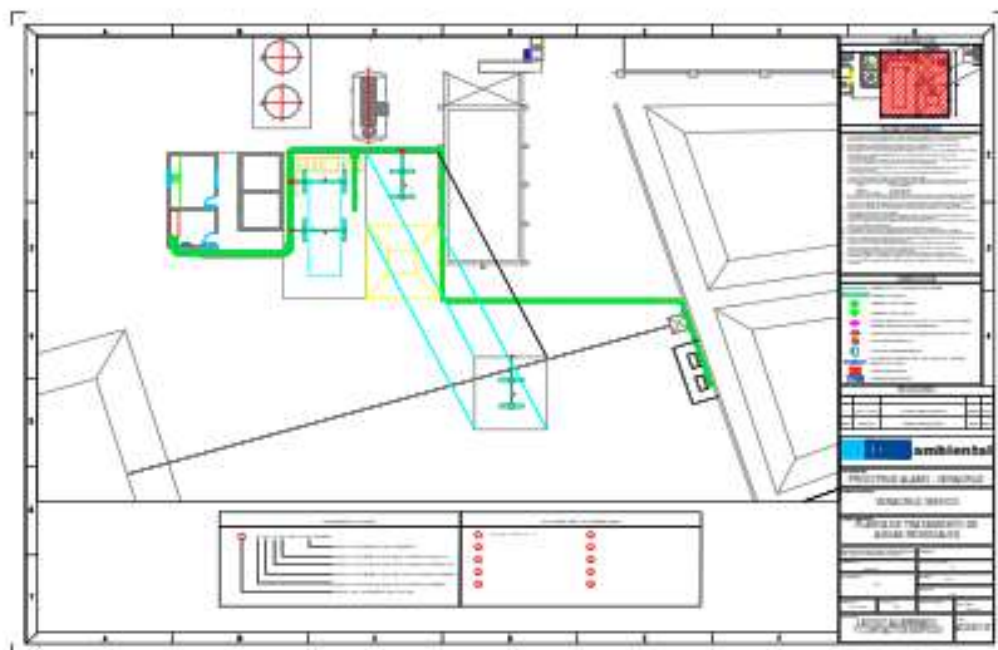


Figura 10: Plano civil PTAR.

Como se observar en la figura anterior, la distribución de la empresa se encuentra relativamente cerca de cada área a controlar, es así que con base a este plano es como partiremos a realizar el diseño de las canalizaciones correspondientes tomando en cuenta las distancias y las áreas por las que se puede pasar sin la necesidad de realizar alguna modificación grande a la estructura de la empresa, la colocación de pilastras para el soporte de la charola es una recomendación que se hace al cliente ya que el transporte de la charola es aérea sin la necesidad de realizar alguna de forma subterránea. Para la colocación de la charola al intemperie se tomo en cuenta en los cálculos realizados con anterioridad.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS INVOLUCRADOS

Control de maquinaria para el proceso de reducción de sólidos dentro del liquido a tratar. La manipulación de motores que son controlados por medio de un tablero de control, y respectivamente sensores para el control del sistema.

2.3. ANÁLISIS FORMAL DE LOS SISTEMAS DESDE UN PUNTO DE VISTA DE INGENIERÍA

Recolección de señales eléctricas proporcionadas por sensores, estas señales son recolectadas por instrumentos en campo capaces de medir las condiciones requeridas, para el accionamiento de diferente instrumentos en su caso motores entre otros.

Estudio de corrientes dentro del sistema, para la obtención de voltajes y corrientes competentes para un funcionamiento adecuado del equipo.

2.4. SIMULACIÓN EN SOFTWARE

Para el desarrollo del las simulaciones contemplaremos una solo motor ya que los demás motores realizaran el mismo funcionamiento para ello utilizaremos programas para la programación del plc, usaremos un diagrama de flujo para visualizar un poco mas claro el objetivo del mismo.

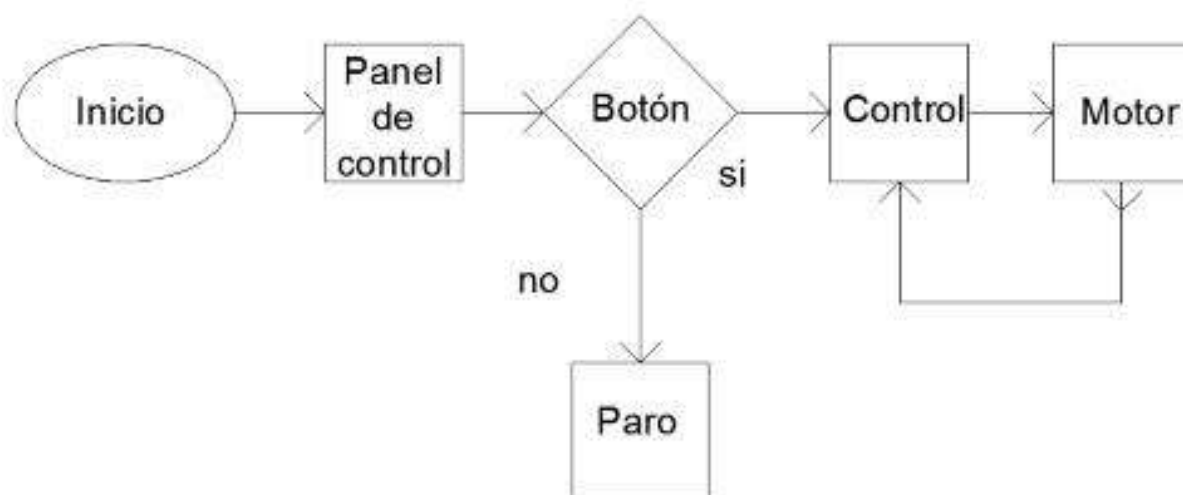


Figura 11: Diagrama de flujo.

Como se visualiza en el diseño, podemos ver que el motor a controlar se encuentra empotrado a una flecha la cual mueve residuos solidos.

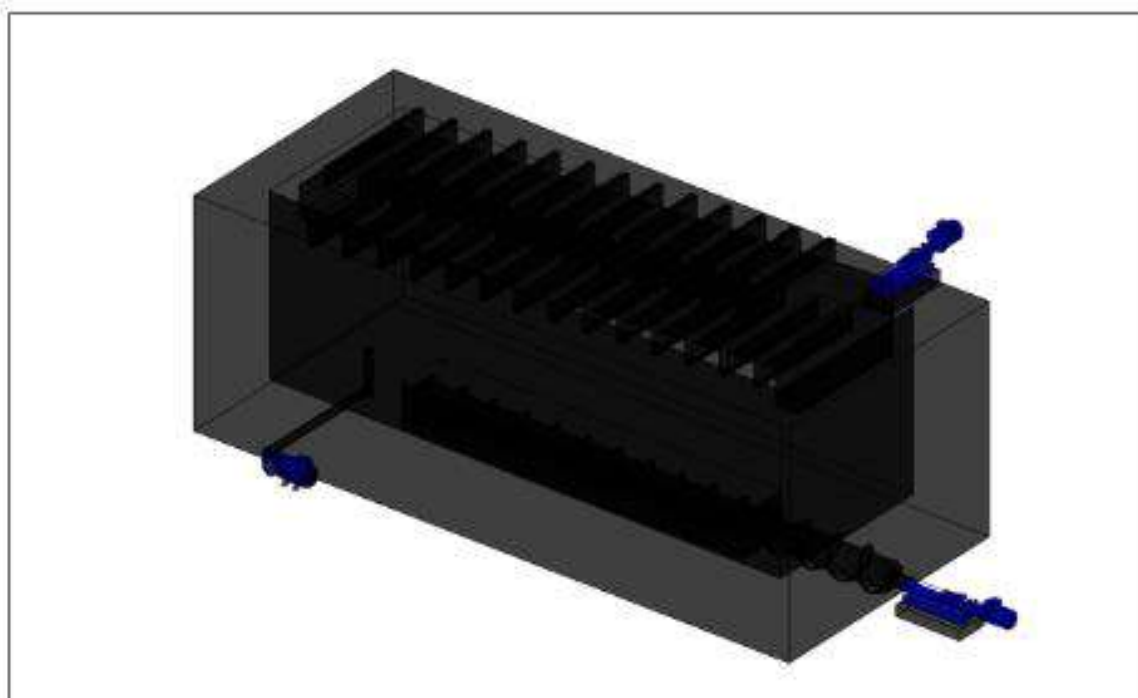


Figura 12: Unidad daf.

La realización del código en algún software tiene como finalidad verifi-

car todo el funcionamiento y la revisión de errores dentro del mismo, para ello usaremos el programa UNILOGIC. En este software podremos trabajar y realizar el programa para el funcionamiento del tablero. Algunos puntos importantes a contemplar es la colocación del paro de emergencia, que nos sirve para detener por completo el funcionamiento que se encuentra realizando, independientemente del desarrollo del funcionamiento la programación se realizara en escalera para un mejor entendimiento.



Figura 13: Realización interfaces.

Tendremos dos modos de controlar su funcionamiento uno sera por medio de botoneras que serán colocados en la parte frontal del tablero y la segunda opción sera la colocación de un pantalla táctil la cual de igual forma nos dejara manipular el funcionamiento. Es así que deberemos realizar la interfaces para la pantalla táctil, gracias a este software nos facilita la colocación de figuras y la posibilidad de vincular cada parte de la pantalla con la función correspondiente.

Para la sección de botoneras estas serán cargadas al plc y por medio de pulsos que seran el accionamiento de el botón respectivo a cada función que esta se realizara, para ello colocaremos botones con etiquetas para identificar físicamente cada botón.

La programación es realizada en escalera, ya que es una forma mas rápida y didáctica de realizar la programación, colocaremos el bloque que corresponde a cada sección para después cargarlo a el PLC.

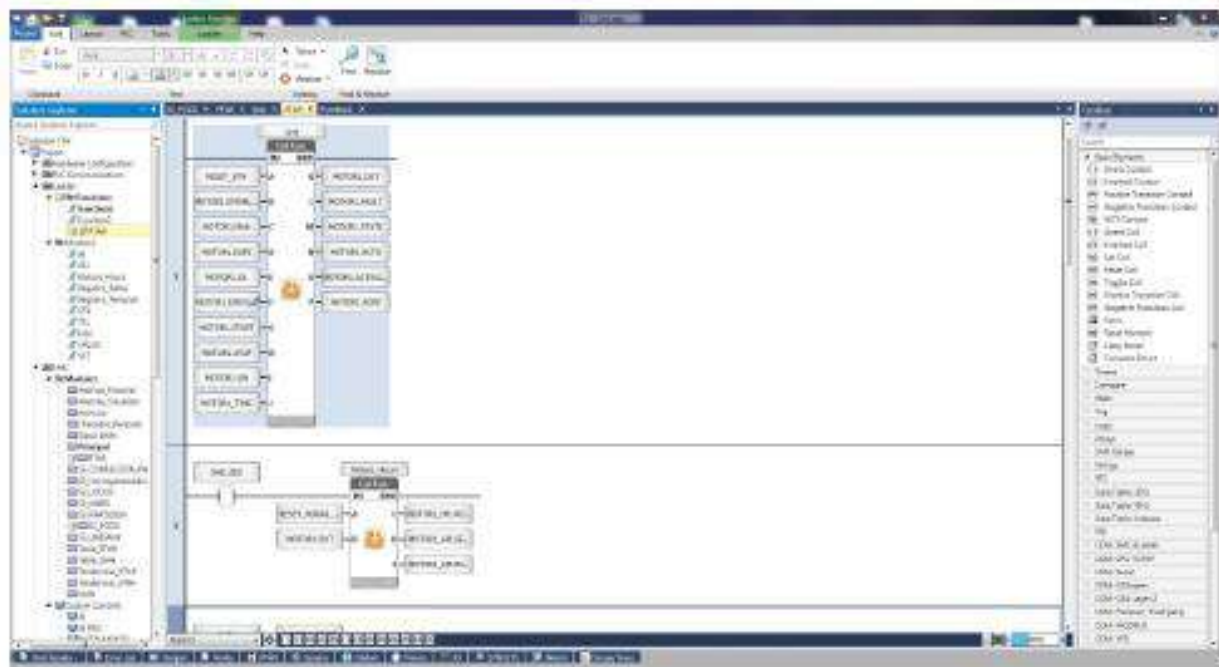


Figura 14: Programación en Unilogic (a).

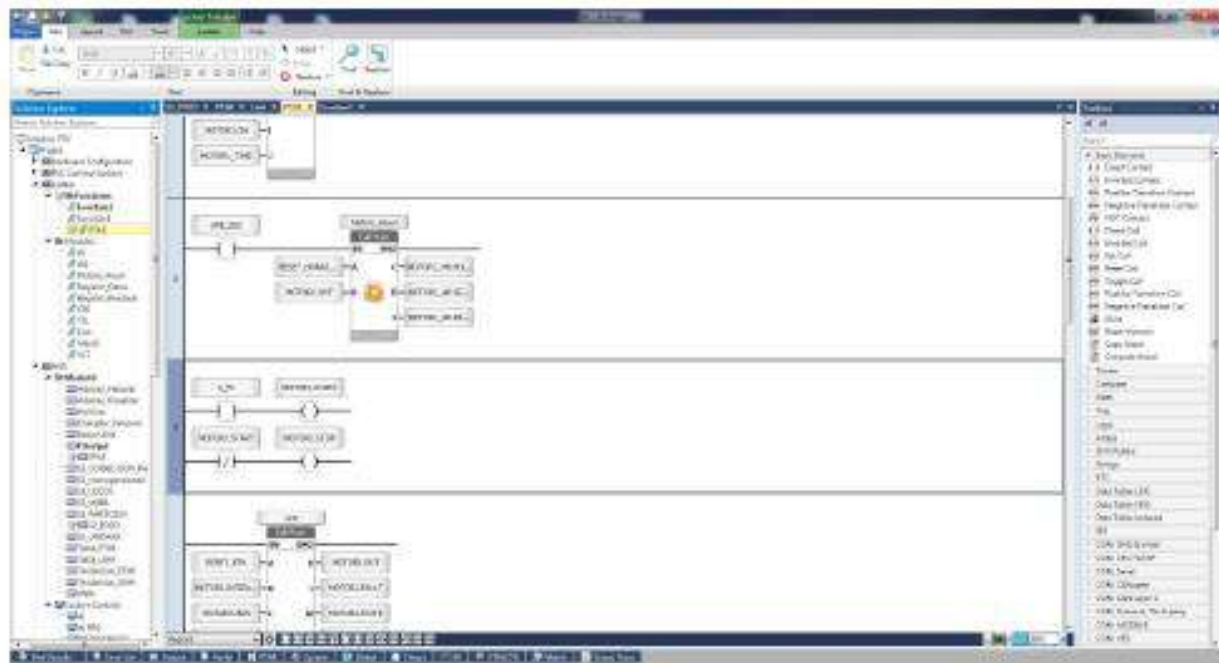


Figura 15: Programación en Unilogic (b).

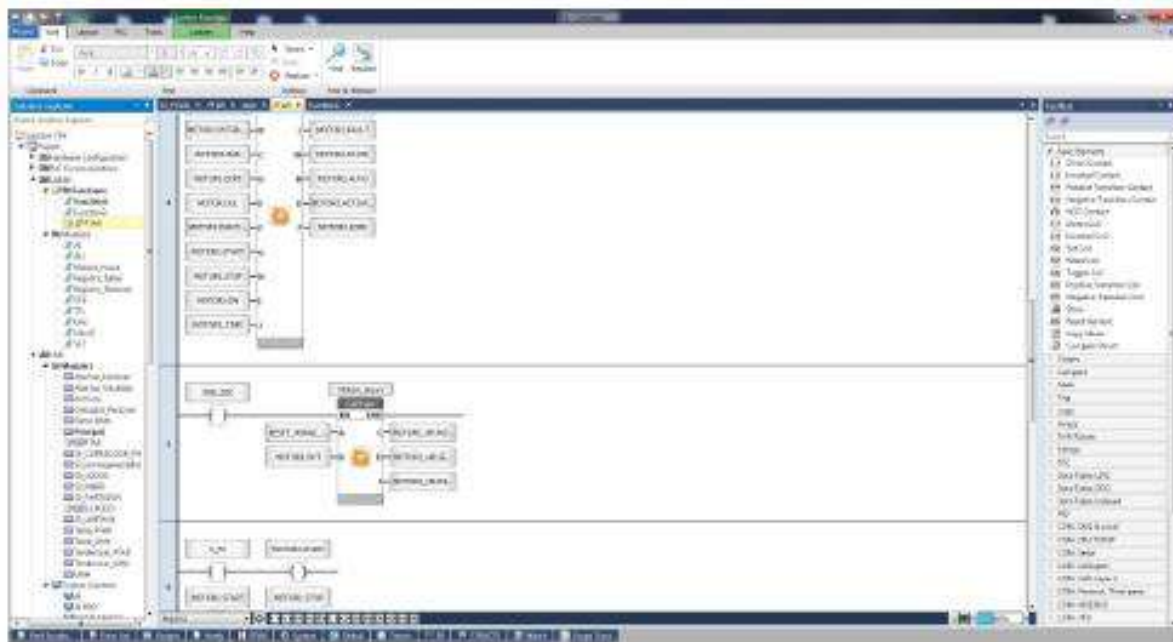


Figura 16: Programación en Unilogic (c).

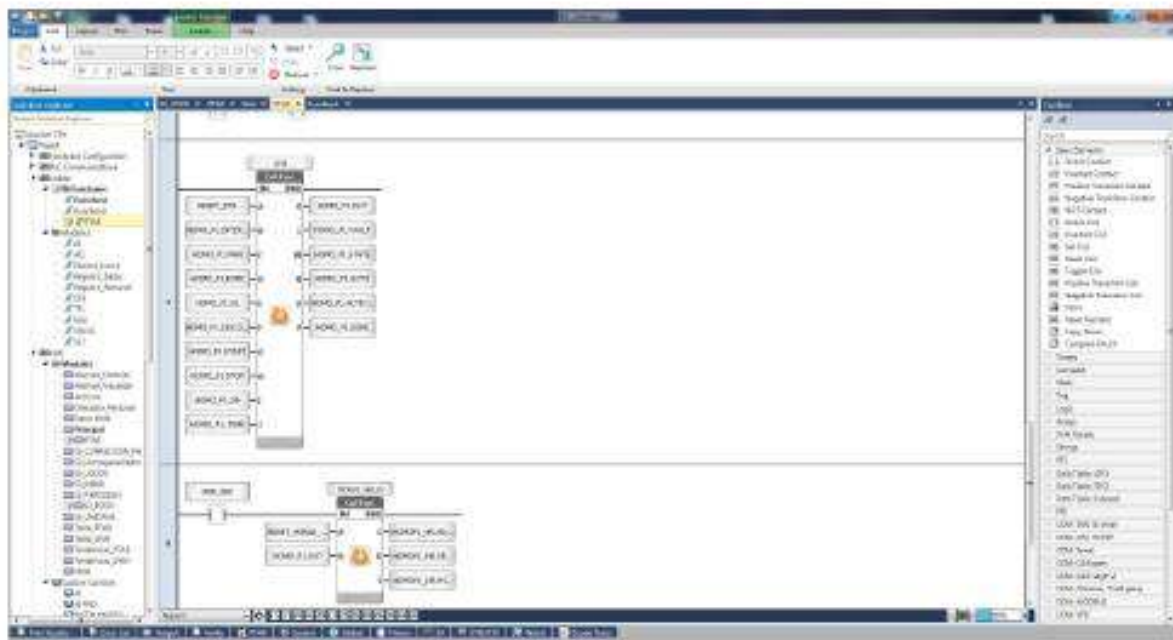


Figura 17: Programación en Unilogic (d).

Una vez realizada la programación y las interfaces para el control por medio de la pantalla daremos inicio a las pruebas dentro del tablero.

2.5. SELECCIÓN DE INSUMOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN

Materiales		
Cantidad	Concepto	Precio
11	Interruptor termomagnetico	400 c/u
18	Relé	250 c/u
14	Guardamotor	800 c/u
7	Vareador de frecuencia	46,000 c/u
1	PLC+panel HMI	15,000
2	Gabinetes	4,000 c/u
5	contactores	400 c/u
1	CPU Unitronics	8,000
1	UPS	1,500
1	Termostato	500
2	Ventiladores	2,000 c/u
30	Clemas	15 c/u
2	Lamparas	400 c/u
Total		382,350.00

Tabla 10: Insumos.

3. CAPITULO

3.1. EVIDENCIAS DE IMPLEMENTACIÓN

Una vez finalizado el montaje interno del tablero se realizan pruebas, para verificar que todos los componentes dentro del tablero sean colocados correctamente para su posterior energización. La revisión es parte por parte dentro del tablero, verificando las conexiones de cada componente, en caso de encontrar algún mal cableado que no este indicado dentro del diagrama este es anotado y señalado dentro del diagrama eléctrico para su posterior corrección, una vez realizadas las correcciones es necesario realizar una segunda revisión, y tener la certeza de que todo este bien conectado, una vez dado el visto bueno ya pasa a la siguiente etapa que es la de puesta en marcha para verificar que todos los componentes, funcionen correctamente.

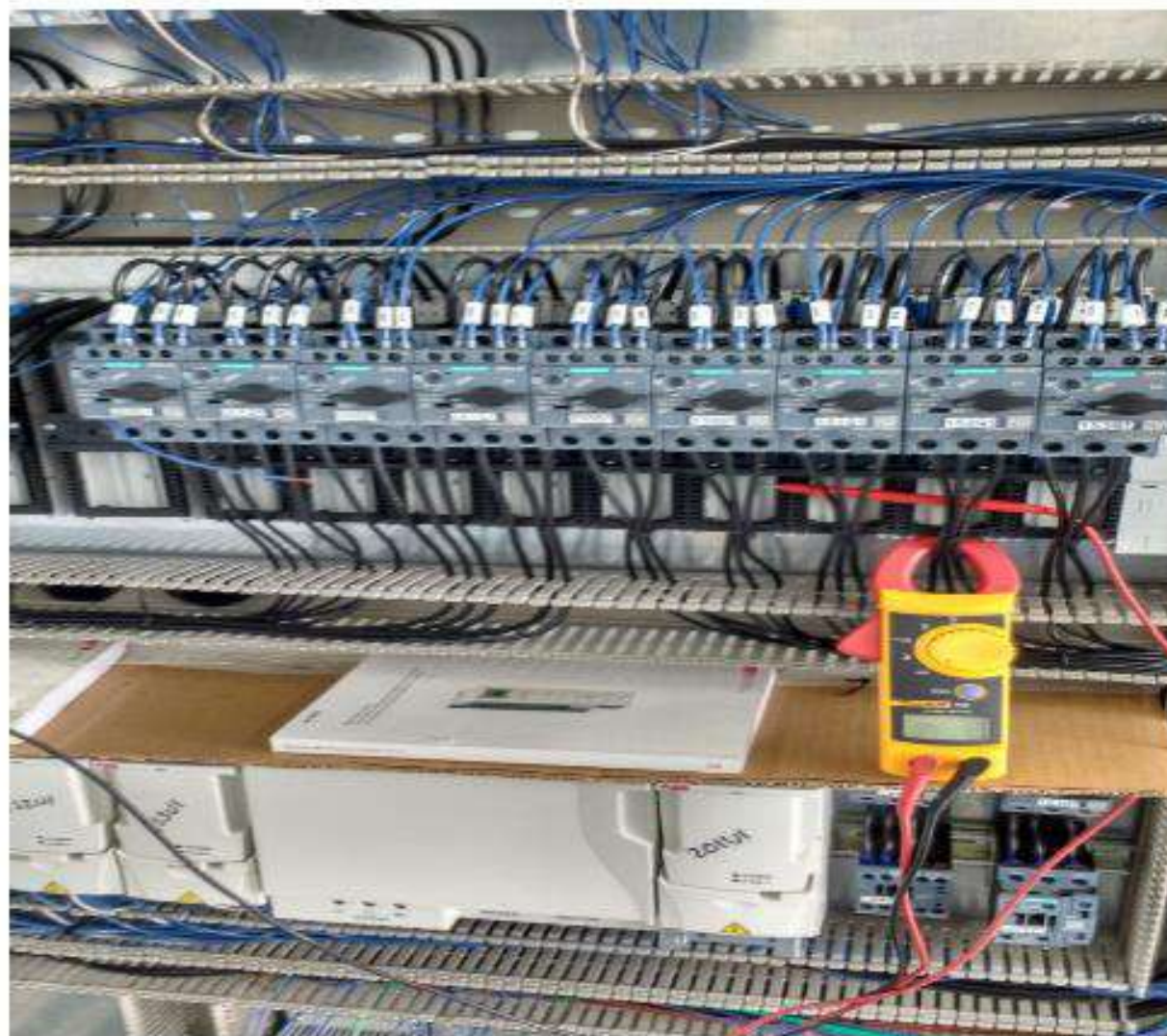


Figura 18: Armado del Tablero.

La algunos instrumentos utilizados para el ensamblaje del tablero fueron la utilización de nutómetro, pinzas ponchadoras, pinzas pela cables, punteras, entre otros elementos.



Figura 19: Tablero terminado.

En las imágenes podemos observar la construcción y acabado final de

las partes que compone el tablero.



Figura 20: Panel de botones conexiones.

La realización de pruebas es indispensable la verificación del programa es por ello que se realizaron pruebas primarias para la verificación del programa, todas estas pruebas fueron realizadas en el cuarto de programación con el ensamblaje de los componentes a utilizar.



Figura 21: Pruebas del código (a).

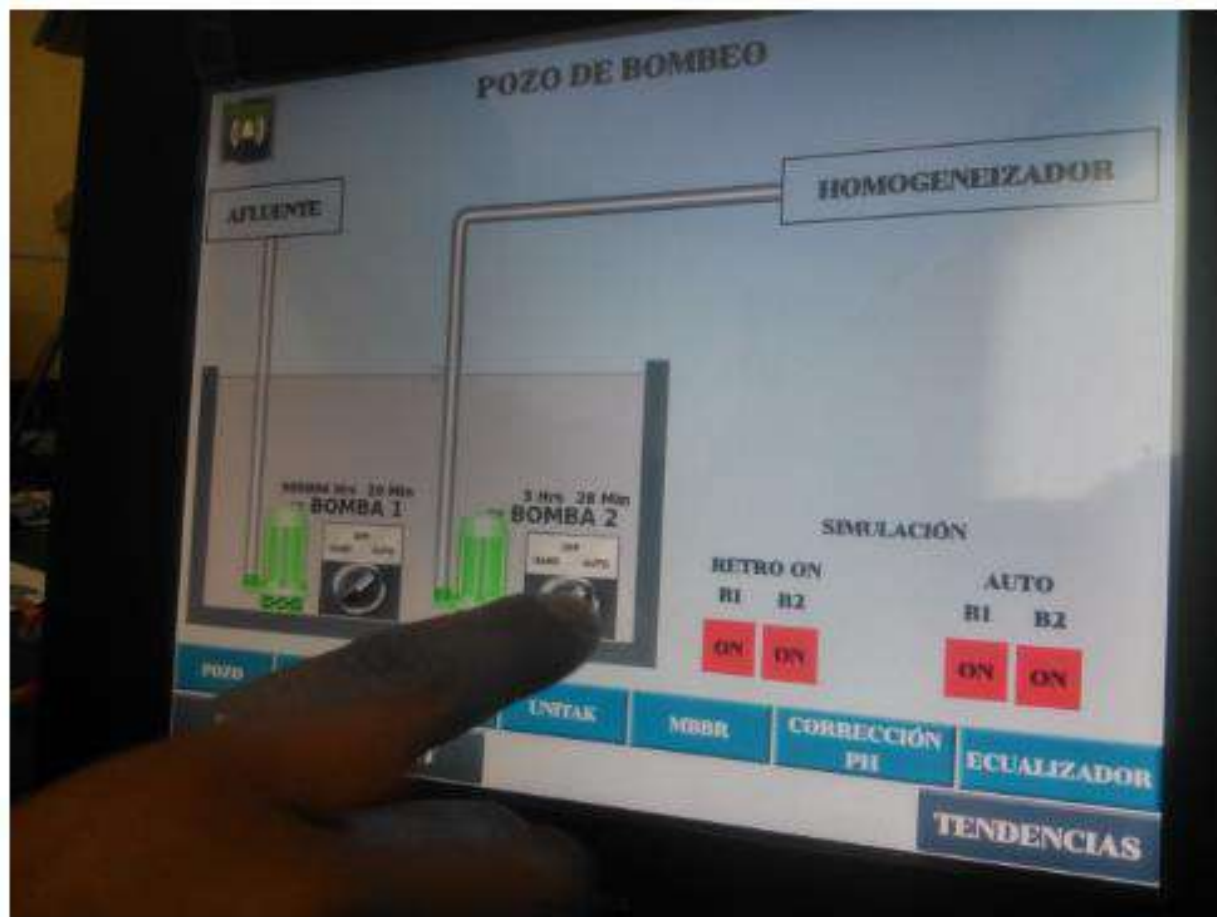


Figura 22: Pruebas del código en la pantalla (b).

Una vez terminado el montaje de los componentes que forman el tablero procederemos a realizar las pruebas, para ello cargaremos el código realizado con el objetivo de verificar su funcionamiento el cual involucra el accionamiento de los varedores de frecuencia, así como el accionamiento de cada componentes interno como lo son lamparas, reveladores, ventiladores entre otros.



Figura 23: Envío del código al PLC.

3.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El desarrollo de cada punto planteado fue realizado bajo diferente criterios y argumentos solicitados cumpliendo con cada uno de ellos y llevando a cabo un orden y a cada punto una prioridad, buscando en todo momento concluir en tiempo y forma.

En todo momento buscando respuestas a los problemas que se fueron presentando, dando por resultado, un trabajo en tiempo y forma.

No.	Actividades	Semanas										
		Septiembre	Octubre				Noviembre				Diciembre	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		24-28	1-5	8-12	15-19	22-26	29-2	5-9	12-16	19-32	26-30	1-7
1	Realización de memoria de calculo	REALIZADO										
2	Desarrollo de diagrama unifilar	REALIZADO										
3	Armado del tablero	REALIZADO										
4	Modificaciones del plano civil	REALIZADO										
5	Canalizaciones en plano civil	REALIZADO										
6	Canalización eléctrica en plano civil	REALIZADO										
7	Diagramas	REALIZADO										
8	Desarrollo del proyecto	REALIZADO										
9	Pruebas	REALIZADO										

Tabla 11: Análisis de Resultados.

3.3. CONCLUSIONES

Algunos factores que influyeron en la realización del proyecto son la comprensión de las funciones que realiza cada elemento a controlar, independientemente de tener conocimientos previos de instalaciones eléctricas, el desarrollo del proyecto se llevo a cavo con sus respectivas normas y sus respectivos cálculos, contemplando las áreas que involucra cada una de ellas tanto como la programación que cumple con el desarrollo y control, siendo este uno de los elementos a valorar dentro del control que se puede dar, otra parte que influyo mucho es el conocimiento en el área de diseño, la cual ayudo de forma inmensurable a lo que comprendía diseño de objetos en 2D y 3D, la distribución de componentes dentro de un bosquejo ya sea solo un objeto o la unión de varios ayudo a reducir gastos necesarios y redujo en un 20 por ciento el trabajo en campo, reduciendo pruebas entre otros aspectos, después de un diseño realizado y justificado podremos decir que será base para el desarrollo del mismo.

En pocas palabras todo proyecto conlleva su grado de dificultad pero con un poco de atención y dedicación, el trabajo a realizar se hace fácil de realizar. Es muy importante tomar en cuenta las normas que rigen algún aspecto en particular, y tomarlas en cuenta es necesario, de ese modo lograremos obtener trabajos bien realizados.

3.4. FUENTES DE REFERENCIA

Referencias

- [1] NOM 001 Sede 2012, Instalaciones eléctricas
- [2] Código Eléctrico Nacional,
- [3] Helukable 2012, Cables y conductores
- [4] Condumex 2018, Alambres y cables

- [5] Eaton T-Cam Switches
- [6] Productos de baja tension, catalogo general ABB México
- [7] Across line 2008-2010
- [8] ACS580 Manual
- [9] Ramon Piedrafita Moreno 2a edicion 2014, Ingeniería de la automatización industrial

3.5. ANEXOS

Artículos

250-122. Tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos.

- **General.** Los conductores de puesta a tierra de equipos, de cobre, aluminio, o aluminio recubierto de cobre, del tipo alambre, no deben ser de tamaño menor a los mostrados en la Tabla 250-122, pero en ningún caso se exigirá que sean mayores que los conductores de los circuitos que alimentan el equipo. Cuando se usa una charola para cables, canalización, blindaje o cable armado como conductor de puesta a tierra de equipos, como se establece en 250-118 y 250-134(a), se debe cumplir con 250-4(a)(5) o (b)(4). Se permitirá que los conductores de puesta a tierra de equipos sean seccionados dentro de un cable multiconductor, siempre y cuando el área combinada en mm^2 o kcmil cumpla con la Tabla 250-122.
- **Incremento en el tamaño.** Cuando se incrementa el tamaño de los conductores de fase, se debe incrementar el tamaño de los conductores de puesta a tierra de equipos, si hay instalados, proporcionalmente al área en mm^2 o kcmil de los conductores de fase.
- **Circuitos múltiples.** Cuando un sólo conductor de puesta a tierra de equipos se instala con circuitos múltiples en la misma canalización, cable o charola para cables, se debe dimensionar para los conductores protegidos con el mayor dispositivo contra sobrecorriente en la canalización, cable o charola para cables. Los conductores de puesta a tierra de equipos, instalados en charola para cables deben cumplir con los requisitos mínimos de 392-10(b)(1)(c).
- **Circuitos de motores.** Los conductores de puesta a tierra de equipos para circuitos de motores se deben dimensionar según (1) o (2) siguientes.

- **General.** El tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a), con base en el valor nominal del dispositivo de protección contra cortocircuito y fallas a tierra del circuito derivado.
- **Interruptor automático de disparo instantáneo y protector contra cortocircuito del motor.** Cuando el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático de disparo instantáneo o un protector contra cortocircuito del motor, el tamaño del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al determinado en 250-122(a) usando el valor nominal máximo permitido del fusible de doble elemento con retardo de tiempo, seleccionado para la protección del circuito derivado contra falla a tierra y cortocircuito, de acuerdo con 430-52(c)(1), Excepción 1.
- **Cordón Flexible y alambre de luminarias.** El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con el mayor conductor del circuito de tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) o menor, y el conductor de puesta a tierra de equipos usado con alambres para artefactos de alumbrado de cualquier tamaño de acuerdo con 240-5, no debe ser menor al tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG) de cobre y no menor a los conductores del circuito. El conductor de puesta a tierra de equipos en un cordón flexible con un conductor del circuito mayor al tamaño 5.26 mm^2 (10 AWG) se debe dimensionar de acuerdo con la Tabla 250-122.
- **Conductores en paralelo.** Cuando los conductores están instalados en paralelo en canalizaciones múltiples o cables, como se permite en 310-10(h), los conductores de puesta a tierra de equipos, si se usan, se deben instalar en paralelo en cada canalización o cable. Cuando los conductores están instalados en paralelo en la misma canalización, cable o charola para cables, como se permite en 310-10(h), se permite un solo conductor de puesta a tierra de equipos. Los conductores de puesta a tierra instalados en charola para cables deben cumplir con los requerimientos mínimos de 392-10(b)(1)(c). El tamaño de cada conductor de puesta a tierra de equipos debe estar de acuerdo con 250-122.
- **Derivados del alimentador.** Los conductores de puesta a tierra de equipos instalados junto con derivaciones del alimentador no deben ser menores que los indicados en la Tabla 250-122, basados en el valor nominal del dispositivo de sobrecorriente del alimentador, pero no se exigirá que sean mayores que los conductores de la derivación.

Cavidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos canalizados, etc., sin exceder de: (Amp.)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o Kcmil	mm ²	AWG o Kcmil
15	2.08	14	-	-
20	3.31	12	-	-
60	5.26	10	-	-
100	8.37	8	-	-
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Tabla 12: Tabla 250-122.

310-15. Ampacidad para conductores con tensión de 0-2000 V.

■ Generalidades

- **Tablas o supervisión de ingeniería.** Se permitirá determinar la ampacidad de los conductores mediante Tablas, Como se establece en 310-15 (b) o bajo la supervisión de ingeniería, como se establece en 310-15 (c).
NOTA 1: En las ampacidades proporcionadas en esta sección no se tiene en cuenta la caída de tensión. Véase 210-19 (a), Nota 4, para circuitos derivados y 215-2 (a) Nota 2 para alimentadores.
- **Selección de la ampacidad.** Cuando se puede aplicar mas de una ampacidad para un circuito de una longitud determinada, se debe usar el menor valor.

Excepción: Cuando se apliquen dos ampacidades distintas a partes adyacentes de un circuito, se permitirá utilizar la mayor ampacidad mas

allá del punto de transición, hasta una distancia igual a 3.00 metros o 10 por ciento de la longitud del circuito calificado de corriente mas alta, el valor que sea menor.

NOTA: Para las limitaciones de temperatura de los conductores, según las disposiciones de su terminación, véase 110-14 (c).

- **Limites de temperatura de los conductores.** Ningún conductor se debe utilizar de modo que su temperatura de operación supere la temperatura del aislamiento para la cual se diseña el tipo de conductor con aislamiento al que pertenezca. En ningún caso se debe unir los conductores de modo que, con respecto al tipo de circuito, al método de alambrado aplicado o al numero de conductores, se supere el limite de temperatura de alguno de los conductores.

NOTA: El valor nominal de temperatura de un conductor [Véase Tablas 310-104 (a) y 310-104 (c)] es la temperatura máxima, en cualquier punto de su longitud, que puede soportar el aislamiento del conductor durante un prolongado periodo de tiempo sin que se produzcan daños. Las Tablas de ampacidades permisibles, las Tablas de ampacidades del Artículo 310 y las ampacidades del Apéndice B, los factores de corrección de temperatura ambiente en 310-15 (b) (2) y las notas a las mismas, ofrecen orientación para coordinar el tipo, tamaño, ampacidad permisible, ampacidad, temperatura ambiente y numero de conductores asociables. Los principales determinantes de la temperatura de operación son:

- Temperatura ambiente. La temperatura ambiente puede variar a lo largo del conductor y con el tiempo.
- El calor generado interior mente en el conductor por el flujo de la corriente, incluidas la corriente fundamental y sus armónicos.
- El valor nominal de disipación del calor generado en el medio ambiente. El aislamiento térmico que cubre o rodea a los conductores afecta el valor nominal de disipación del calor.
- Los conductores adyacentes portadores de corriente. Los conductores adyacentes tiene el doble efecto de elevar la temperatura ambiente e impedir la disipación de calor.

NOTA 2: Consulte 110-14 (c) para limites de temperatura de las terminales.

- **Tablas.** La ampacidad de los conductores de 0 a 2000 volts debe ser la especificada en las tablas de ampacidad permisible 310-15 (b) (16) a 310-15 (b) (19), y en las tablas de ampacidad 310-15 (b) (20) y 310-15 (b) (210), según se modifiquen con lo indicado en (b) (1) hasta (b) (7) siguientes.

Se permitirán aplicar los factores de ajuste y la corrección de temperatura a la ampacidad para el valor no minal de temperatura del conductor, siempre que la ampacidad corregida y ajustada no exceda la ampacidad para el valor nominal de temperatura de la terminal de acuerdo con 110-14 (c).

NOTA: Las Tablas 310-15 (b) (16) a 310-15 (b) (19) son Tablas de aplicación para usarse en la determinación del tamaño de los conductores con las cargas calculadas de acuerdo con el Artículo 220.

La ampacidad permisible es el resultado de tener en cuenta uno o mas de los siguientes factores.

- La coordinación con los dispositivos de protección contra sobre corriente del circuito y del sistema.
- La conformidad con los requisitos de aprobación de productos. Véase 110-3 (b).
- Cumplir con las normas de seguridad establecidas por las practicas industriales y procedimientos normalizados.
- **Generalidades.** Para la explicación de las letras usadas en las Tablas, y para los tamaños reconocidos de los conductores para los diferentes aislamientos de los mismos, véase las Tablas 310-104 (a) y 310-104 (b). Para los requisitos de las instalaciones, véase 310-1 a 310-15 (a) (3) y los diferentes Artículos de esta NOM. Para cordones flexibles, véase Tablas 400-4, 400-5 (a) (1) y 400-5 (a) (2).
- **Factores de corrección de temperatura ambiente.** Las ampacidades para temperaturas ambiente diferentes a las mostradas en las tablas de ampacidad se deberán corregir de acuerdo con la Tabla 310-15 (b) (2) (a) o Tabla 310-15 (b) (2) (b), o se permitira que sean calculadas usando la siguiente ecuación:

$$I' = I \sqrt{\frac{T_c - T'_a}{T_c - T_a}}$$

Donde:

I' = Ampacidad corregida por temperatura ambiente

I = Ampacidad en tablas

T_c = Temperatura del conductor ($^{\circ}C$)

T'_a = Temperatura ambiente nueva ($^{\circ}C$)

T_a = Temperatura ambiente usadas en tablas ($^{\circ}C$)

Para temperaturas ambiente distintas de 30°C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación.			
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura del conductor		
	60°C	75°C	90°C
10 o menos	1.29	1.20	1.15
11-15	1.22	1.15	1.12
16-20	1.15	1.11	1.08
21-25	1.08	1.05	1.04
26-30	1.00	1.00	1.00
31-35	0.91	0.94	1.96
36-40	0.82	0.88	0.91
41-45	0.71	0.82	0.87
46-50	0.58	0.75	0.82
51-55	0.41	0.67	0.76
56-60	-	0.58	0.71
61-65	-	0.47	0.65
66-70	-	0.33	0.58
91-75	-	-	0.50
76-80	-	-	0.41
81-85	-	-	0.29

Tabla 13: Tabla 310-15 (b) (2) (a).

Para temperaturas ambiente distintas de 40°C, multiplique las anteriores ampacidades permisibles por el factor correspondiente de los que se indican a continuación:						
Temperatura ambiente (°C)	Rango de temperatura de los conductores					
	60°C	75°C	90°C	150°C	200°C	250°C
10 o menos	1.58	1.36	1.26	1.13	1.09	1.07
11-15	1.50	1.31	1.22	1.11	1.08	1.06
16-20	1.41	1.25	1.18	1.09	1.06	1.05
21-25	1.32	1.20	1.14	1.07	1.05	1.04
26-30	1.22	1.13	1.10	1.04	1.03	1.02
31-35	1.12	1.07	1.05	1.02	1.02	1.01
36-40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41-45	0.87	0.93	0.95	0.98	0.98	0.99
46-50	0.71	0.85	0.89	0.95	0.97	0.98
51-55	0.50	0.76	0.84	0.93	0.95	0.96
56-60	-	0.65	0.77	0.90	0.94	0.95
61-65	-	0.53	0.71	0.88	0.92	0.94
66-70	-	0.38	0.63	0.85	0.90	0.93
91-75	-	-	0.55	0.83	0.88	0.91
76-80	-	-	0.45	0.80	0.87	0.90
81-90	-	-	-	0.74	0.83	0.87

91-100	-	-	-	0.67	0.79	0.85
101-110	-	-	-	0.60	0.75	0.82
111-120	-	-	-	0.52	0.71	0.79
121-130	-	-	-	0.43	0.66	0.76
131-140	-	-	-	0.30	0.61	0.72
141-160	-	-	-	-	0.50	0.65
161-180	-	-	-	-	0.35	0.58
181-200	-	-	-	-	-	0.49
201-225	-	-	-	-	-	0.35

Tabla 14: Tabla 310-15 (b) (2) (b).

• **Factores de ajuste.**

- Mas de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable. Cuando el numero de conductores portadores de corriente en una canalización o cable es mayor a de tres, cuando los conductores individuales o cables multiconductores se instalan sin conservar su separación en una longitud continua mayor de 60 centímetros y no están instalados en canalizaciones, la ampacidad permisible de cada conductor se debe reducir como se ilustra en la Tabla 310-15 (b) (3) (a). Cada conductor portador de corriente de un grupo de conductores en paralelo se debe contar como un conductor portador de corriente.

Cuando conductores de sistemas diferentes, como se establece en 300-3, están instalados en una canalización o cable común, los factores de ajuste mostrados en la tabla 310-15 (B (3)) (a) se deben aplicar únicamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Artículos 210, 215, 220 y 230).

Número de conductores	Porcentaje de los valores en las tablas 310-15(b)(16) a 31015(b)(19), ajustadas para temperatura ambiente, si es necesario.
4-6	80
7-9	70
10-20	50
21-30	45
31-40	40
41 y mas	35

Tabla 15: Tabla 310-15(b)(3)(a).

Nota 1: Véase el apéndice A, Tabla B.310-15(b)(2)(11), para los factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente

en una canalización o cable con carga diversificada.

Nota 2: Véase 366-23(a) en relación con los factores de ajuste para conductores en canales auxiliares de lámina metálica y 376-22(b) para los factores de ajuste para conductores en ductos metálicos.

- 1 Cuando los conductores estén instalados en charolas portacables, se debe aplicar lo establecido en 392-80.
- 2 Los factores de ajuste no se deben aplicar a los conductores en canalizaciones cuya longitud no supere los 60 centímetros.
- 3 Los factores de ajuste no se deben aplicar a conductores subterráneos que entran o salgan de una zanja exterior, si están protegidos físicamente por tubo conduit metálico pesado, tubo conduit metálico semipesado, tubo conduit rígido de polícloruro de vinilo tipo PVC o tubo conduit de resina termofija reforzada RTRC en una longitud no mayor a 3.00 metros, y si el número de conductores no pasa de cuatro.
- 4 No se deben aplicar factores de ajuste a cables de tipo AC o de tipo MC bajo las siguientes condiciones:
 - a Los cables no tienen cubierta exterior total
 - b Cada cable no tiene más de tres conductores portadores de corriente
 - c Los conductores de tamaño 3.31 mm^2 (12 AWG)
 - d No más de 20 conductores de fase son instalados sin conservar la separación, están apilados o apoyados en anillos de retención.
- 5 Se debe aplicar un factor de ajuste del 60 por ciento a los cables tipo AC o tipo MC bajo las siguientes condiciones:
 - a Los cables no tienen cubierta exterior total
 - b El número de conductores portadores de corriente exceden de 20.
 - c Los cables están amontonados o agrupados en una longitud de más de 60 centímetros sin conservar la separación.
- Más de un tubo conduit, tubo o canalización. Se debe mantener la separación entre tubos conduits, tubos o canalizaciones.
- Canalizaciones circulares expuestas a la luz solar en azoteas. Cuando los conductores o cables se instalan en canalizaciones circulares expuestas a la luz solar directa en o por encima de azoteas, los valores que se indican en la Tabla 310-15(b)(3)(c) se deben agregar a la temperatura exterior para determinar la temperatura ambiente correspondiente para la aplicación de los factores de corrección de las Tablas 310-15(b)(2)(a) ó 310-15(b)(2)(b).

Distancia por encima del techo hasta la base del tubo conduit milímetros	Sumador de temperatura °C.
De 0 hasta 13	33
Mas de 13 hasta 90	22
Mas de 90 hasta 300	17
Mas de 300 hasta 900	14

Tabla 16: Tabla 310-15(b)(3)(c).

- **Conductores desnudos o recubiertos.** Cuando se instalan conductores desnudos o recubiertos con conductores aislados, la temperatura nominal del conductor desnudo o recubierto debe ser igual a la temperatura nominal más baja de los conductores aislados con el fin de determinar la ampacidad.
- **Conductor del neutro.**
 - 1 No se exigirá tomar en cuenta el conductor del neutro que transporte sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores del mismo circuito, cuando se aplican las disposiciones de 310-15(b)(3)(a).
 - 2 En un circuito de tres hilos, que consta de dos conductores de fase y el conductor del neutro, de un sistema trifásico de 4 hilos conectado en estrella, un conductor común transporta aproximadamente la misma corriente que la de línea a neutro de los otros conductores, y se debe tener en cuenta al aplicar lo establecido en 310-15(b)(3)(a).
 - 3 En una instalación trifásica de 4 hilos conectada en estrella, en la cual la mayor parte de la carga consiste en cargas no lineales, circulan corrientes armónicas en el conductor del neutro, por lo que el conductor del neutro se debe considerar como un conductor portador de corriente.
- **Conductor de puesta a tierra o de unión.** Al aplicar lo establecido en las disposiciones de 310-15 (b)(3)(a) no se debe tener en cuenta el conductor de puesta a tierra o el de unión.
- **Acometidas y alimentadores monofásicos, de 3 hilos, de 120/240 volts, para viviendas.** Para unidades de vivienda unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares, los conductores incluidos en la Tabla 310-15(b)(7) se permitirán como conductores de alimentadores monofásicos de 3 hilos de 120/240 volts que funcionan como el principal alimentador de energía de una unidad de vivienda y están instalados en canalizaciones o cables con o sin un conductor de puesta a tierra del equipo. Para

la aplicación de esta sección, el alimentador principal de energía debe ser el alimentador entre el desconectador principal y el tablero de distribución que alimenta, bien sea mediante circuitos derivados o mediante alimentadores, o ambos, todas las cargas que forman parte o que están asociadas a la unidad de vivienda. No se exigirá que los conductores del alimentador para una unidad de vivienda tengan una ampacidad nominal permisible mayor que sus conductores de acometida. Se permitirá que el conductor puesto a tierra sea de menor tamaño que los conductores de fase, siempre y cuando se cumplan los requisitos de 215-2, 220-61 y 230-42.

Valor nominal de acometida o del alimentador (amperes)	Tamaño o designación del conductor			
	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto	
	mm ²	AWG o Kcmil	mm ²	AWG o Kcmil
100	21.2	4	33.6	2
110	26.7	3	42.4	1
125	33.6	2	53.5	1/0
150	42.4	1	67.4	2/0
175	53.5	1/0	85.0	3/0
200	67.4	2/0	107	4/0
225	85.0	3/0	127	250
250	107	4/0	152	300
300	127	250	177	350
350	177	350	253	500
400	203	400	301	600

Tabla 17: Tabla 310-15(b)(7).

- Supervisión de ingeniería** Bajo la supervisión de ingeniería, se permitirá calcular la ampacidad de los conductores mediante la siguiente ecuación general:

$$I = \sqrt{\frac{(T_c)(T_a)}{(R_{cc}(1 + Y_c)R_{ca})}} \cdot 10^3 \text{ Amperes}$$

- T_c = Temperatura del conductor (°C)
- T_a = Temperatura ambiente (°C)
- R_{cc} = Resistencia de corriente continua del conductor a la temperatura T_c
- Y_c = Componente de la resistencia de corriente alterna debida al efecto superficial y efecto de proximidad

- R_{ca} = Resistencia térmica efectiva entre el conductor y el medio ambiente que lo rodea

- **Protección contra sobre corriente.** Cuando las capacidades nominales o el ajuste de los dispositivos de protección contra sobrecorriente no correspondan con las capacidades nominales y con los valores de ajuste permitidos para esos conductores, se permite tomar los valores inmediatamente superiores, según lo establecido en 240-3(b) y 240-3(c).

Tamaño		Temperatura nominal del conductor[Véase tabla 310-104 (a)]					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm ²	AWG o Kcmil	Tipos TW, UF	Tipos RHW,THHW, THHW- LS,THW, THW- LS,THWN, XHHW,USE, ZW	Tipos TBS,SA,SIS, FEP,FEPB, MLRHH, RHW- 2,THHN, THHW,- LS,THW-2, THWN- 2,USE-2, XHH,XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos UF	Tipos RHW,XHHW, USE	Tipos SA,SIS,RHH, RHW-2,USE- 2,XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		Cobre			Aluminio o aluminio recubierto de cobre		
0.824	18	-	-	14	-	-	-
1.31	16	-	-	18	-	-	-
2.08	14	15	20	25	-	-	-
3.31	12	20	25	30	-	-	-
5.26	10	30	35	40	-	-	-
8.37	8	40	50	55	-	-	-
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115

53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Tabla 18: Tabla 310-15(b)(16).

Tamaño		Temperatura nominal del conductor Véase tabla 310-104 (a)					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
mm ²	AWG o Kcmil	Tipos TW, UF	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	Tipos TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos UF	Tipos RHW, XHHW, USE	Tipos SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		Cobre			Aluminio o aluminio recubierto de cobre		
0.824	18	-	-	14	-	-	-
1.31	16	-	-	18	-	-	-
2.08	14	25	30	35	-	-	-
3.31	12	30	35	40	-	-	-
5.26	10	40	50	55	-	-	-
8.37	8	60	70	80	-	-	-
13.3	6	80	95	105	60	75	85
21.2	4	105	125	140	80	100	115
26.7	3	120	145	165	95	115	130
33.6	2	140	170	190	110	135	150
42.4	1	165	195	220	130	155	175
53.49	1/0	195	230	260	150	180	205
67.43	2/0	225	265	300	175	210	235
85.01	3/0	260	310	350	200	240	270
107.2	4/0	300	360	405	235	280	315
127	250	340	405	455	265	315	355
152	300	375	445	500	290	350	395
177	350	420	505	570	330	395	445
203	400	455	545	615	355	425	480
253	500	515	620	700	405	485	545
304	600	575	690	780	455	545	615
355	700	630	755	850	500	595	670
380	750	655	785	885	515	620	700
405	800	680	815	920	535	645	725
456	900	730	870	980	580	700	790
507	1000	780	935	1055	625	750	845
633	1250	890	1065	1200	710	855	965
780	1500	980	1175	1325	795	950	1070
887	1750	1070	1280	1445	875	1050	1185
1013	2000	1155	1385	1560	960	1150	1295

Tabla 19: Tabla 310-15(b)(17).

Tamaño		Temperatura nominal del conductor [Véase tabla 310-104 (a)]			
		150°C	200°C	250°C	150°C
mm ²	AWG o Kcmil	Tipo Z	Tipo FEP, FEPB, FPA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	De aluminio o aluminio recubierto de cobre
2.08	14	34	36	39	-
3.31	12	43	45	54	-
5.26	10	55	60	73	-
8.37	8	76	83	93	-
13.3	6	96	110	117	75
21.2	4	120	125	148	94
26.7	3	143	152	166	109
33.6	2	160	171	191	124
42.4	1	186	197	215	145
53.5	1/0	215	229	244	169
67.4	2/0	251	260	273	198
85.0	3/0	288	297	308	227
107	4/0	332	346	361	260

Tabla 20: Tabla 310-15(b)(18).

Tamaño		Temperatura nominal del conductor [Véase tabla 310-104 (a)]			
		150°C	200°C	250°C	150°C
mm ²	AWG o Kcmil	Tipo Z	Tipo FEP, FEPB, FPA, SA	Tipos PFAH, TFE	Tipo Z
		Cobre		Níquel o cobre recubierto de níquel	De aluminio o aluminio recubierto de cobre
2.08	14	46	54	59	-
3.31	12	60	68	78	-
5.26	10	80	90	107	-
8.37	8	106	124	142	-
13.3	6	155	165	205	112
21.2	4	190	220	278	148
26.7	3	214	252	327	170
33.6	2	155	293	381	198
42.4	1	293	344	440	228
53.5	1/0	339	399	532	263
67.4	2/0	390	467	591	305
85.0	3/0	451	546	708	351
107	4/0	529	629	830	411

Tabla 21: Tabla 310-15(b)(19).

Tamaño		Temperatura nominal del conductor [Véase tabla 310-104 (a)]			
		75°C	90°C	75°C	90°C
mm ²	AWG o Kcmil	Tipos RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW- LS, THWN, XHHW, ZW	Tipo ML, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, RHH, RHW- 2, USE-2, XHHW, XHHW-2, ZW-2	Tipos RHW, XHHW	Tipo RHH, XHHW, RHW-2, XHHW-2, USE-2, ZW-2
		Cobre		Aluminio o aluminio recu- bierto de cobre	
8.37	8	56	66	-	-
13.3	6	76	89	59	69
21.2	4	101	117	78	91
26.7	3	118	138	98	107
33.6	2	135	158	106	123
42.4	1	158	185	123	144
53.5	1/0	183	214	143	167
67.4	2/0	212	247	165	193
85.0	3/0	245	287	192	224
107	4/0	287	335	224	262
127	250	320	374	251	292
127	300	359	419	282	328
127	350	397	464	312	364
127	400	430	503	339	395
127	500	496	580	392	458
304	600	553	647	440	514
355	700	610	714	488	570
380	750	638	747	512	598
405	800	660	773	532	622
456	900	704	826	572	669
507	1000	748	879	612	716

Tabla 22: Tabla 310-15(b)(20).

Conductores de cobre				Conductores de Aluminio AAC			
Tamaño		Desnudos	Recubiertos	Tamaño		Desnudos	Recubiertos
mm ²	AWG o Kcmil	Amperes	Amperes	mm ²	AWG o Kcmil	Amperes	Amperes
8.37	8	98	103	-	-	-	-
13.3	6	124	130	13.3	6	96	101
21.2	4	155	163	21.0	4	121	127
26.7	2	209	219	33.6	2	163	171
33.6	1/0	282	297	53.5	1/	220	231
42.4	2/0	329	344	67.4	2/0	255	268
53.5	3/0	382	401	58.0	3/0	297	312
67.4	4/0	444	466	107	4/0	346	364
85.0	250	494	519	135	266.8	403	423
107	300	556	584	171	336.4	468	492
127	500	773	812	201	397.5	522	548
152	750	1000	1050	242	447	588	617
177	1000	1193	1253	282	556.5	650	682
-	-	-	-	322	636	709	744
-	-	-	-	403	795	816	860
-	-	-	-	483	954	920	-
-	-	-	-	524	1033.5	968	1017
-	-	-	-	645	1272	1103	1201
-	-	-	-	806	1590	1267	1381
-	-	-	-	1013	2000	1454	1527

Tabla 23: Tabla 310-15(b)(21).

392-80. Ampacidad de los conductores.

- **Ampacidad de cables de 2000 volts o menos, en charolas portacables.**
 - **Cables multiconductores.** La ampacidad permisible de los cables multiconductores de 2000 volts o menos, instalados según los requisitos de 392-22(a), debe ser como se establece en las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18), sujeta a las disposiciones de 310-15(a)(2) y los incisos (a), (b), (c) siguientes.
 - Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) se deben aplicar únicamente a cables multiconductores con más de tres conductores portadores de corriente. La factores de ajuste se deben limitar al número de conductores portadores de corriente en el cable y no al número de conductores en la charola portacables.
 - Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, no se permitirá que los cables multiconductores tengan más del 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(16) y 310-15(b)(18).

- Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable la ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles, corregidas para la temperatura ambiente, de los cables multiconductores, con no más de tres conductores aislados de 0 a 2000 volts al aire libre, de acuerdo con 310-15(c).

NOTA: Véase la Tabla B-310-15(B)(2)(3).

- **Cables de un solo conductor.** La ampacidad permisible para cables de un solo conductor debe ser como lo permite 310-15(a)(2). Los factores de ajuste de 310-15(b)(3)(a) no se deben aplicar a la ampacidad de los cables en las charolas portacables. La ampacidad de los cables de un solo conductor o de los conductores individuales juntos (en grupos de tres conductores, cuatro conductores, etc.) de 2000 volts o menos, debe cumplir lo siguiente:

- Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 304 mm^2 (600 kcmil) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 304 mm^2 (600 kcmil) y más, no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).
- Cuando estén instalados según los requisitos de 392-22(b), la ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) a 253 mm^2 (500 kcmil) en charolas sin cubiertas, no debe exceder el 65 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19). Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) a 253 mm^2 (500 kcmil) no debe exceder el 60 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).
- Cuando se instalen conductores individuales en una sola capa en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo una separación entre los conductores individuales no menor al diámetro de un cable entre los conductores individuales, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-15(b)(17) y 310-15(b)(19).

Excepción para C: Para las charolas portacables de fondo

sólido, la ampacidad de los cables de un solo conductor se debe determinar de acuerdo con 310-15(c).

- Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de 2 ó 3 conductores individuales aislados de 0 a 2000 volts sostenidos en un mensajero, de acuerdo con 310-15(b).
NOTA: Véase la Tabla 310-15(b)(20).

- **Combinaciones de cables multiconductores y cables de un solo conductor.** Cuando una charola portacables tiene una combinación de cables multiconductores y de un solo conductor, la ampacidad permisible debe ser la indicada en 392-80(a)(1) para los cables multiconductores y 392-80(a)(2) para cables de un solo conductor. Siempre que se apliquen las siguientes condiciones:

- La suma del área de ocupación del cable multiconductor como porcentaje del área de ocupación permisible para la charola, calculada según 392-22(a), y el área de ocupación del cable de un solo conductor como porcentaje del área de ocupación permisible de la charola, calculada según 392-22(b), totaliza no más del 100 por ciento.
- Los cables multiconductores están instalados de acuerdo con 392-22(a) y los cables de un solo conductor se instalan de acuerdo con 392-22(b).
- **Ampacidad de cables de media tensión y tipo MC (de más de 2000 volts) en charolas portacables.** La ampacidad de cables de más de 2000 volts instalados de acuerdo con 392-22(c) no debe exceder los requisitos de esta sección.
- **Cables multiconductores (de más de 2000 volts).** La ampacidad permisible de los cables multiconductores debe ser como se establece en las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) sujeta a las siguientes disposiciones:
 - Cuando las charolas portacables estén cubiertas continuamente por más de 1.80 metros de cubiertas sólidas sin ventilación, se permitirá como máximo el 95 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(75) y 310-60(c)(76) para los cables multiconductores.

- Cuando se instalen cables multiconductores en una sola capa en charolas portacables sin tapas, manteniendo una separación entre cables no menor al diámetro de un cable, su ampacidad no debe exceder las ampacidades permisibles de las 310-60(c)(71) y 310-60(c)(72).
- **Cables de un solo conductor (de más de 2000 volts).** La ampacidad de los cables de un solo conductor o los conductores individuales en grupos de tres conductores trenzados, cuatro conductores trenzados, etc., deben cumplir lo siguiente:
 - La ampacidad de los cables de un solo conductor de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores en charolas portacables sin cubiertas, no debe exceder el 75 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70). Cuando las charolas portacables estén cubiertas por más de 1.80 metros de tapas sólidas sin ventilación, la ampacidad para los cables de un solo conductor de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder el 70 por ciento de la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).
 - Cuando se instalen cables de un conductor individual en una sola capa en charolas sin cubiertas, manteniendo una separación entre conductores individuales no menor al diámetro de un cable, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(69) y 310-60(c)(70).
 - Cuando se instalen conductores individuales en configuración triangular o cuadrada en charolas portacables sin cubiertas, manteniendo un espacio de aire libre no menor a 2.15 veces el diámetro exterior del conductor más grande contenido en la configuración, entre las configuraciones de conductores o cables adyacentes, la ampacidad de los cables de 53.5 mm^2 (1/0 AWG) y mayores no debe exceder la ampacidad permisible de las Tablas 310-60(c)(67) y 310-60(c)(68).

430-22. Un solo motor.

- **Un solo motor.** Los conductores que alimenten un solo motor usado en una aplicación de servicio continuo, deben tener ampacidad no menor al 125 por ciento del valor nominal de corriente de plena carga del motor, como se determina en 430-6(a)(1), o no menos a la especificada a continuación .

- **Rectificador de motor de corriente continua.** Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación rectificadora, la ampacidad del conductor en la entrada del rectificador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal de entrada al rectificador. Para motores de corriente continua que operan desde una fuente de alimentación monofásica rectificadora, los conductores entre las terminales de alambrado del campo del rectificador y el motor, deben tener una ampacidad no menor al siguiente porcentaje del valor nominal de corriente de plena carga del motor:
 - El 190 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de media onda.
 - El 150 por ciento, cuando se use un puente rectificador monofásico de onda completa.
- **Motor con velocidades múltiples.** Para un motor con velocidades múltiples, la selección de los conductores del circuito derivado en el lado de línea del controlador debe estar basada en la mayor de las corrientes nominales de plena carga indicada en la placa de características del motor. La ampacidad de los conductores del circuito derivado entre el controlador y el motor no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente nominal del devanado o devanados a los que energiza los conductores.
- **Motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta.** Para motores conectados con arranque en estrella y funcionamiento en delta, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe ser menor al 72 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). **NOTA:** Los conductores individuales del circuito de motor de un motor con arranque en estrella y funcionamiento en delta transportan el 58 por ciento del valor nominal de la corriente de carga. El multiplicador del 72 por ciento se obtiene multiplicando el 58 por ciento por 1.25.
- **Motor con devanado dividido.** Para motores conectados con devanado dividido, la ampacidad de los conductores del circuito derivado del lado de línea del controlador no debe ser menor al 125 por ciento de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). La ampacidad de los conductores entre el controlador y el motor no debe

ser menor al 62.50 por ciento del valor nominal de la corriente de plena carga del motor, tal como lo determina 430-6(a)(1). **NOTA:** El multiplicador del 62.50 por ciento se obtiene multiplicando el 50 por ciento por 1.25.

- **Servicio no continuo.** Los conductores para un motor usado en aplicaciones de corta duración, intermitentes, periódicas o variables, deben tener ampacidad no menor al porcentaje del valor nominal de corriente de la placa de características del motor, mostrada en la Tabla 430-22(e).

Clasificación del servicio	Porcentaje del valor nominal de corriente de las placas de características,			
	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para	Motor especificado para funcionamiento
	5 minutos	15 minutos	30 y 60 minutos	continuo
Servicio de corto tiempo: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-
Servicio intermitente: Elevadores y montacargas, máquinas de herramientas, bombas, puentes levadizos, plataformas giratorias, etc. (Para soldadoras de arco, ver 63011).	85	85	90	140
Servicio periódico: Rodillos, máquinas de manipulación de minerales y carbón, etc.	85	90	95	140
Servicio variable	110	120	150	200

Tabla 24: Tabla 430-22 (e).

- **Envolventes de terminales separadas.** Se permitirá que los conductores entre un motor estacionario de 746 watts (1 hp nominal) o menos y con envoltente de terminales separada como se permite en 430-245(b), sean de tamaño menor al 2.08 mm^2 (14 AWG) pero no menor al 0.824 mm^2 (18 AWG), siempre que tengan una ampacidad como se especifica en 430-22(a).

- **Conductores para motores pequeños.** Los conductores para motores pequeños no deben ser menores a 2.08 mm^2 (14 AWG) a menos que se permita lo contrario en 430-22(g)(1) o (g)(2).
 - **Cobre tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG).** Cuando se instalen en un gabinete o envolvente, se permitirán los conductores individuales de cobre de tamaño 0.824 mm^2 (18 AWG), los conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables cubiertos multiconductores o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:
 - Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga mayor a 3.50 amperes o menor a o igual a 5 amperes si se cumplen todas las siguientes condiciones: El circuito está protegido de acuerdo con 430-52. El circuito proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 10 de acuerdo con 430-32. La protección contra sobrecorriente es proporcionado de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).
 - Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga de 3.50 amperes o menos si se cumplen las siguientes condiciones: El circuito está protegido de acuerdo con 430-52. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(1)(2).
 - **Cobre tamaño 1.31 mm^2 (16 AWG).** Cuando se instalen en un gabinete o envolvente, se permitirán los conductores individuales de cobre de tamaño 1.31 mm^2 (16 AWG), los conductores de cobre que son parte de un ensamble de cables cubiertos multiconductores o los conductores de cobre en un cordón flexible, bajo cualquiera de las siguientes series de condiciones:
 - Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga mayor a 5.50 amperes o menor o igual a 8 amperes si se cumplen todas las siguientes condiciones: El circuito está protegido de acuerdo con 430-52. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 10 de acuerdo con 430-32. La protección contra sobrecorriente es proporcionada de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).
 - Circuitos de motor con una ampacidad de plena carga de 5.50 amperes o menos si se cumplen las siguientes condiciones: El circuito está protegido de acuerdo con 430-52. El circuito es proporcionado con máxima protección contra sobrecarga Clase 20 de acuerdo con 430-32. La protección contra sobrecorriente es proporcionada

de acuerdo con 240-4(d)(2)(2).

Tabla 430-250. Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna.

Los siguientes valores de corrientes de plena carga son típicos para motores que funcionan a las velocidades usuales de motores con bandas y motores con características normales de par. Las tensiones enumeradas son las nominales de los motores. Las corrientes enumeradas se permitirán para sistemas con intervalos de tensión de 110 a 120 volts, 220 a 240 volts, 440 a 480 volts y 550 a 600 volts.

KW	HP	Tipo de inducción de jaula de ardilla y de rotor devanado. (A)							Tipo síncrono de factor de potencia unitaria. (A)			
		115 Volts	200 Volts	208 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts	230 Volts	460 Volts	575 Volts	2300 Volts
0.37	1/2	4.4	2.5	2.4	2.2	1.1	0.9	-	-	-	-	-
0.56	3/4	6.4	3.7	3.5	3.2	1.6	1.3	-	-	-	-	-
0.75	1	8.4	4.8	4.6	4.2	2.1	1.7	-	-	-	-	-
1.12	1-1/2	12	6.9	6.6	6	3	2.4	-	-	-	-	-
1.5	2	13.6	7.8	7.5	6.8	3.4	2.7	-	-	-	-	-
2.25	3	-	11	10.6	9.6	4.8	3.9	-	-	-	-	-
3.75	5	-	17.5	16.7	15.2	7.6	6.1	-	-	-	-	-
5.6	7-1/2	-	25.3	24.2	22	11	9	-	-	-	-	-
7.5	10	-	32.3	30.8	28	14	11	-	-	-	-	-
11.2	15	-	48.3	46.2	42	21	17	-	-	-	-	-
14.9	20	-	62.1	59.4	54	27	22	-	-	-	-	-
18.7	25	-	78.2	74.8	68	34	27	-	53	26	21	-
22.4	30	-	92	88	80	40	32	-	63	32	26	-
29.8	40	-	120	114	104	52	41	-	93	41	33	-
37.3	50	-	150	143	130	65	52	-	104	52	42	-
44.8	60	-	177	169	154	77	62	16	123	61	49	12
56	75	-	221	211	192	96	77	20	155	78	62	15
75	100	-	285	273	248	124	99	26	202	101	81	20
93	125	-	359	343	312	156	125	31	253	126	101	25
112	150	-	414	396	360	180	144	37	302	151	121	30
150	200	-	552	528	480	240	192	49	400	201	161	40
187	250	-	-	-	-	302	242	60	-	-	-	-
224	300	-	-	-	-	361	289	72	-	-	-	-
261	350	-	-	-	-	414	336	83	-	-	-	-
298	400	-	-	-	-	477	382	95	-	-	-	-
336	450	-	-	-	-	515	412	103	-	-	-	-
373	500	-	-	-	-	590	472	118	-	-	-	-

Tabla 25: Tabla 430-250.

Diagrama eléctrico

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Designación	Simbología	Designación	Simbología	Designación	Simbología	Designación	Simbología	Designación	Simbología
Interrupor guillotador QH		Fusor de corriente trifásica M		Motor de corriente trifásica M		Motor de corriente trifásica M		Motor de corriente trifásica M	
Interrupor Termomagnético QF		Motor con RL variable M		Selector 2 Posiciones SA		Motor con RL variable M		Motor de corriente trifásica M	
Contacto Trípode MP		Selector 3 Posiciones SA		Selector 3 Posiciones SA		Contacto NC, contacto auxiliar CA		Interrupor/selector de emergencia SA	
Relévidor de sobrecarga RS		Contacto NA, contacto auxiliar CA		Contacto NC, contacto auxiliar CA		Transformador e banco de bobinas TC		Motor de corriente alterna con RC M	
Separador de bobinas, tapas R1		Interrupor/selector de emergencia SA		Interrupor/selector de emergencia SA		Transformador e banco de bobinas TC		Motor de corriente alterna con RC M	
Transformador e banco de bobinas TC		Interrupor/selector de emergencia SA		Interrupor/selector de emergencia SA		Transformador e banco de bobinas TC		Motor de corriente alterna con RC M	
Multiplicador trifásico, 3 conexiones M3		Interrupor/selector de emergencia SA		Interrupor/selector de emergencia SA		Transformador e banco de bobinas TC		Motor de corriente alterna con RC M	
Motor de corriente alterna con RC M		Interrupor/selector de emergencia SA		Interrupor/selector de emergencia SA		Transformador e banco de bobinas TC		Motor de corriente alterna con RC M	

Figura 24: Simbología.

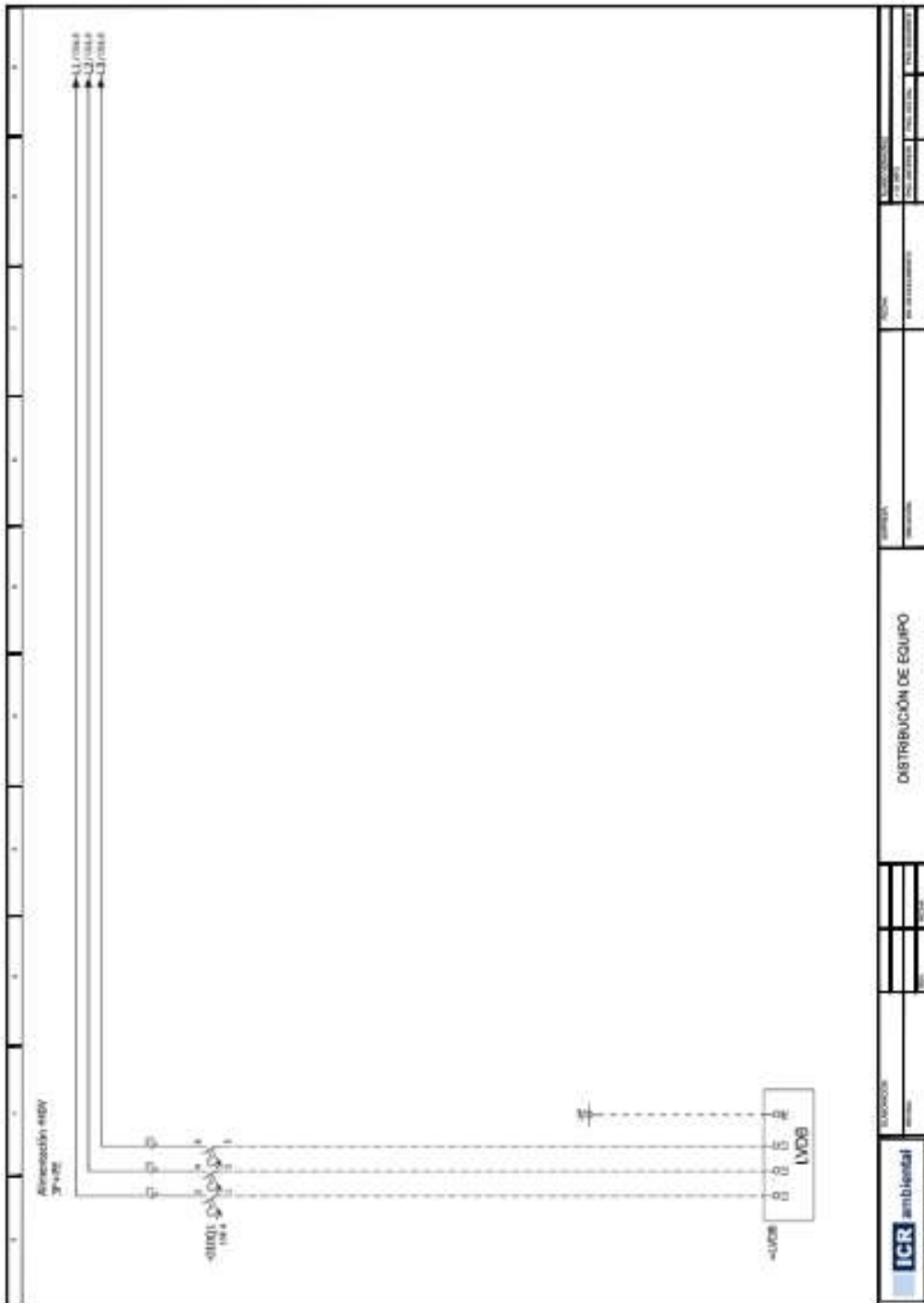
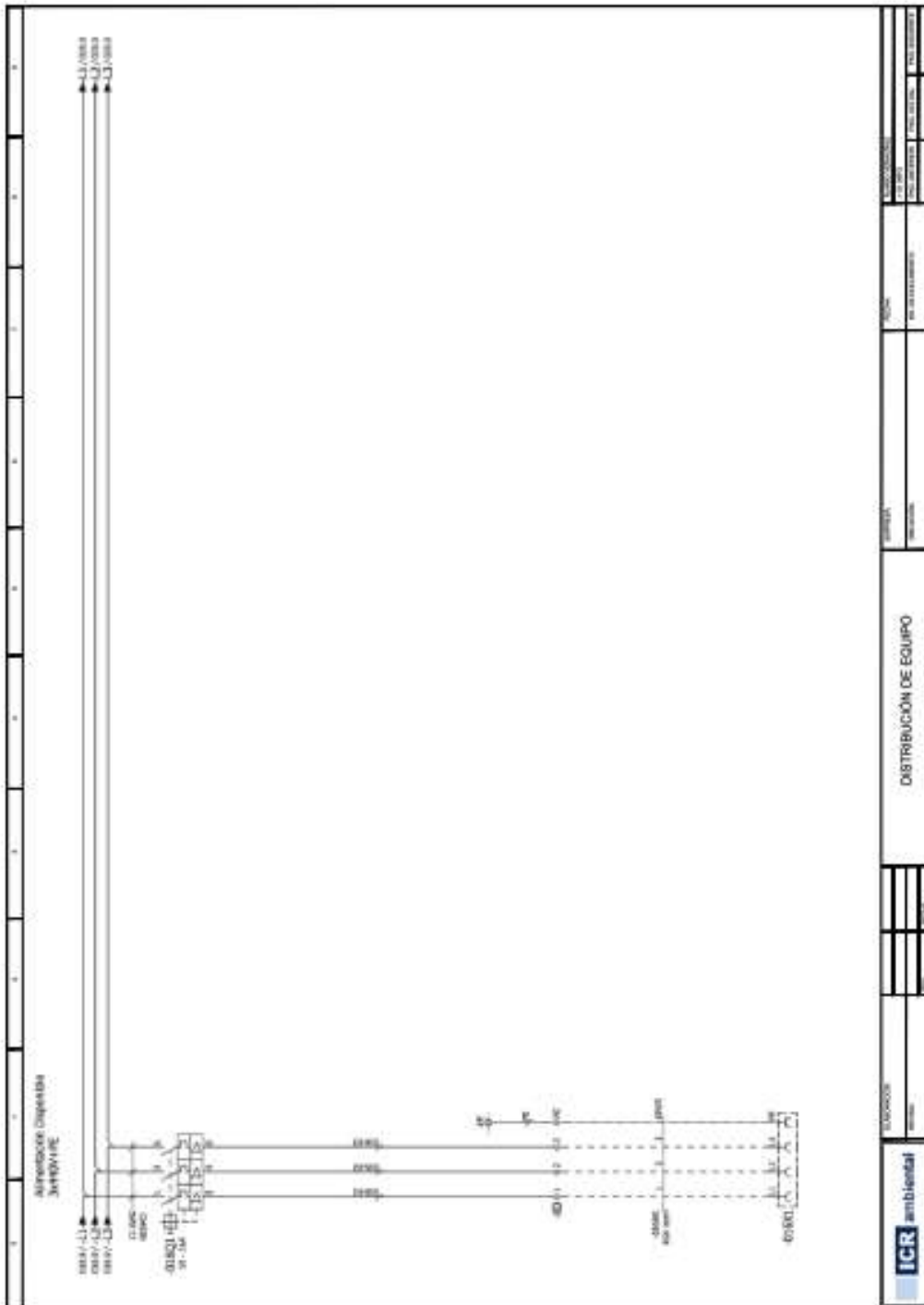


Figura 25: Diagrama eléctrico (1).



ICR ambiental	EJECUCIÓN		DISEÑO		DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO		MATERIALES		OBSERVACIONES	
	FECHA:	REVISOR:	FECHA:	REVISOR:	FECHA:	REVISOR:	FECHA:	REVISOR:	FECHA:	REVISOR:

Figura 26: Diagrama eléctrico (2).

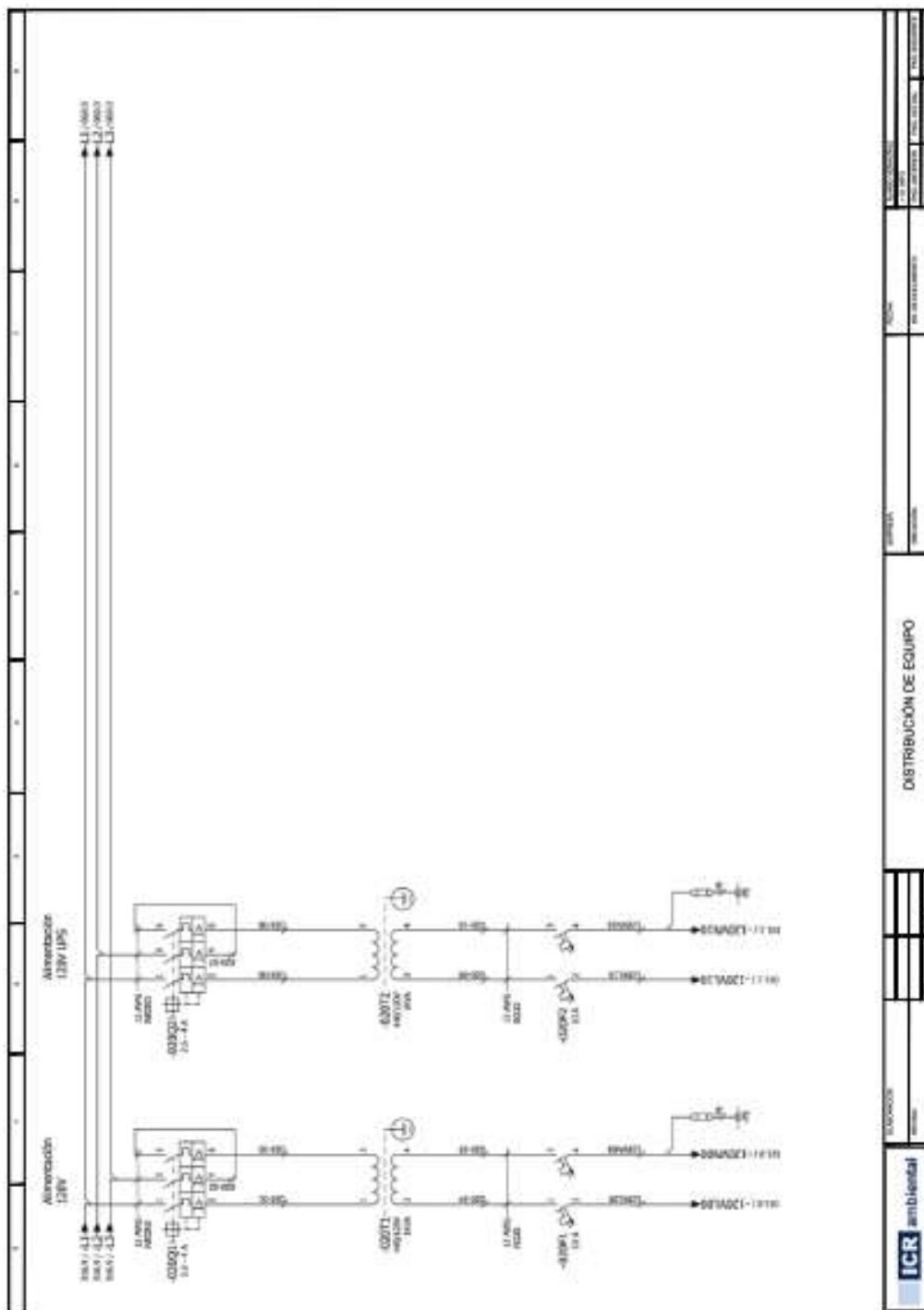


Figura 27: Diagrama eléctrico (3).

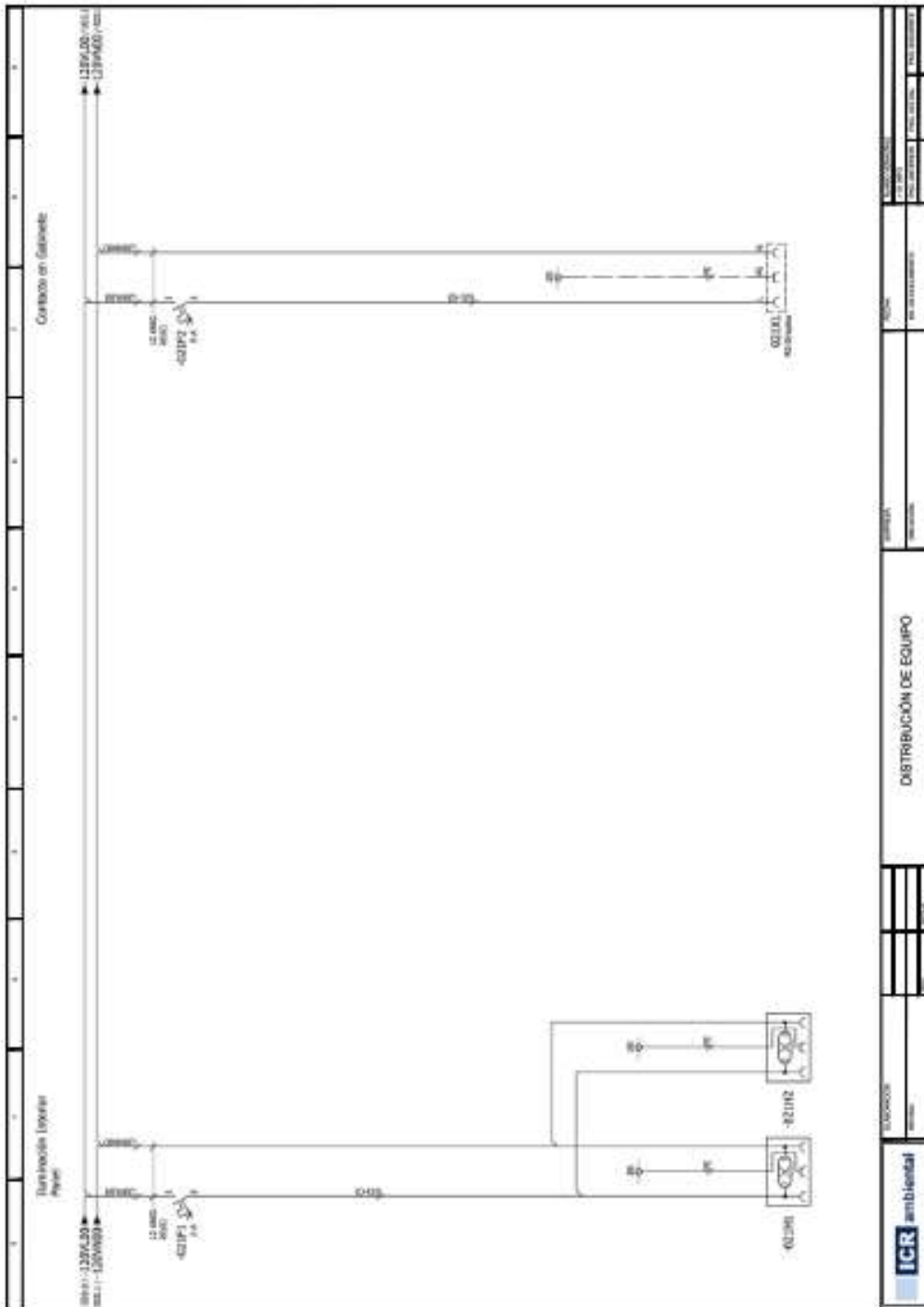


Figura 28: Diagrama eléctrico (4).

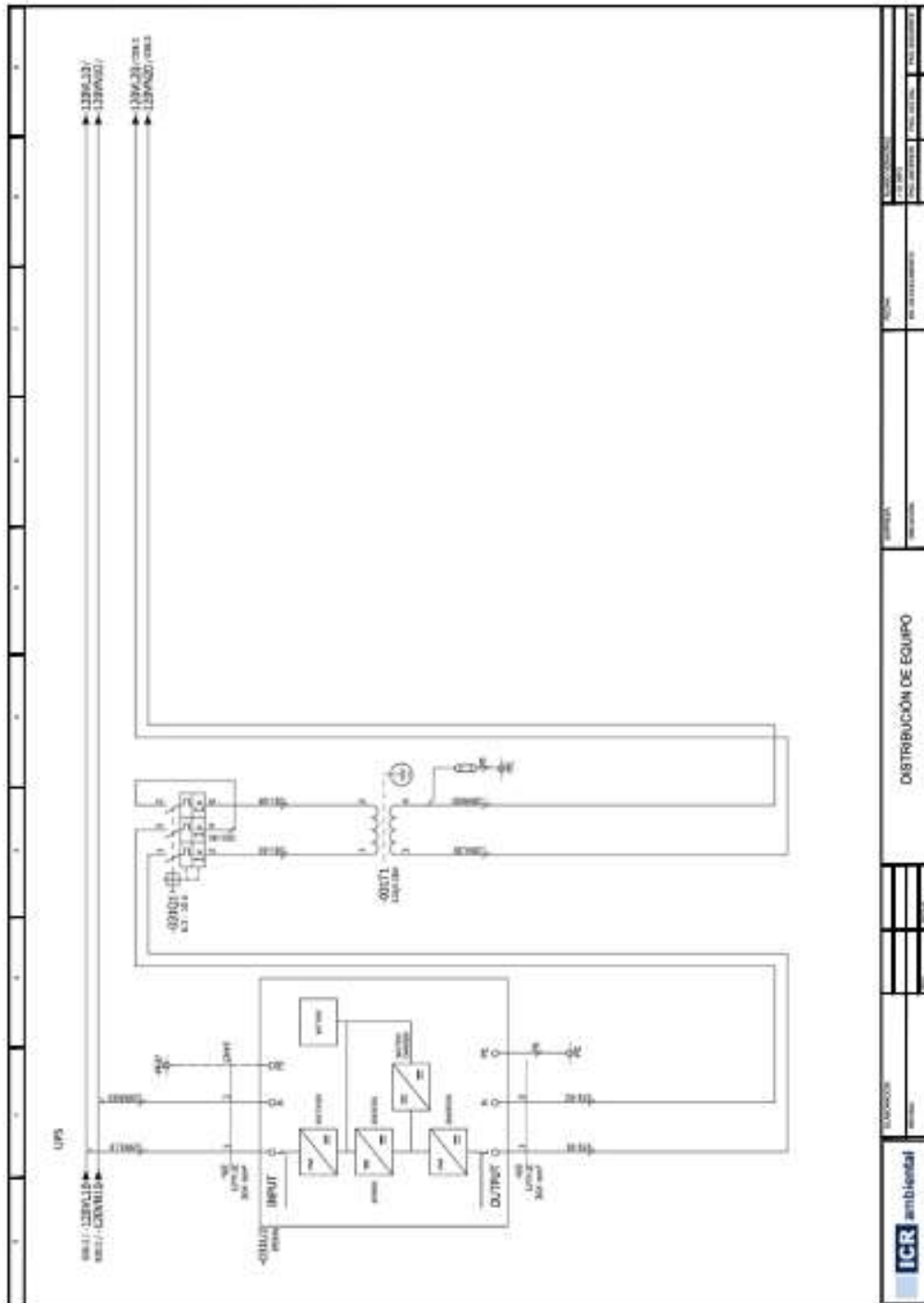


Figura 30: Diagrama eléctrico (6).

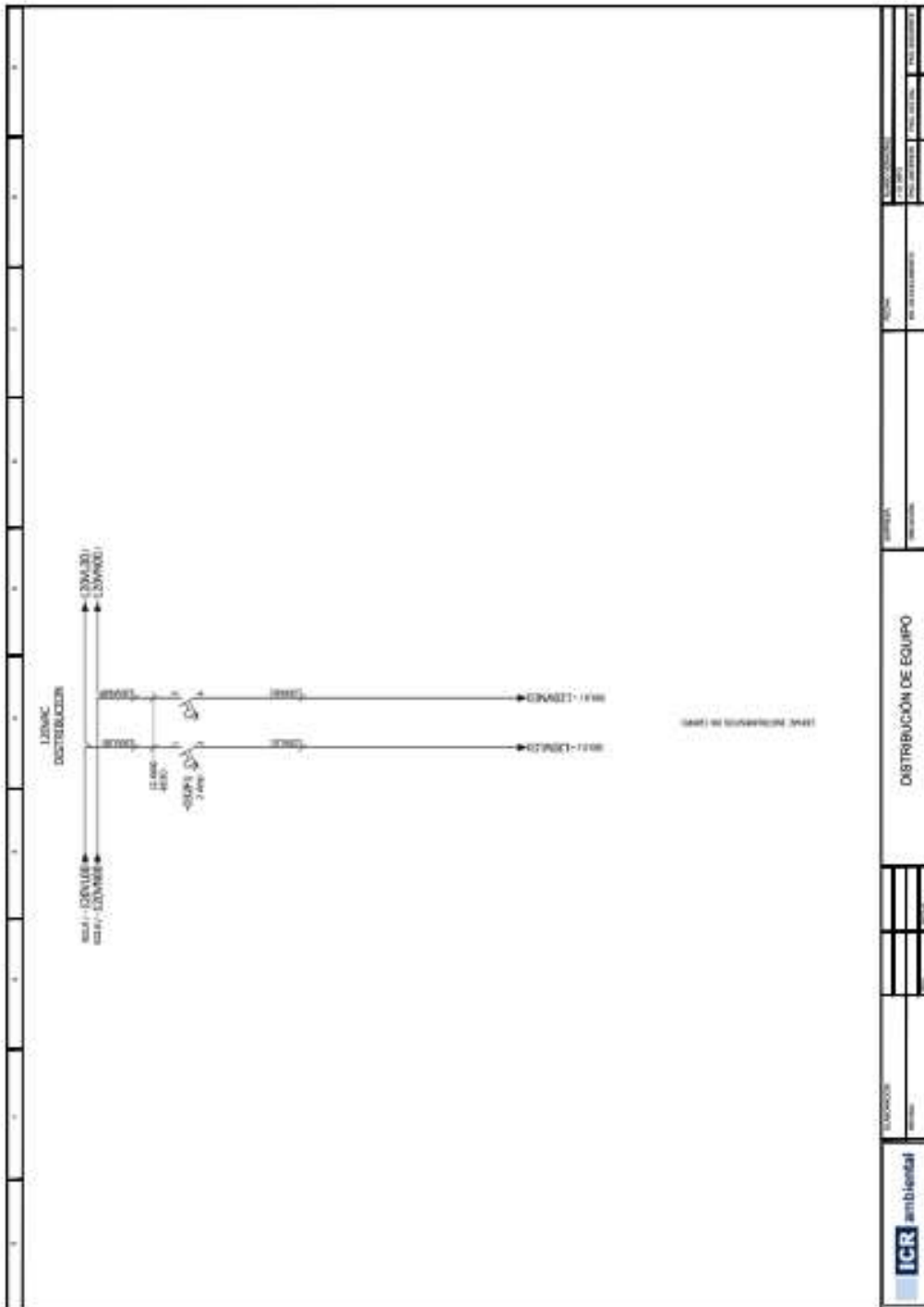


Figura 31: Diagrama eléctrico (7).

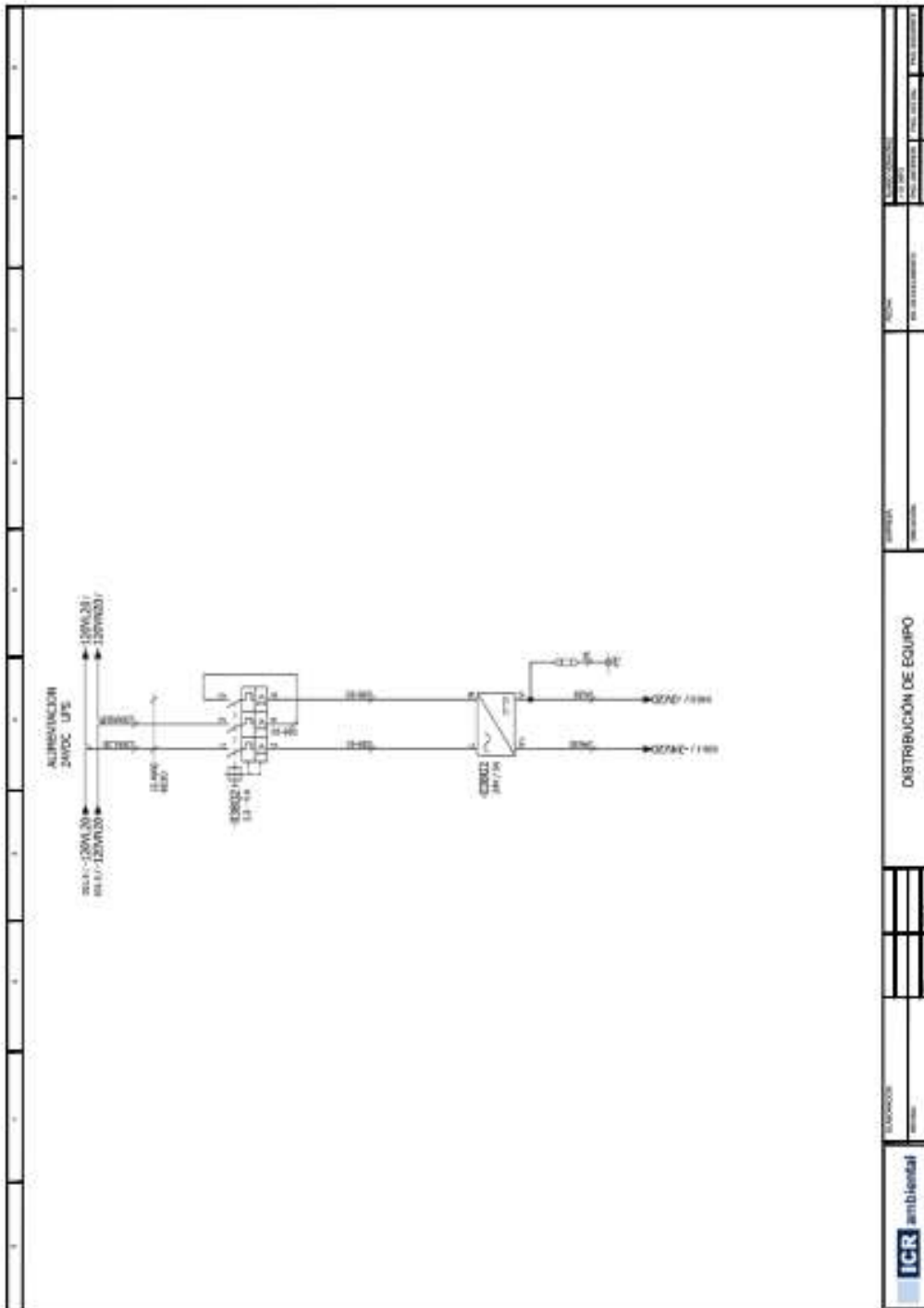


Figura 32: Diagrama eléctrico (8).

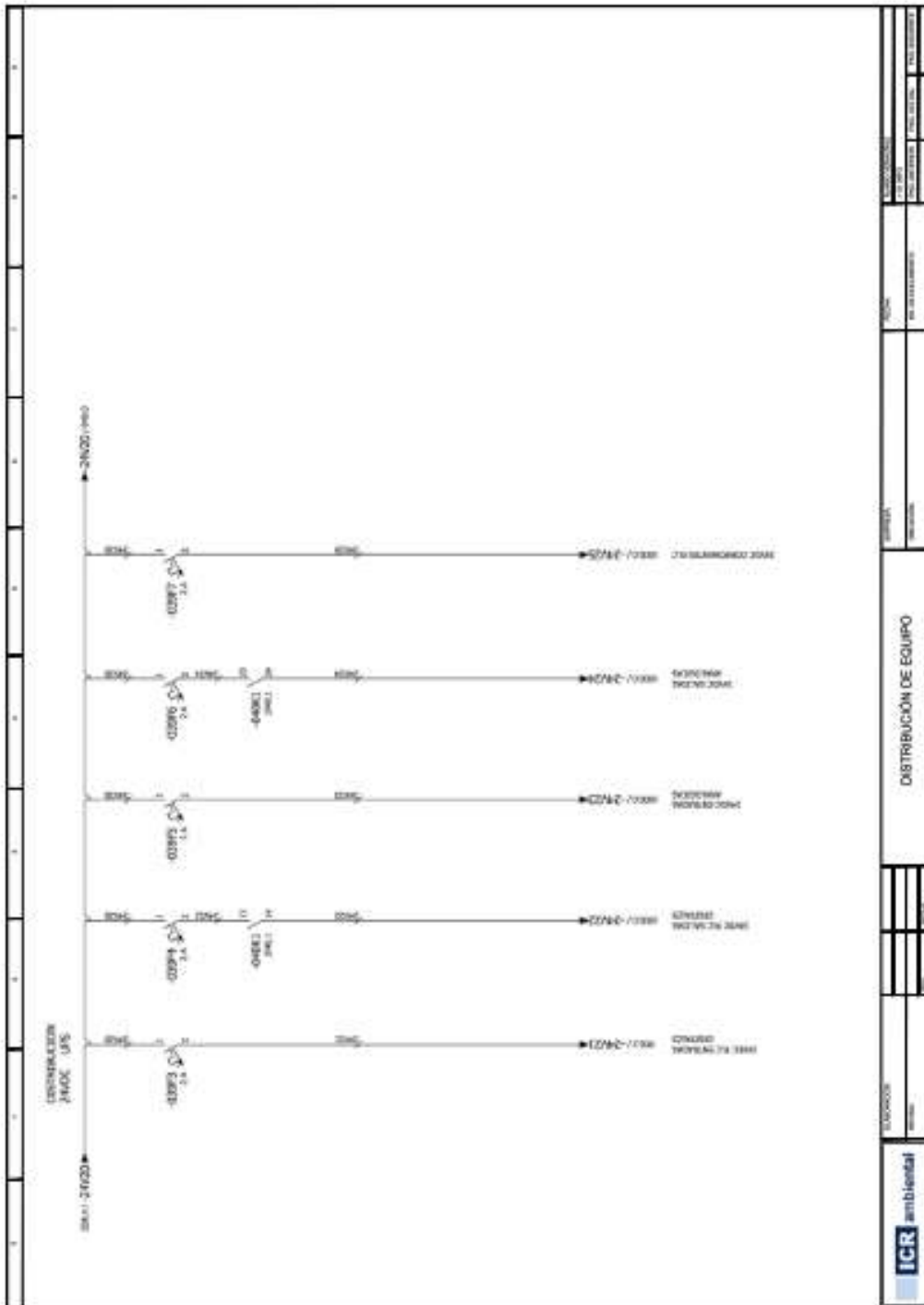


Figura 33: Diagrama eléctrico (9).

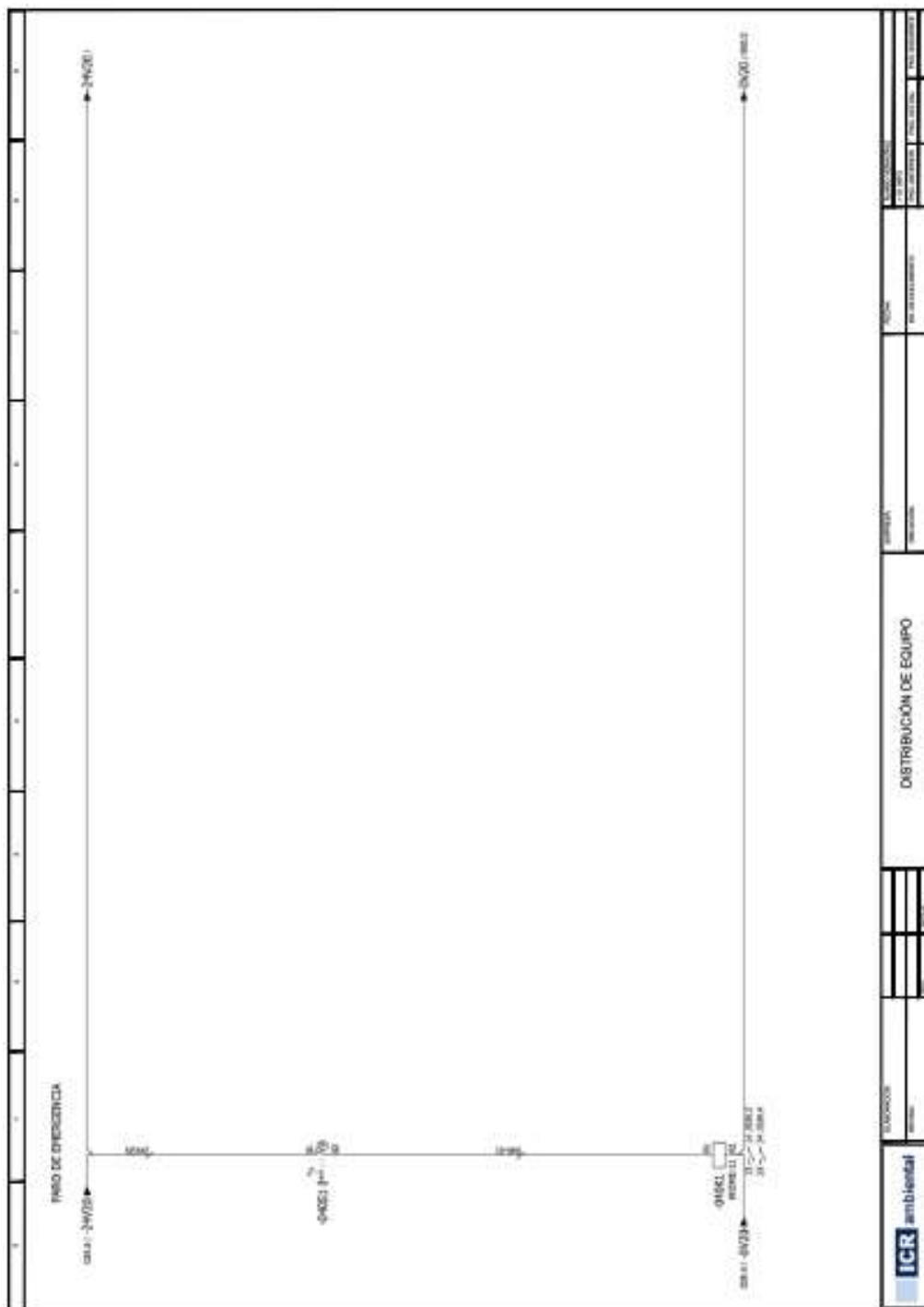


Figura 34: Diagrama eléctrico (9).

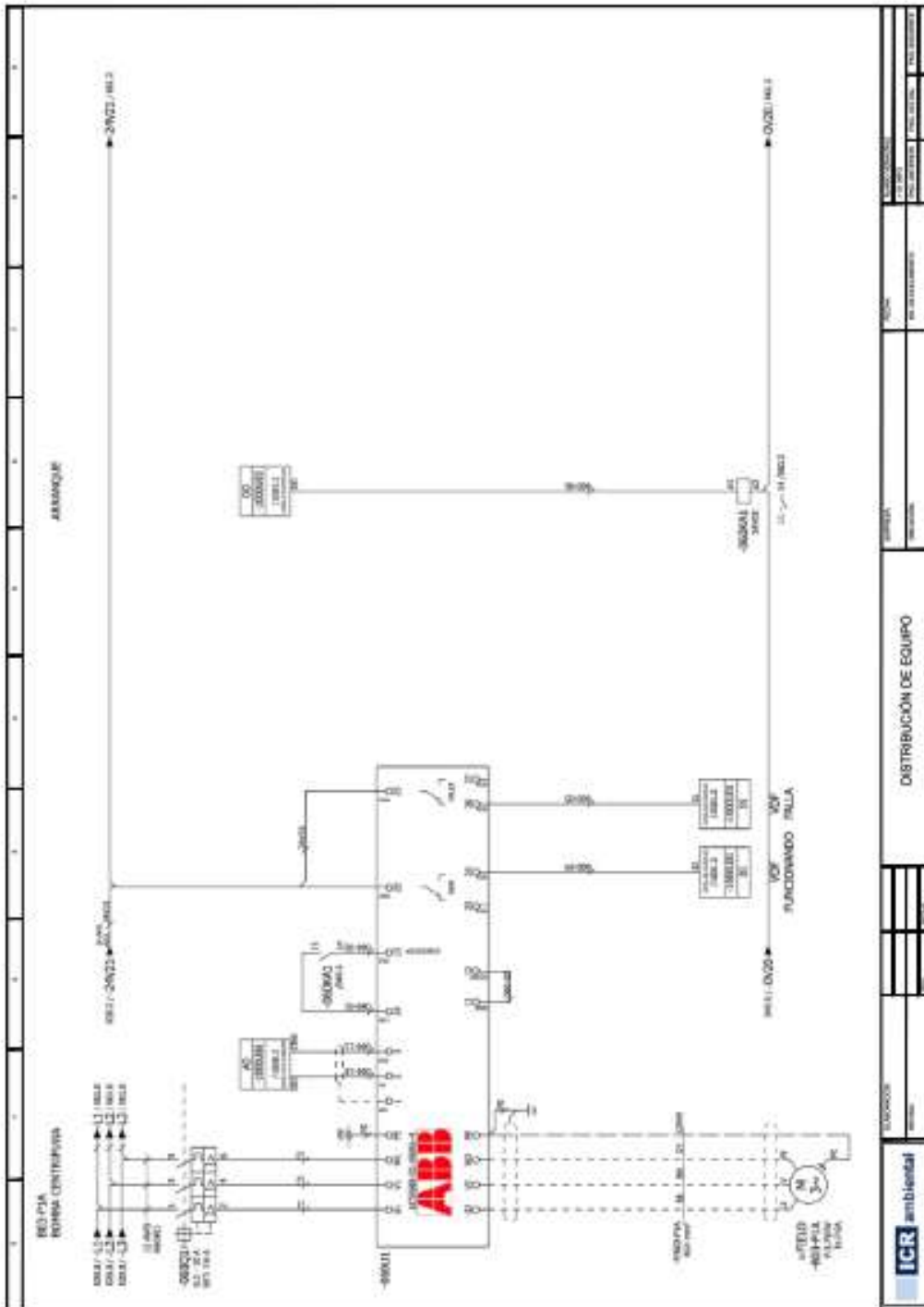


Figura 35: Diagrama eléctrico (10).

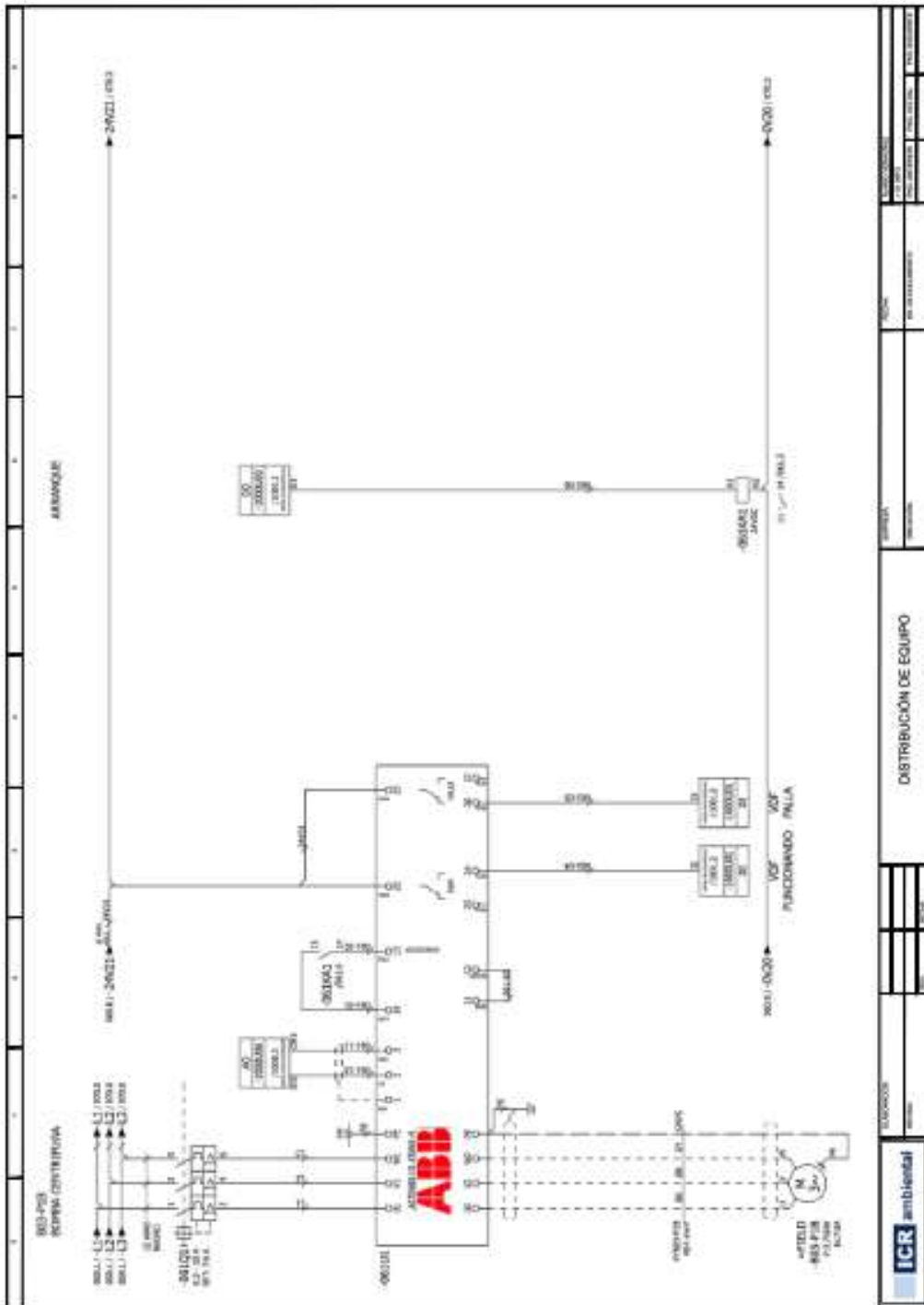


Figura 36: Diagrama eléctrico (11).

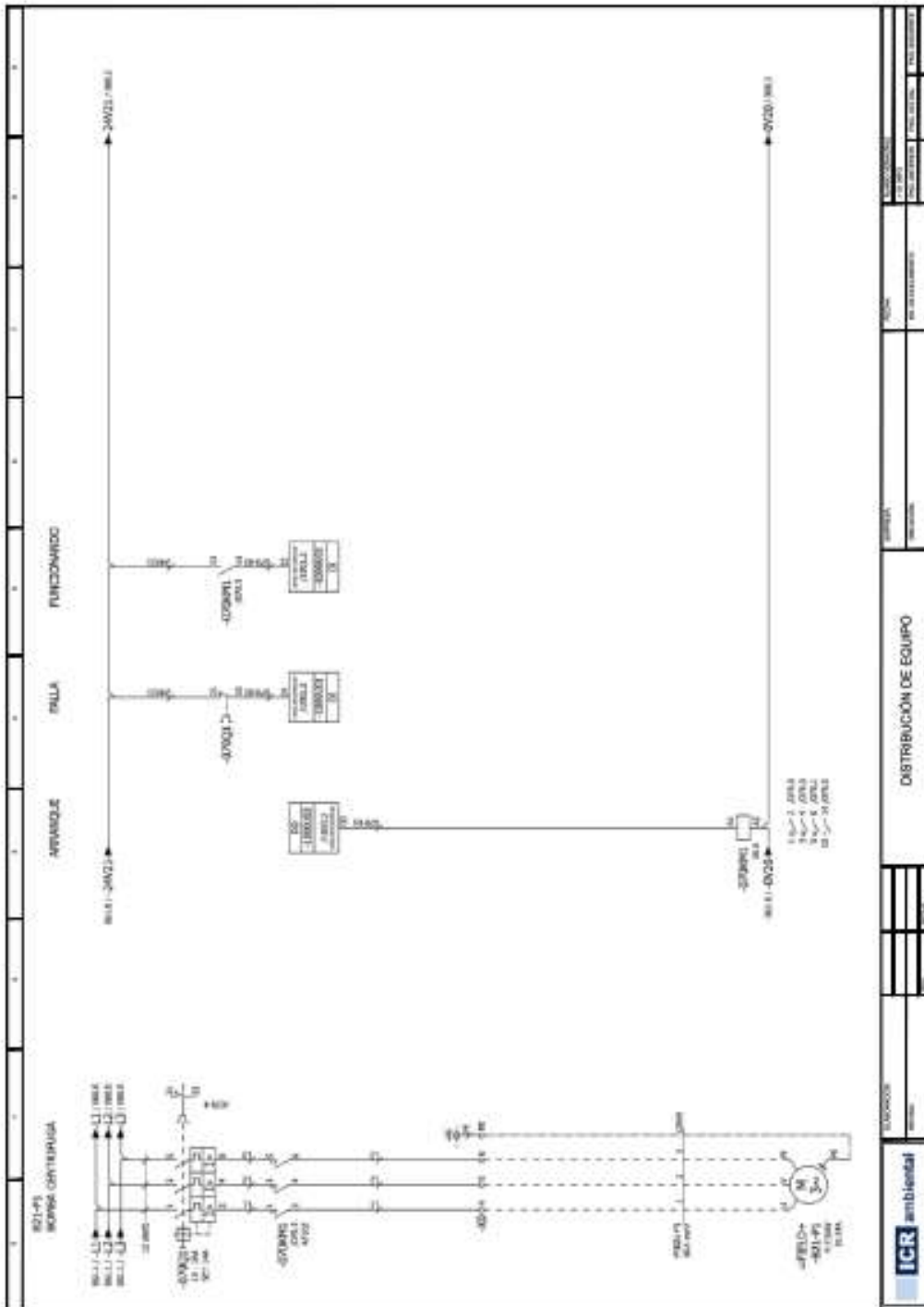


Figura 37: Diagrama eléctrico (12).

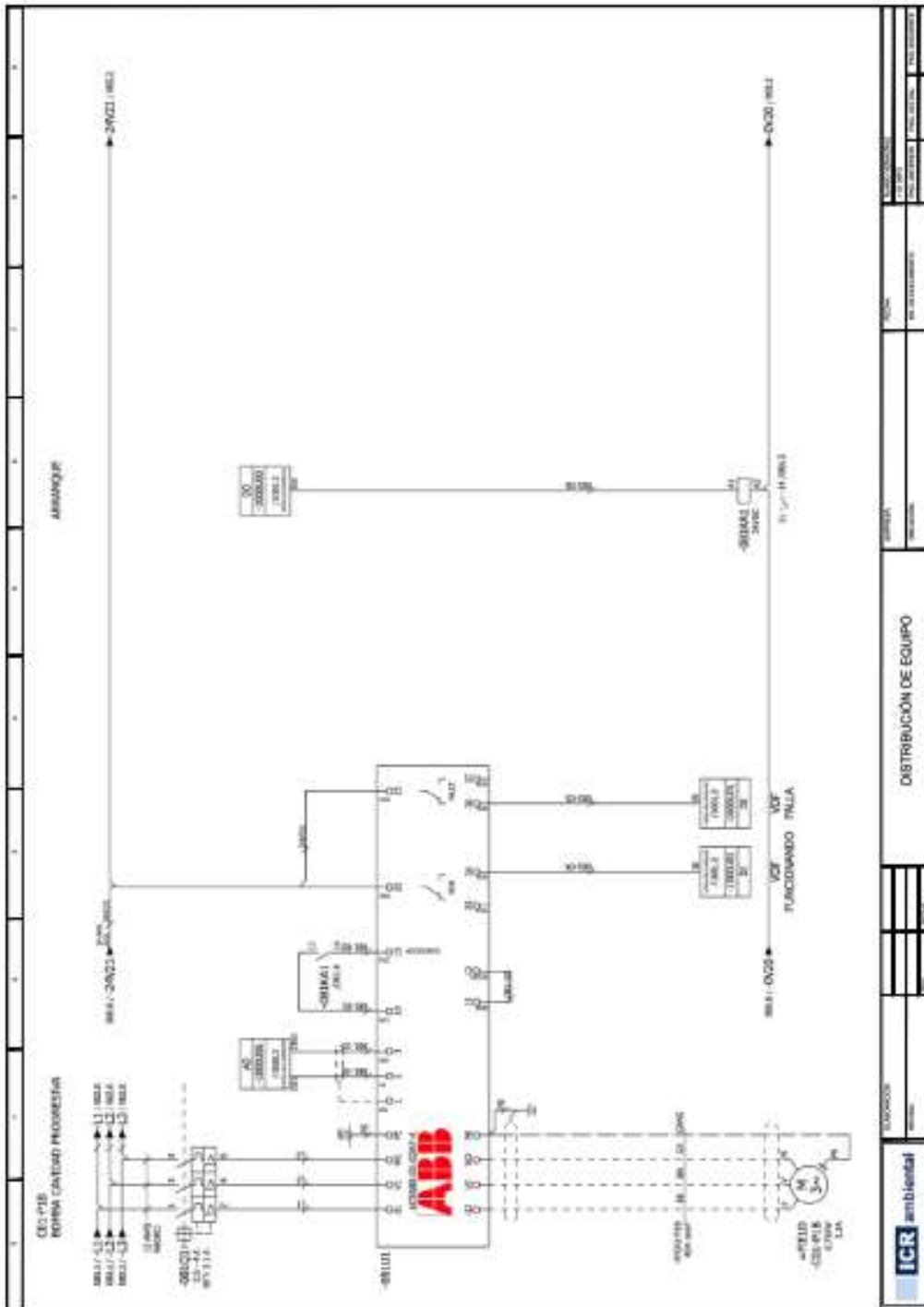


Figura 39: Diagrama eléctrico (14).

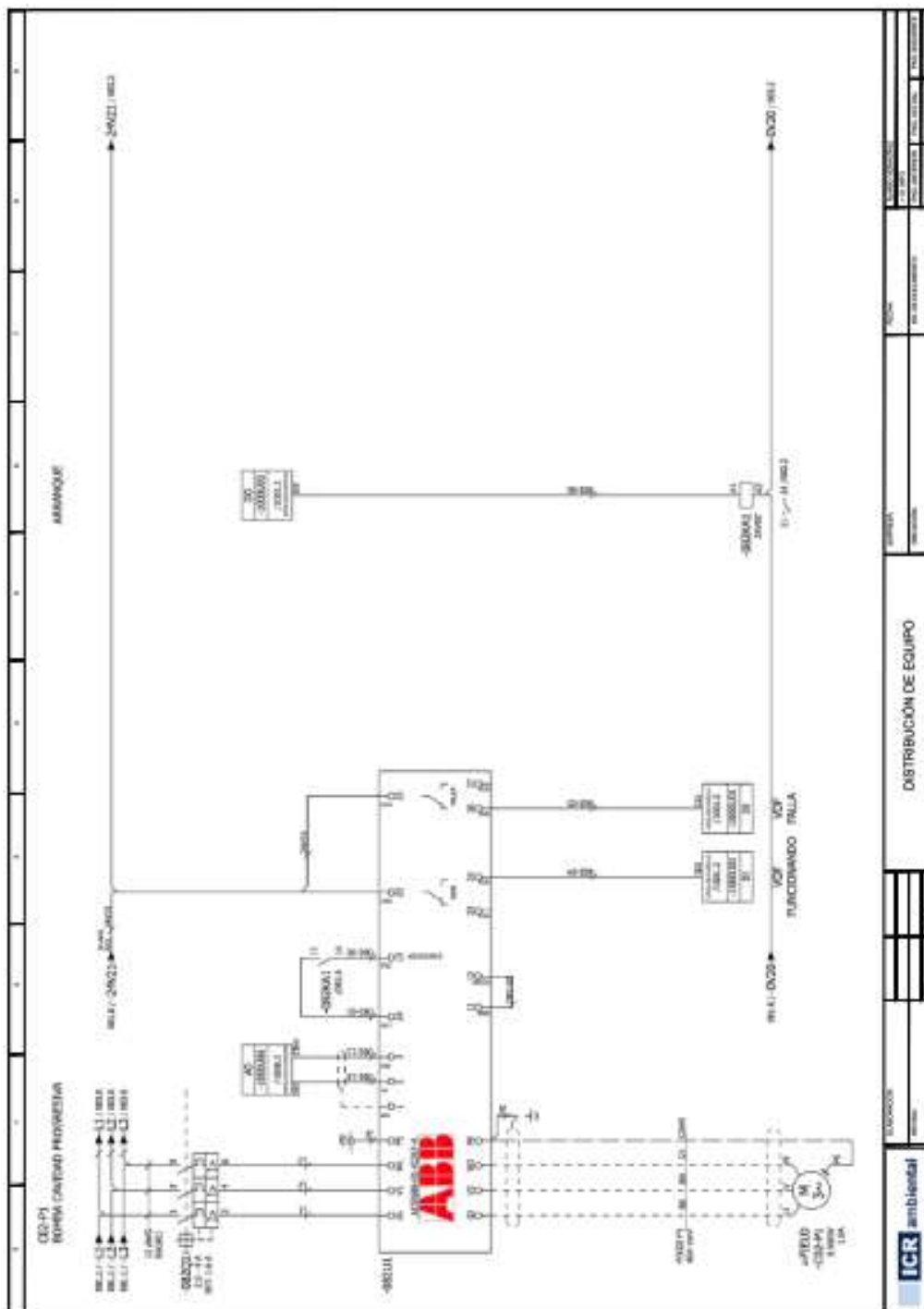


Figura 40: Diagrama eléctrico (15).

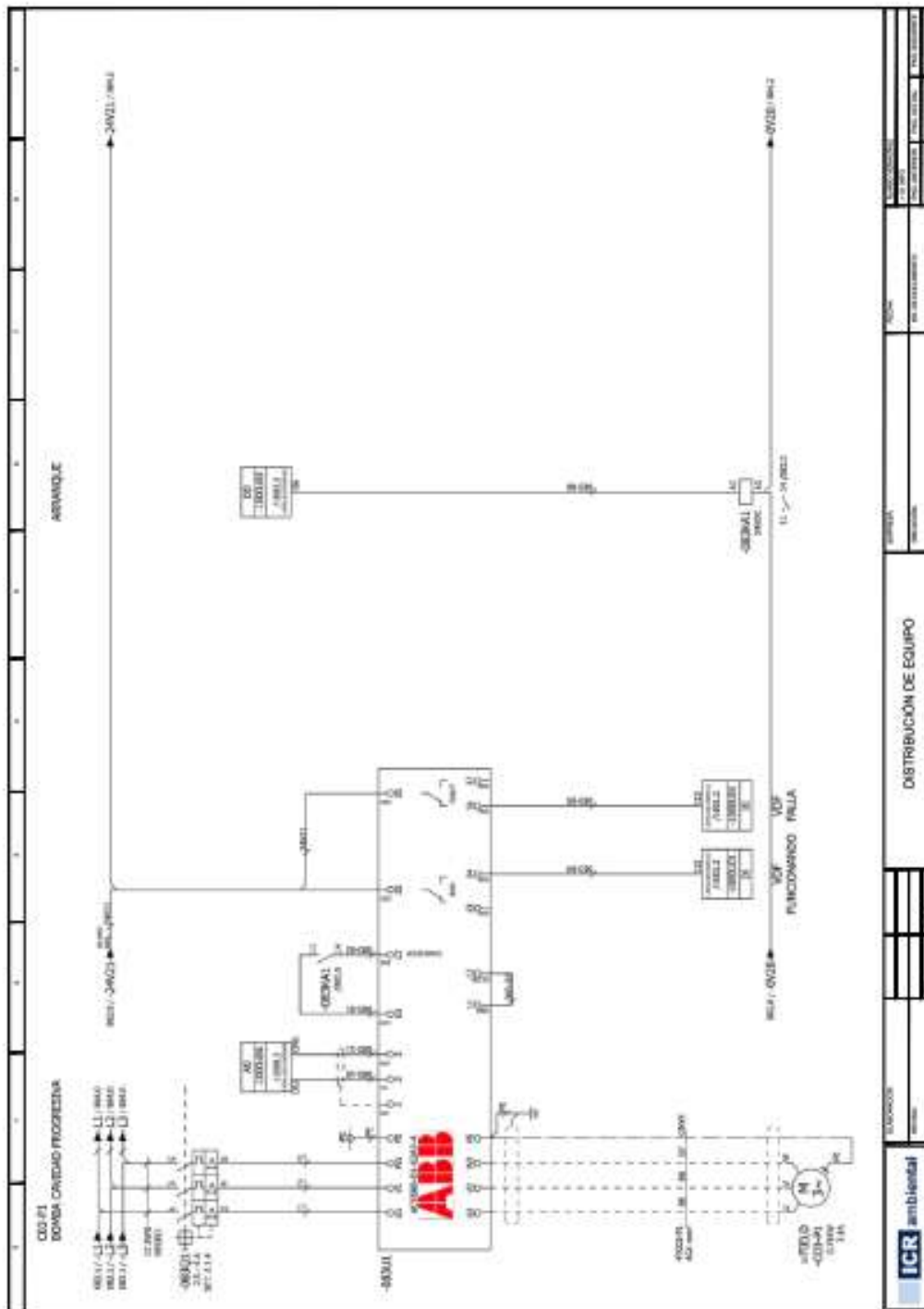


Figura 41: Diagrama eléctrico (16).

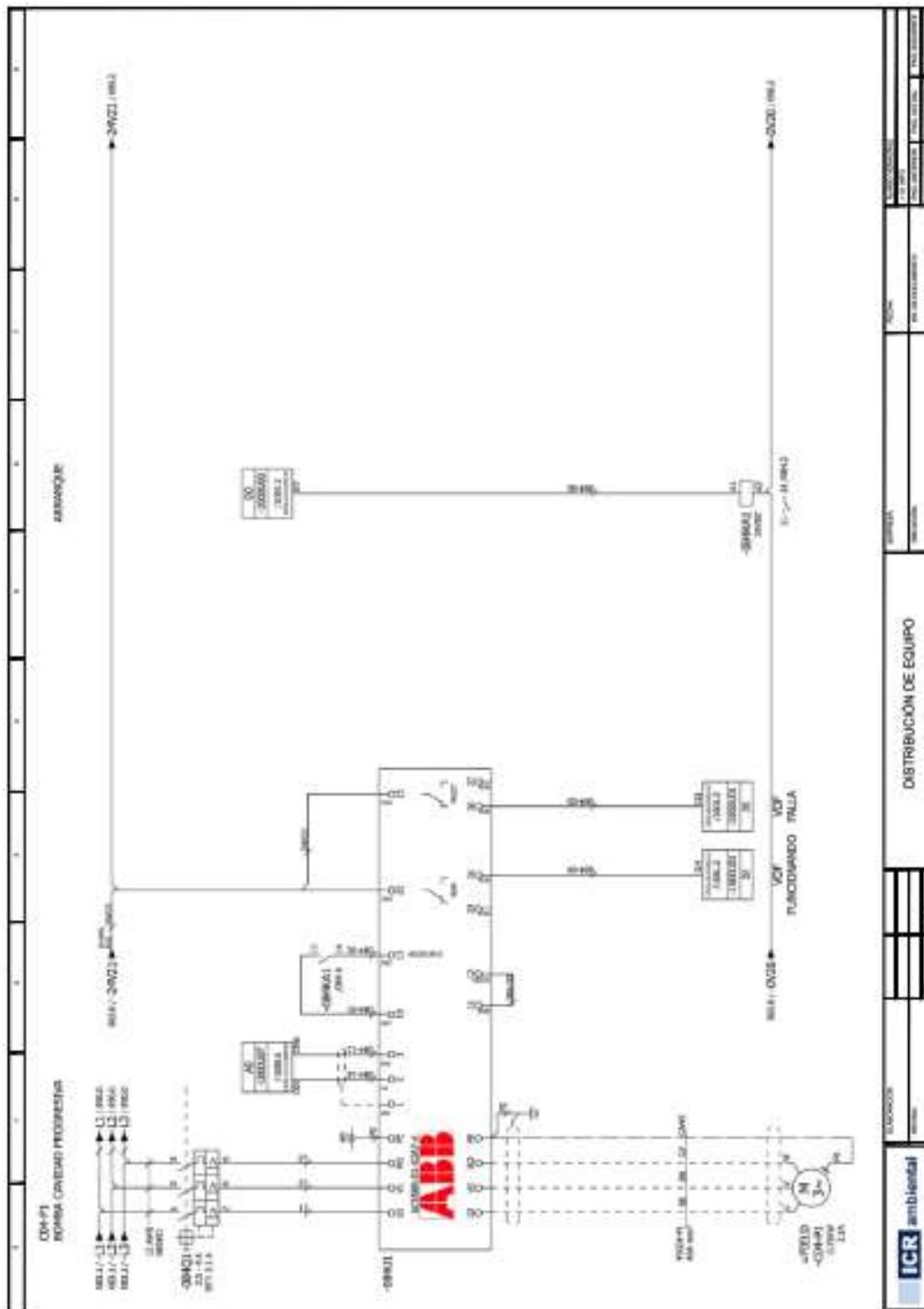


Figura 42: Diagrama eléctrico (17).

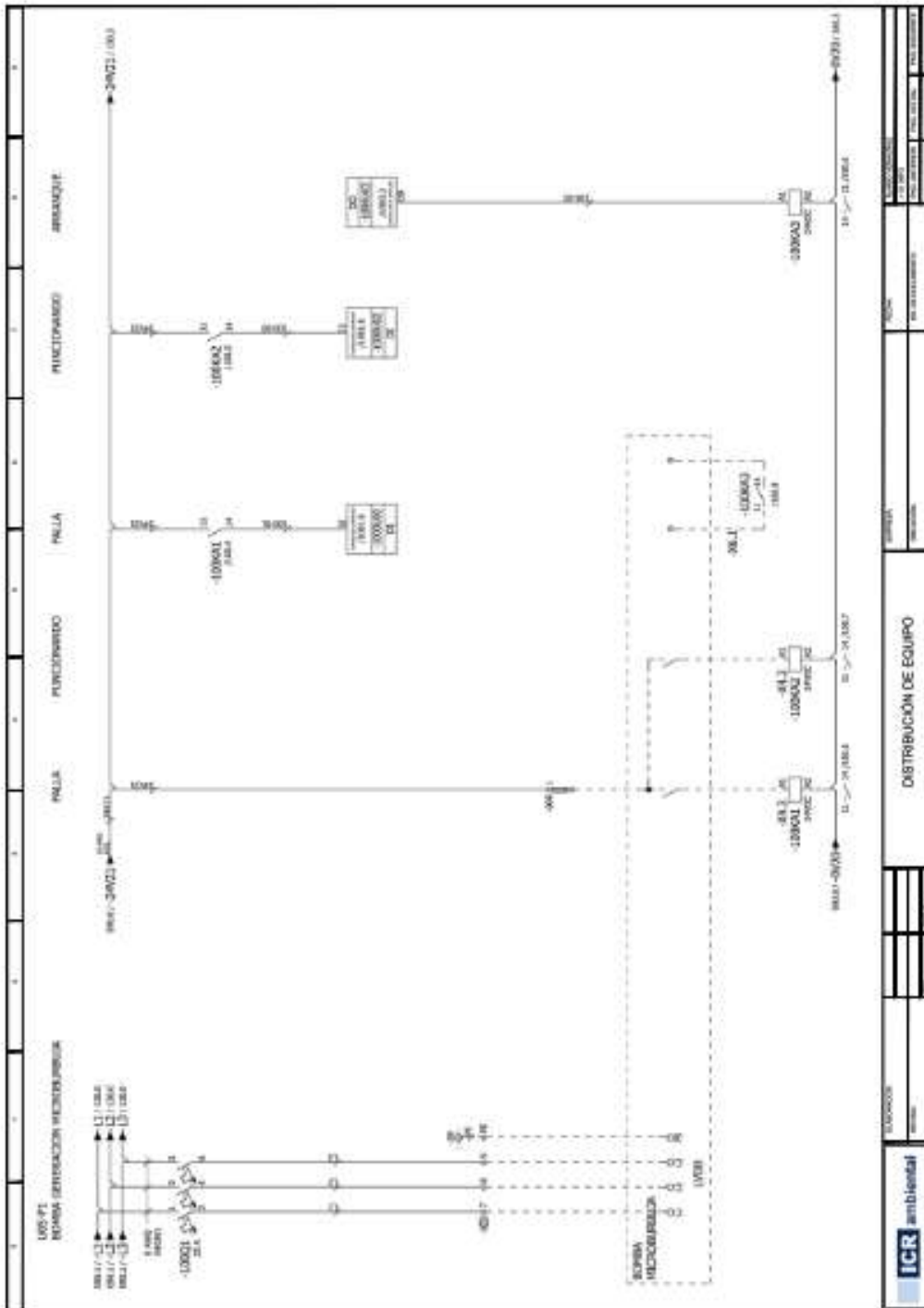


Figura 44: Diagrama eléctrico (19).

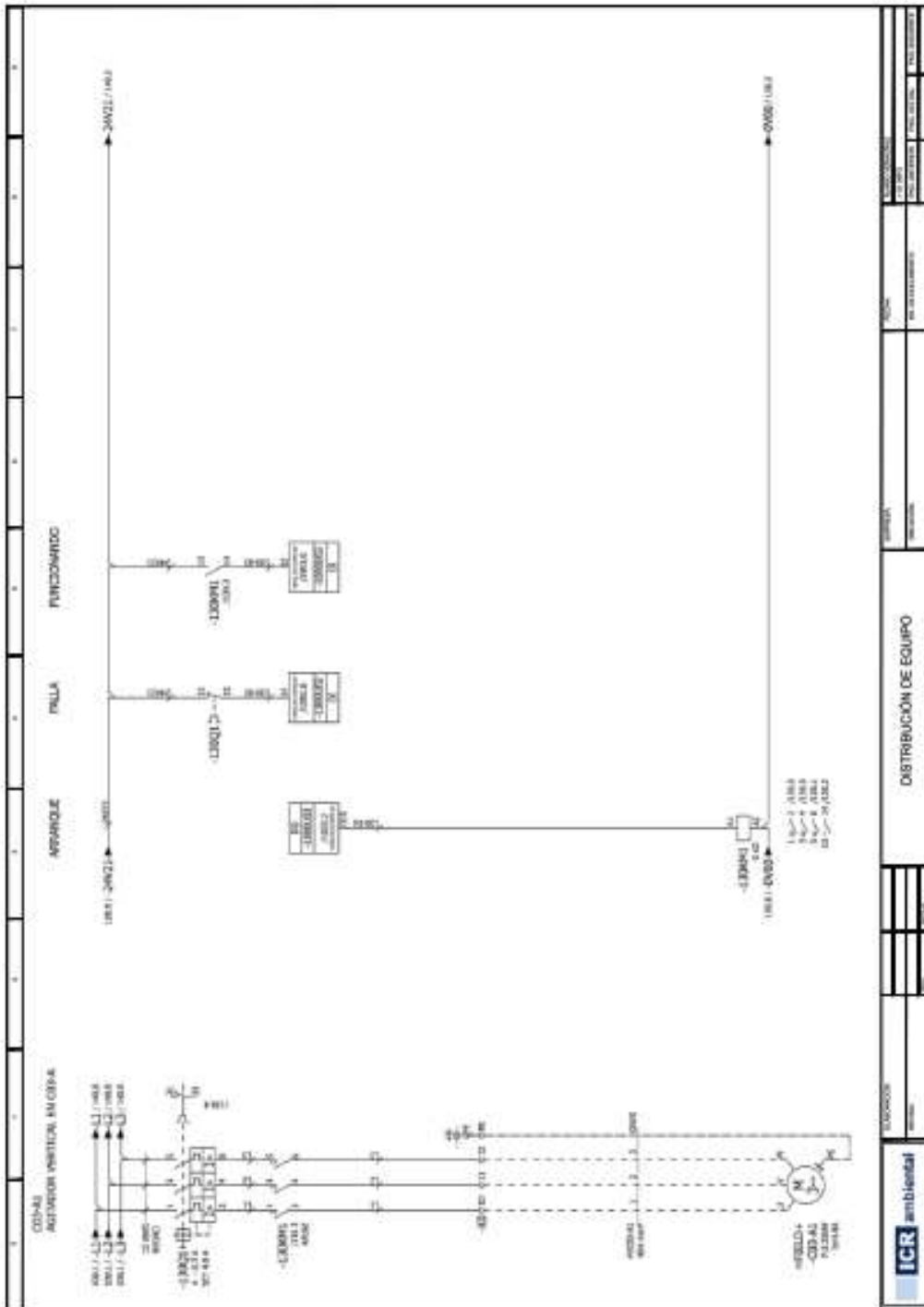


Figura 45: Diagrama eléctrico (20).

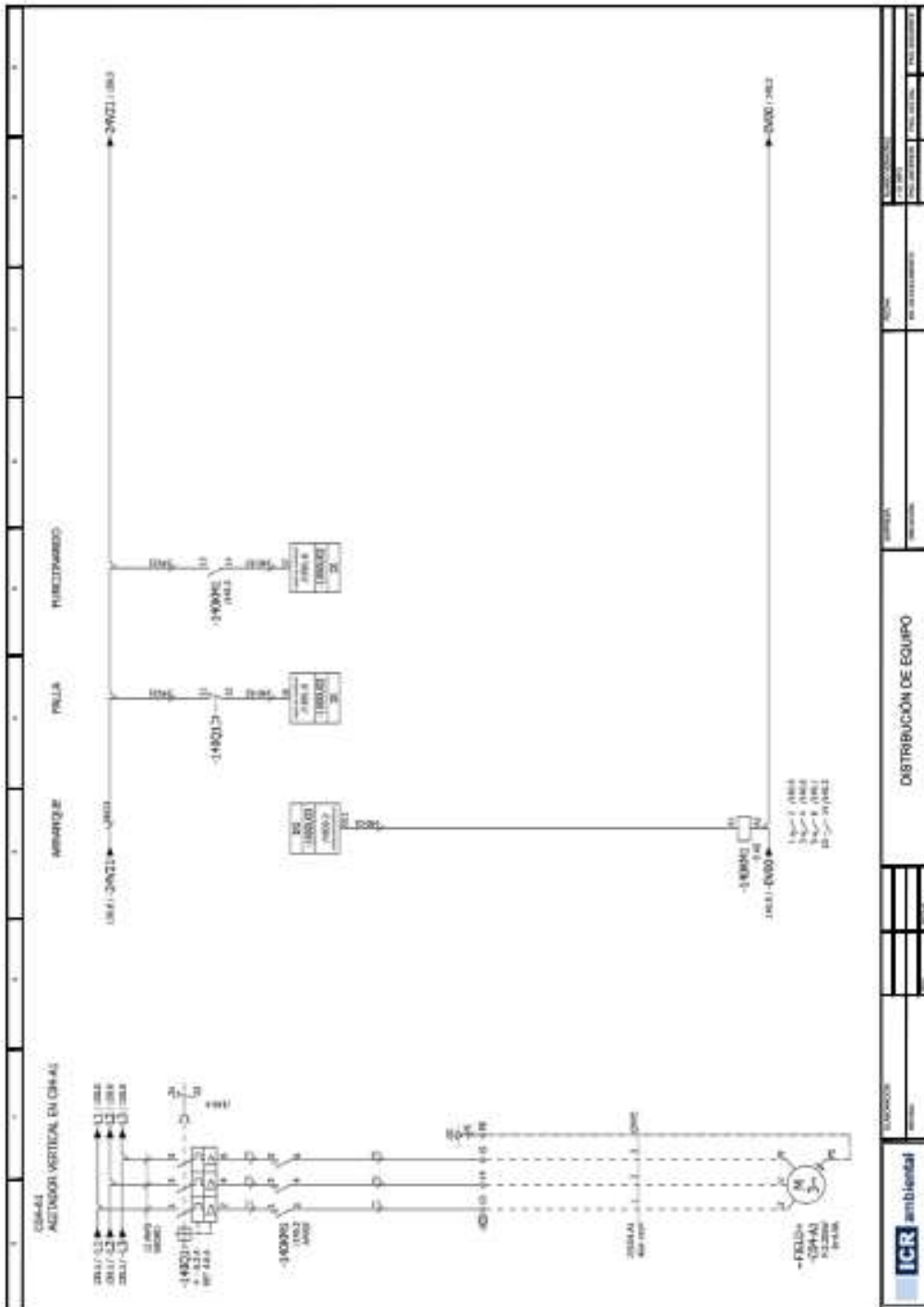


Figura 46: Diagrama eléctrico (21).

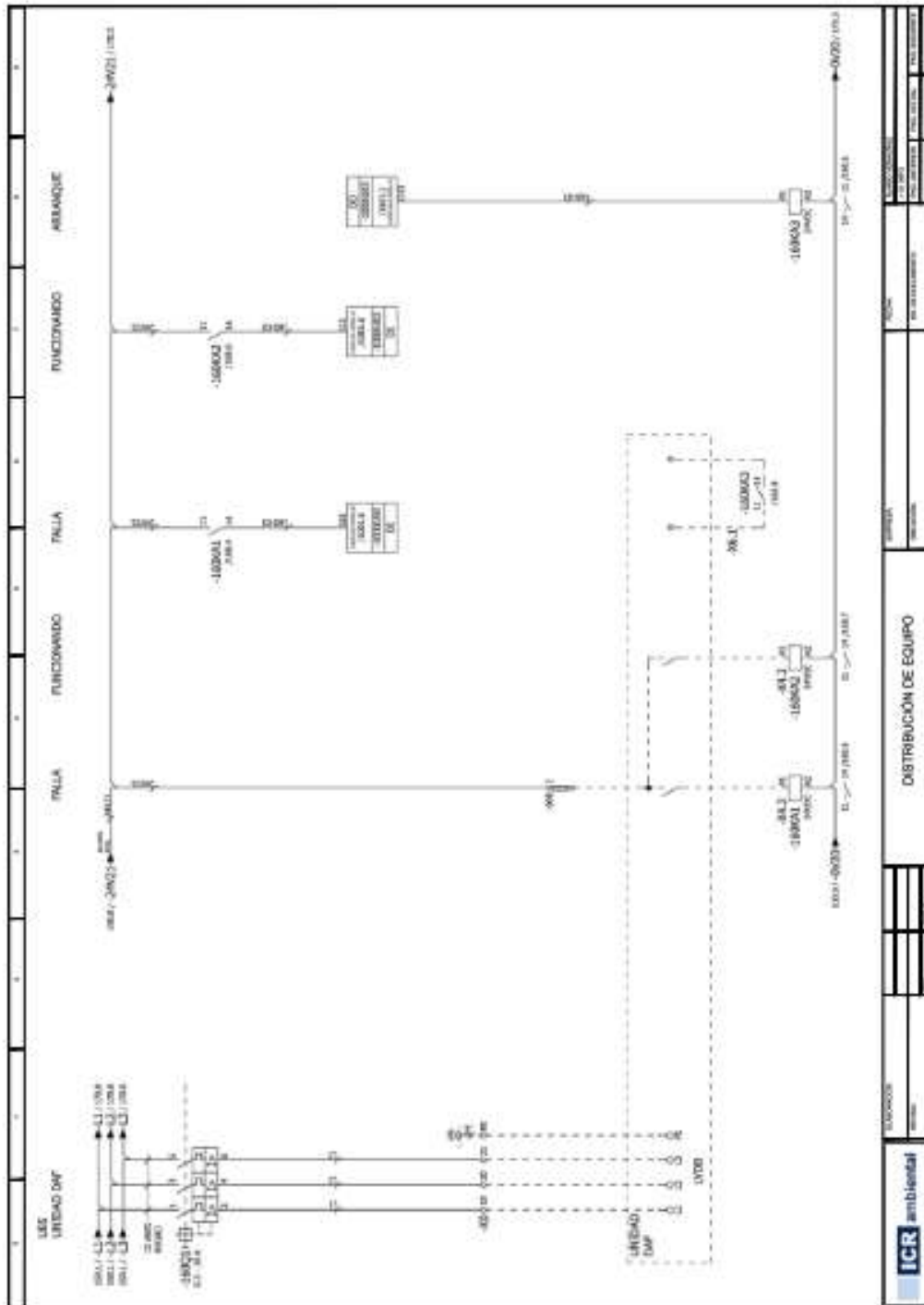


Figura 47: Diagrama eléctrico (22).

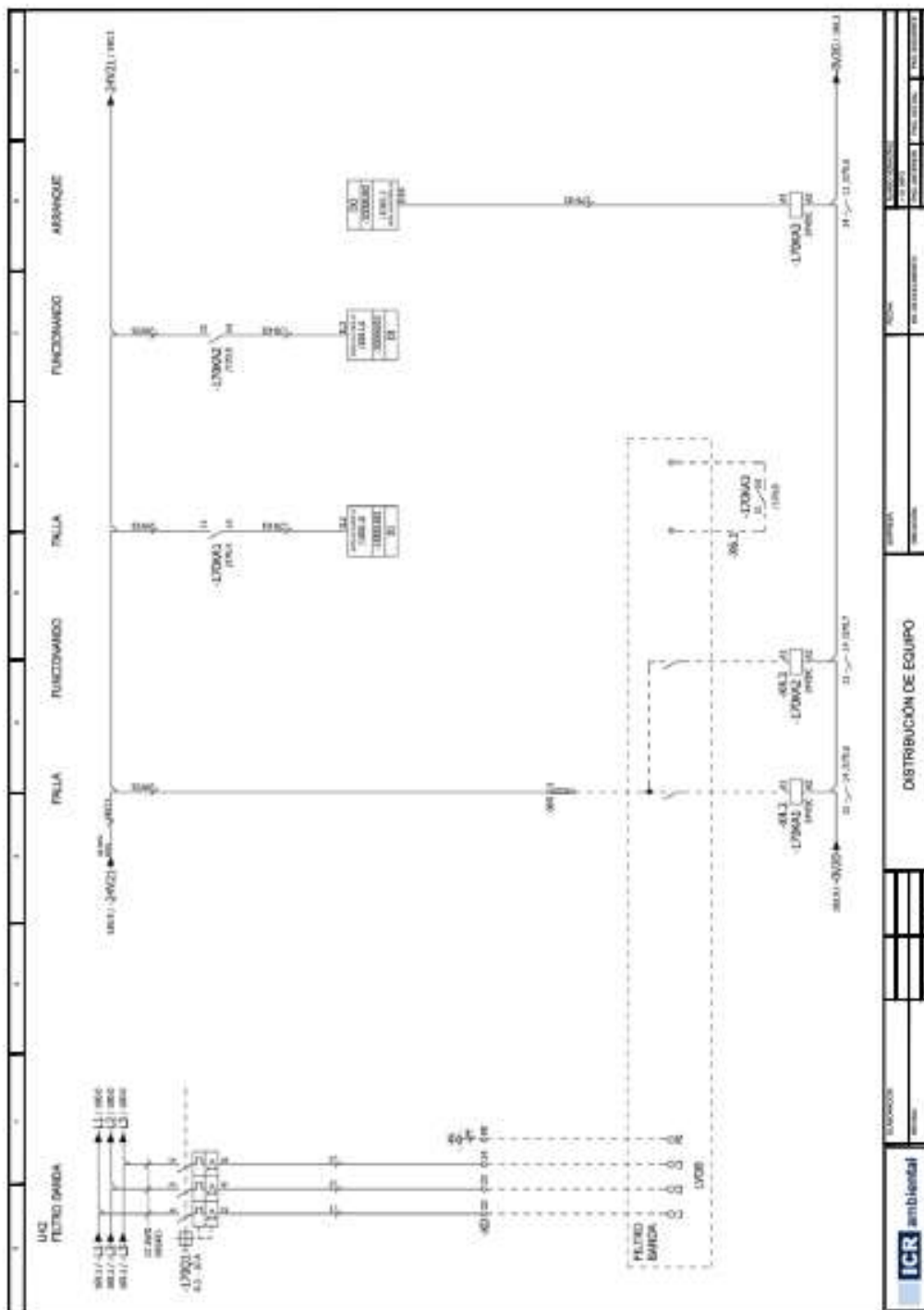


Figura 48: Diagrama eléctrico (23).

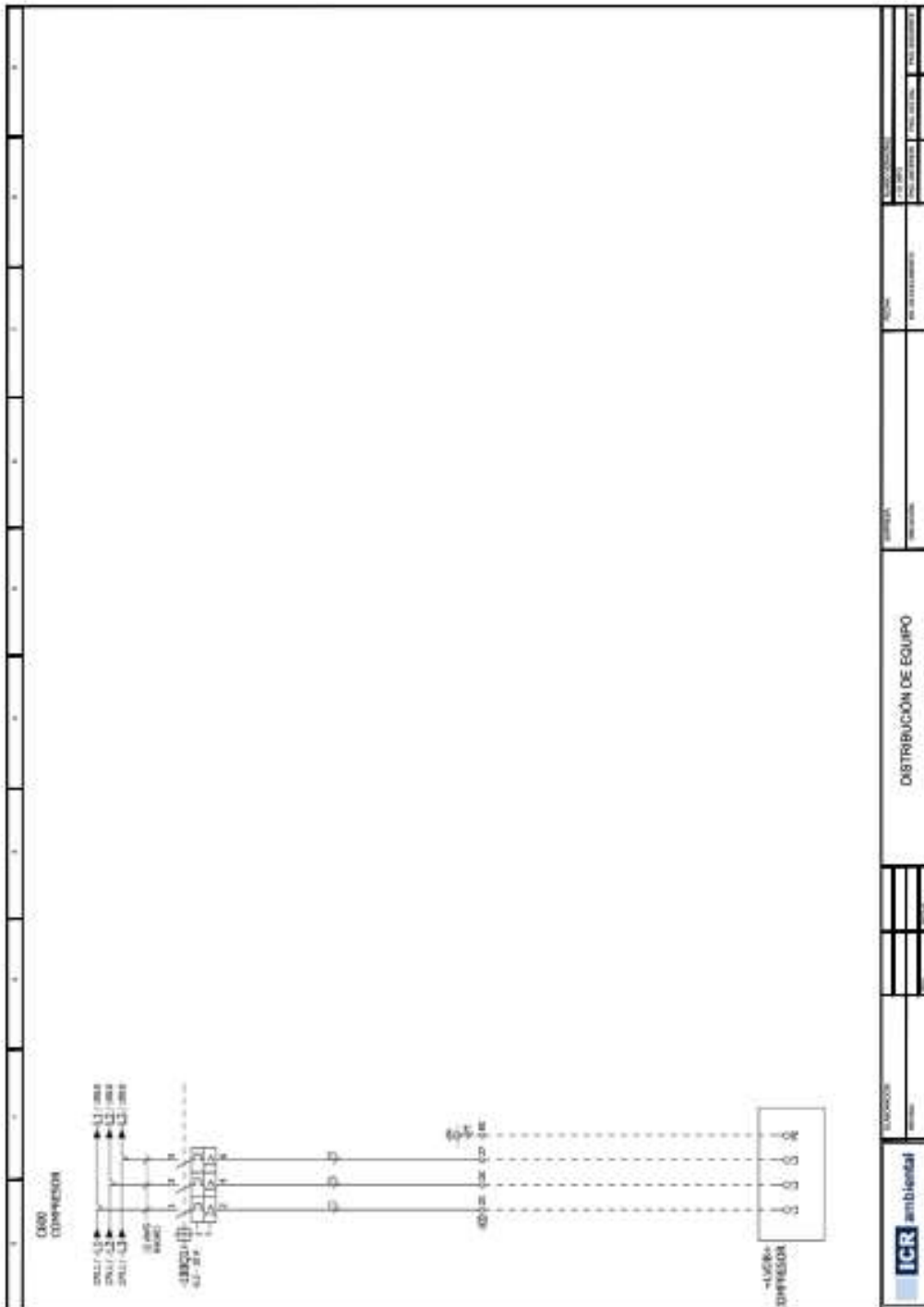


Figura 49: Diagrama eléctrico (24).

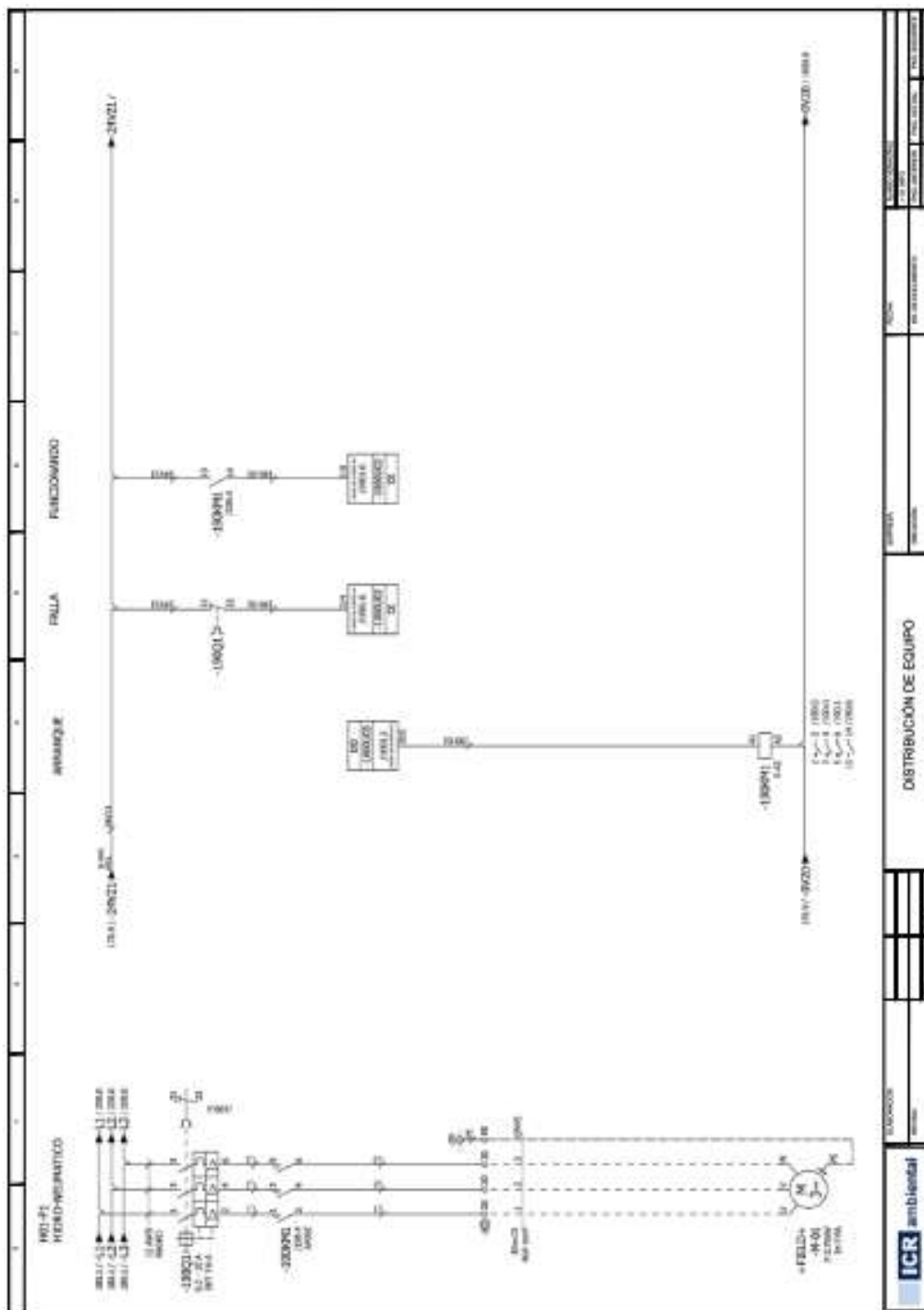


Figura 50: Diagrama eléctrico (25).

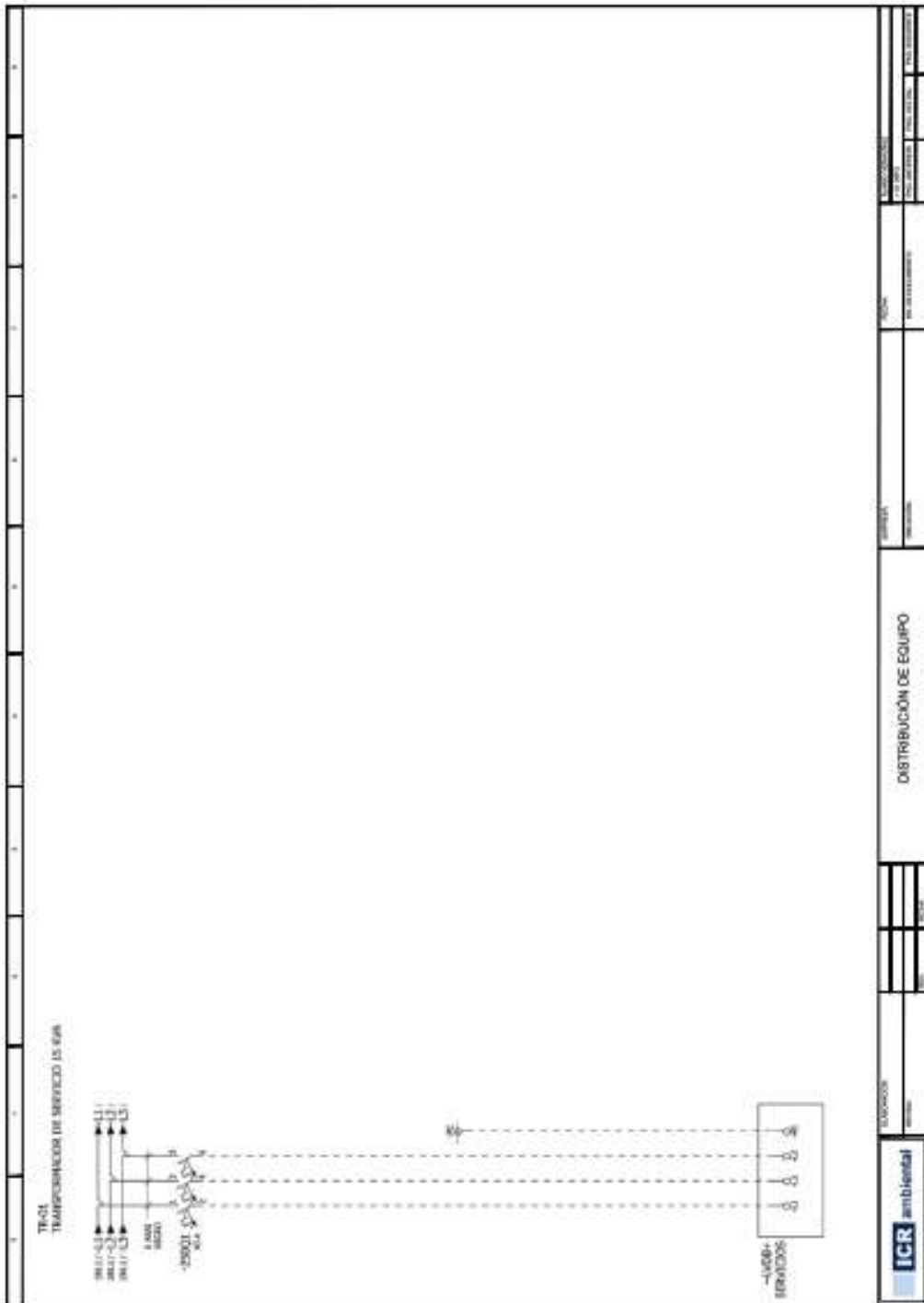


Figura 51: Diagrama eléctrico (26).

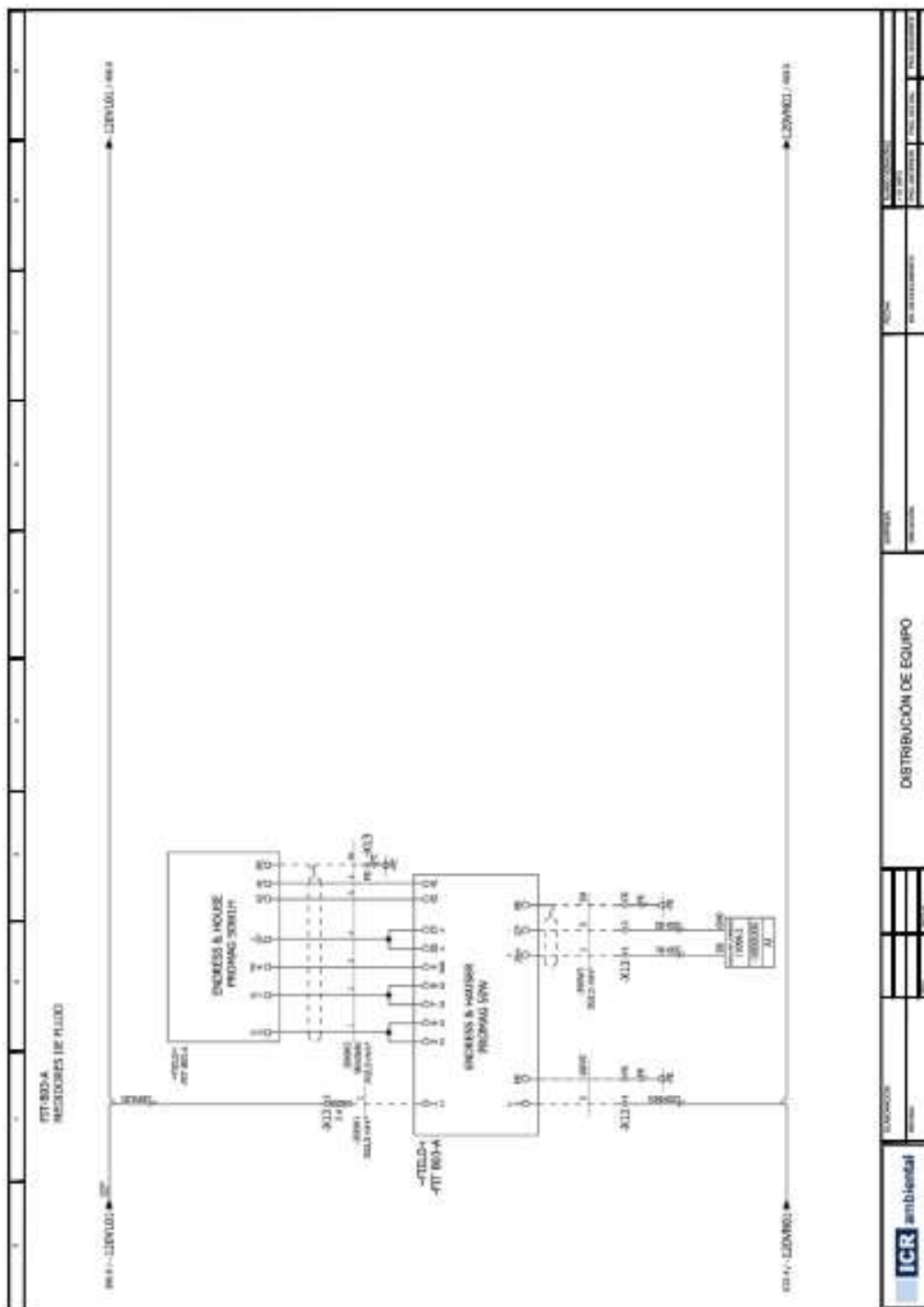
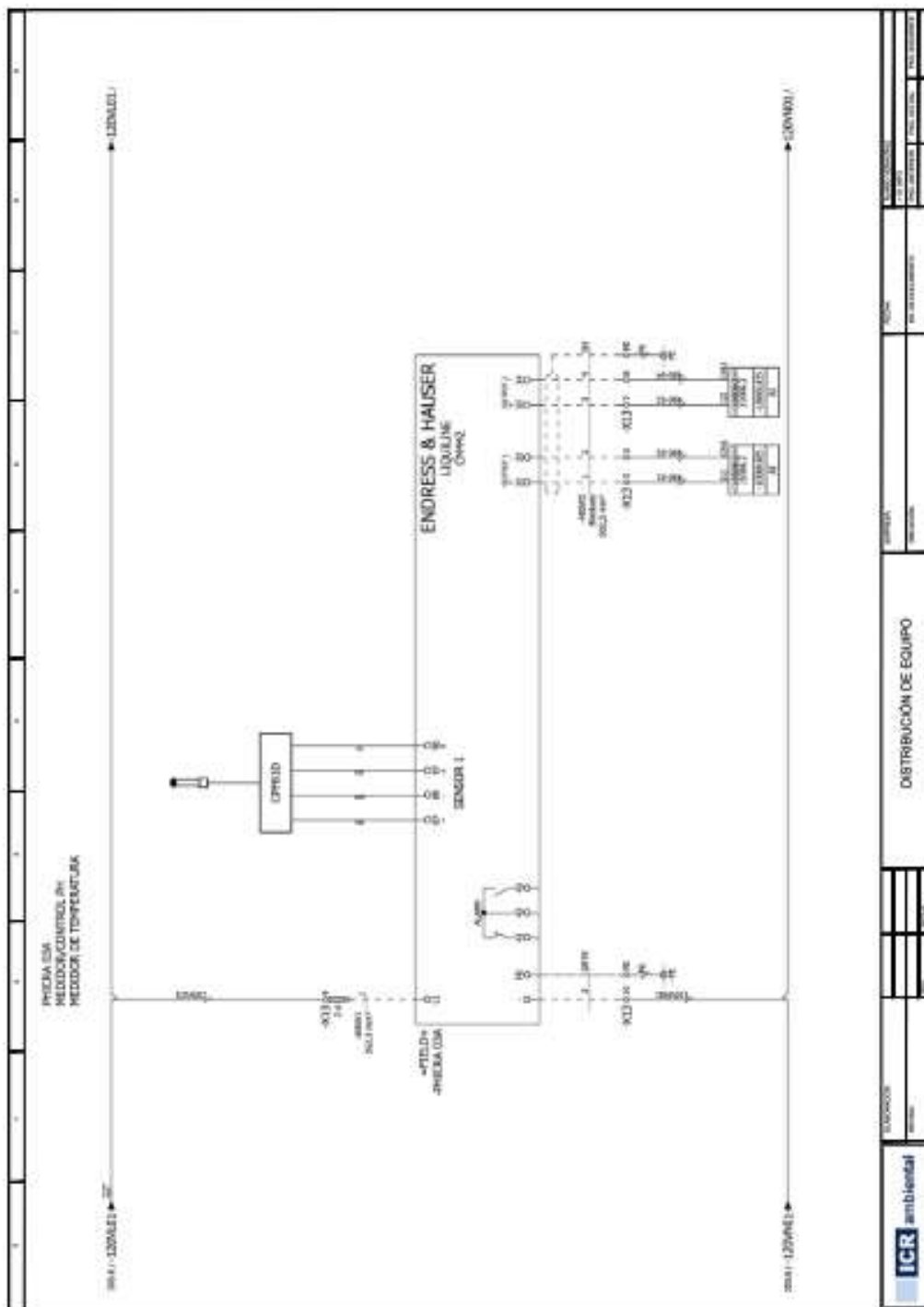


Figura 53: Diagrama eléctrico (28).



	ELABORADO _____	DISTRIBUCIÓN DE EQUIPO	REVISADO _____	APROBADO _____	AUTORIZADO _____
	FECHA _____		FECHA _____	FECHA _____	FECHA _____

Figura 54: Diagrama eléctrico (29).

3.6. PLANOS DE REFERENCIA PARA LA INGENIERÍA INVOLUCRADA

Para la realización del proyecto, tomamos información proporcionada por la empresa, la cual muestra la potencia en HP de cada motor y la potencia en KW de algunos componentes.

RELACION DE EQUIPOS Y POTENCIAS EN HP PROYECTO ME 1812 PROCTRUS, ALAMO VERACRUZ, REV. II							
EQUIPOS EXISTENTES DE PROCTRUS EN OPERACION INTEGRADOS EN TABLERO DE PIAE ACTUAL							
ITEM	TAG	EQUIPO	UBICACION	POTENCIA HP	VOLTAJE	CONDICIONES OPERACION	OBSERVACIONES
1	B03-F1A	Bomba sumergible en cárcamo de bombas	S-01 Cárcamo Recepción	2	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, arranque directo	Existentes y del cliente
2	B03-F1B	Bomba sumergible en cárcamo de bombas	B01 Cárcamo de Recepción	2	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua arranque directo	Existente y del cliente
3	B03-S1	Criba estática tangencial	B02, Tanque de bombas agua cribada	0	0	Continua, para un flujo de 34 m ³ /hr	Existentes por el cliente
4	B03-F1A	Bomba centrífuga horizontal para bombeo a lagunas de escalfación	B02, Tanque de bombas agua cribada	10	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, para un flujo de 34 m ³ /hr, arranque directo	Existentes por el cliente
5	B03-F1B	Bomba centrífuga horizontal para bombeo a lagunas de escalfación	B02, Tanque de bombas agua cribada	10	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, para un flujo de 34 m ³ /hr, arranque directo	Existentes por el cliente
6	B03-A1	Aireador superficial	Laguna de homogenización A	15	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, arranque directo	Existente y por el cliente
7	B03-A2	Aireador superficial	Laguna de homogenización B	15	0	Continua, arranque directo	Existente y por el cliente
8	B41-A1	Aireador superficial	en tanque de flocos	7.5	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, arranque directo	Existente y por el cliente
9	B21-A1	Aireador superficial	Laguna de agua tratada B21	15	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, arranque directo	Existente y por el cliente
10	B21-A2	Aireador superficial	Laguna de agua tratada B21	15	220 / 440 V, 5f, 60Hz	Continua, arranque directo	Existente y del cliente
		POTENCIA TOTAL INSTALADA ACTUALMENTE		81.5			POTENCIA TOTAL INSTALADA DE EQUIPOS EN OPERACION ACTUALMENTE.
RELACION DE EQUIPOS NUEVOS A SUMINISTRAR POR ICE Y POTENCIAS EN HP REV. 0 3018							
ITEM	TAG	EQUIPO	UBICACION	POTENCIA HP	VOLTAJE	CONDICIONES OPERACION	OBSERVACIONES
10	B03-F1A	Bomba centrífuga horizontal para bombeo a DAF	B02B, Laguna de homogenización	3	220/440, 5f, 60 HZ	Continua, para un flujo de 45 m ³ /hr succion 3" y 2" de diámetro a la descarga; controlada por flujo.	Operada con variador de frecuencia, operación continua, con válvula de retención y de mariposa a la descarga.

Figura 36: Tabla de datos No. 1.

11	B03-P1B	Bomba centrífuga horizontal para bombeo a DAF.	B03B, Laguna de hominización.	3	220/440, 3F, 60 HZ	Continua, para un flujo de 45 m ³ /hr succión 3" y 2" de diámetro a la descarga; controlada por flujo.	Operada con variador de frecuencia, operación continua, con válvula de retención y de mariposa a la descarga.
12	B03-A3	Mezclador estático en línea 4"	Junto a Fluculor dal U05-A1	0	0	Discontinua, para un flujo de 0.5 - 30m ³ /hr	Mezclador estático en línea de 3" de diámetro con dos puntos de inyección para un flujo de 0.5 a 45 m ³ /hr
13	C03-P1A	Bomba de cavidad progresiva tipo bloque, para dosificación de sosa.	Junto a tanque de Sosa caustica C01	1	220/440, 3F, 60 HZ	Continua, para un flujo de 0 A 250 L/hr, a 3.5 bar, con VFO	Bomba dosificadora de sosa caustica 50%, clase de protección IP55, con protección contra marcha en seco (sonda termica), con variador de frecuencia. SUMINISTRADA POR ICR
14	C03-P1B	Bomba de cavidad progresiva tipo bloque, para dosificación de sosa.	Junto a tanque de Sosa caustica C01	1	220/440, 3F, 60 HZ	Continua, para un flujo de 0 A 250 L/hr, a 3.5 bar, con VFO	Bomba dosificadora de sosa caustica 50%, clase de protección IP55, con protección contra marcha en seco (sonda termica), con variador de frecuencia. SUMINISTRADA POR ICR
15	C03-P1	Bomba de cavidad progresiva tipo bloque, para dosificación de coagulante.	Junto a tanque de coagulante C02	0.75	220/440 V, 3F, 60Hz	Continua, para un flujo de 0 A 60 L/hr, a 2 bar, con VFO	Bomba dosificadora de coagulante para una concentración del 1% Al, clase de protección IP55, con protección contra marcha en seco (sonda termica), con variador de frecuencia. SUMINISTRADA POR ICR
16	U05-A1	Tubo fluculor en 4", para alimentación a DAF	Cerca de DAF U05	0	0	Para un flujo de 0 a 50 m ³ /hr, fabricada en PVC cod. 80	Fluculador para alimentación a DAF, fabricado en PVC Cod. 80 de 4" fabricado por ICR.
17	C03-A1	Agitador vertical con propela para mezclado de polímero en tanque C03-A	En tanque de Polímero de 5000 lbs, de 3200 mm de diámetro por 1775 mm de altura C03-A	3	230 / 440 V, 3F, 60Hz	Intermitente, con reductor de velocidad a 300 RPM, tipo cilindrico, eje sólido, factor de servicio menor a 2	Protección IP54, eficiencia Premium, Long. De Cj 1500 mm, diámetro hélice 400 mm, tipo de movimiento Hélice perfil axial tipo S, Cantidad de moviles 1, No. De pates 3, SUMINISTRADO POR ICR.
18	C03-P1	Bomba de cavidad progresiva tipo bloque, para dosificación de polímero.	Junto a Tanque de Polímero C03-A.	1	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Operación en función de caudal de DAF, con VFO, para un flujo de 200 a 1000 l/hr, presión de operación 2 Bar	Protección IP55, protección contra marcha en seco (sonda termica), con variador de frecuencia. SUMINISTRADA POR ICR.
19	U05	Unidad de Flotación por Aire Disuelto (DAF)	Línea cimentación DAF	0	440VAC, 60 Hz, 3F	Operación continua, para un flujo de 40 m ³ /hr, equipado con bomba de recirculación de micro burbujas (Nikuni), sistema de skimmer para remoción de natas	Equipo de WWF, fabricado en polipropileno. SUMINISTRADO POR ICR.

Figura 57: Tabla de datos No. 2.

20	UD5-P1	Bomba de generación de diáfragma para lodos de microburbuja télica.	Junto a DAF UD5	10	440VAC, 60 Hz, 3F	Continua, para un flujo de 45 m ³ /hr	Suministrada como equipo paquete de unidad DAF. SUMINISTRADA POR ICR.
21	UD5-P2	Bomba neumática de diáfragma para lodos de DAF a Tanque de lodos B41.	Junto a DAF UD5	0	0	Continua, con operación de DAF	Equipo Integrado a paquete DAF. SUMINISTRADO POR ICR.
22	UD5-R1	Motor para Sólmer de DAF	En DAF UD5	0.5	440VAC, 60 Hz, 3F	Continua por alimentación de flujo a DAF	Suministrada como equipo paquete de unidad DAF. SUMINISTRADA POR ICR.
23	CD4-A1	Agitador vertical con propela para mezclado de gelatino en tanque CD4-A1	En tanque de Polímero de 5000 lts, de 2200 mm de diámetro por 1770 mm de altura CD3-A	3	230 / 440 V, 3F, 60Hz	Intermittente, con reductor de velocidad a 300 RPM, tipo cilíndrico, eje sólido, factor de servicio menor a 2	Protección IP34, eficiencia Premium, Long. De Eje 1500 mm, diámetro hélice 400 mm, tipo de mantenimiento Hélice perfil axial tipo 3, Cantidad de motores 1, No. De pales 3, SUMINISTRADO POR ICR.
24	CD4-P1	Bomba de cavidad progresiva tipo bloque, para dosificación de polímero.	Junto a tanque de polímero CD4	1	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Operación en función de caudal de bomba de lodos a filtro banda, con VFD, para un flujo de 200 a 1000 l/hr, presión de operación 2 Bar	Protección IP55, protección contra marcha en seco (bomba térmica), con variador de frecuencia. SUMINISTRADA POR ICR.
25	B21-P1	Bomba centrífuga horizontal para descarga de agua tratada por el cliente	Laguna de agua tratada B21	10	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Continua, para un flujo de 80 m ³ /hr y una CDT de 10 mts.	A suministrar por el cliente e integrar a tablero de ICR.
26	H01-P1	Hidroneumático y bomba para alta presión para agua de servicios	En área de filtro banda	3	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Continua, para un flujo de 3 l / s, a 3 bar.	A suministrar por el cliente e integrar a tablero de ICR.
26	B41-R1	Difusores de burbuja gruesa en tanque de lodos B41	Tanque de lodos B41	0	0	Continua, en presencia de lodos.	suministrado por ICR con cubierta de PVC cod. 40 de 2".
27	B41-C1	Soplador de aire de cilindros rotativos, para aire de proceso en Tanque de lodos B41	En techumbre de filtro banda	10	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Continua en presencia de lodos en tanque B41	Suministrado por ICR.
28	B41-P1	Bomba de cavidad progresiva tipo bloque, para bombeo de lodos a Filtro Banda 143.	En techumbre de filtro banda	3	220 / 440 V, 3F, 60Hz	0	Protección IP 55 Clase F, Protección contra marcha en seco ITR-3, con variador de frecuencia. SUMINISTRADA POR ICR.
29	B41-A1	Mecanizador estático en línea para un flujo de 2 a 15 m ³ /hr	En techumbre de filtro banda	0	0	Continua con arranque de bomba B41-P1	Fabricado por ICR.

Figura 58: Tabla de datos No. 3.

30	U42	Filtro Banda	En estructura para filtro banda	1	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Continua con arranque de bomba 941-91, para una capacidad de 240 kg Dry Sludge / hr	Protección IP 55, clase F. Con marco de acero al carbón recubierto, con rastro hidráulico de banda y mecanismo de control, con sistema automático de tensión de banda, sistema de control de presión hidráulica, barras de roscado brochas de limpieza y panel de control
31	C600	Compresor para aire comprimido con tanque de almacenamiento de 1000 lit, presión de operación mínima de 175 PSI	En techumbre de DAF	10	220 / 440 V, 3F, 60Hz	Continua, arranque directo	Suministrado por ICR
32	U42-T1	Tolva para lodos de filtro Banda U42, con capacidad de almacenamiento de 10 m ³	Sobre estructura para tolva de lodos de Filtro Banda	0	0	continua cuando opera filtro banda.	Suministrada por ICR

INSTRUMENTACIÓN Y ENERGÍA PARA SERVICIOS PARA PROYECTO MX 1812 PROCIUS, ALAMO VERACRUZ

ITEM	TAD	INSTRUMENTO	UBICACIÓN	POTENCIA HP	VOLTAGE	CONDICIONES OPERACIÓN	OBSERVACIONES
1	SIT-803-A	MEDIDOR DE FLUJO ELECTROMAGNETICO, PARA ALIMENTACIÓN A DAF	EN LINEA DE ALIMENTACIÓN A DAF	1	110 V	CONTINUA CON FLUJO DE BOMBAS DE ECUALIZADOR, PARA UN FLUJO DE 50 M3/HR	SUMINISTRADO POR ICR
2	PHCRA-03A	MEDIDORS DE PH Y TEMPERATURA	EN INFLUENTE A DAF			CONTINUA CON FLUJO DE BOMBAS DE ECUALIZADOR, CON MANDO DE OPERACIÓN DE 1 A 12	
3	ISA-803B	SWITCH DE NIVEL ALTO Y BAJO PARA CONTROL DE BOMBAS DE ECUALIZADOR	EN LAGUNA 803B			CONTINUA CON NIVEL DE AGUA.	
		Dibarrado interior edificios y servicios		20	440 V		

TOTAL CARGA INSTALADA PARA NUEVOS EQUIPOS Y SERVICIOS

91.25

Figura 59: Tabla de datos No. 4.

Los cortes de planos que fueron utilizados para el desarrollo de la colocación del tablero, canalizaciones, alumbrado y los diferentes componentes dentro de la empresa son los siguientes;

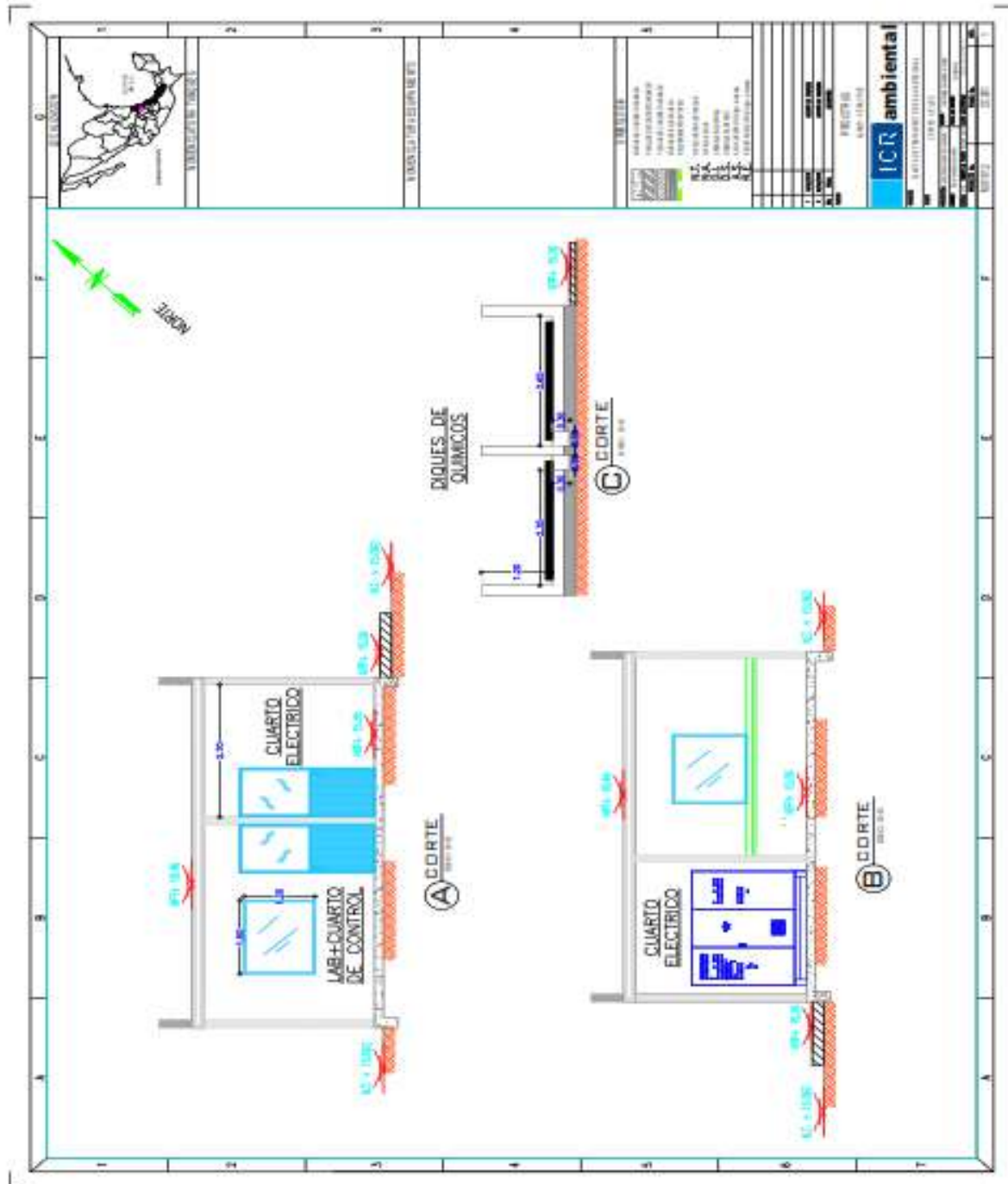


Figura 60: Corte No. 1.

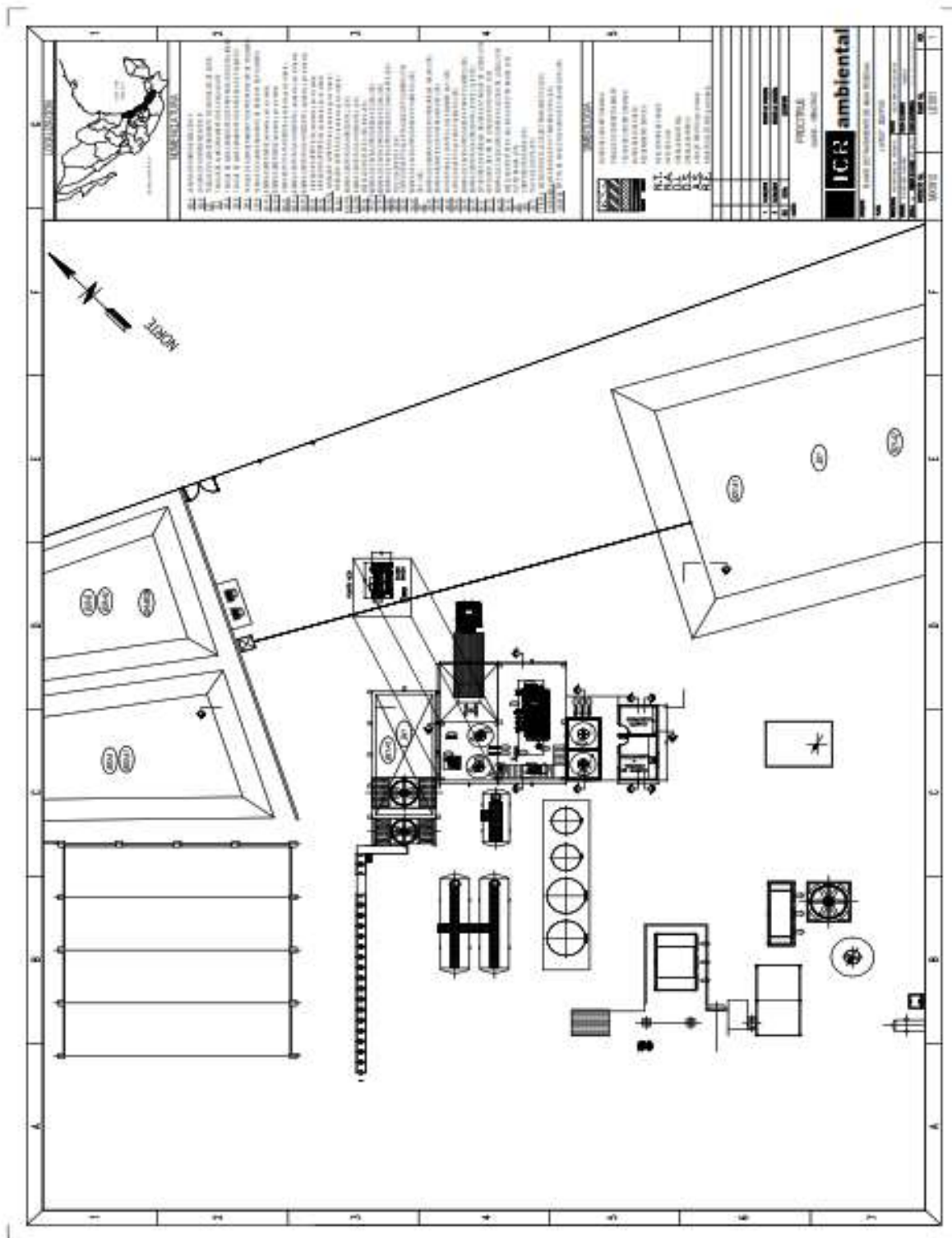


Figura 63: Plano No. 1.

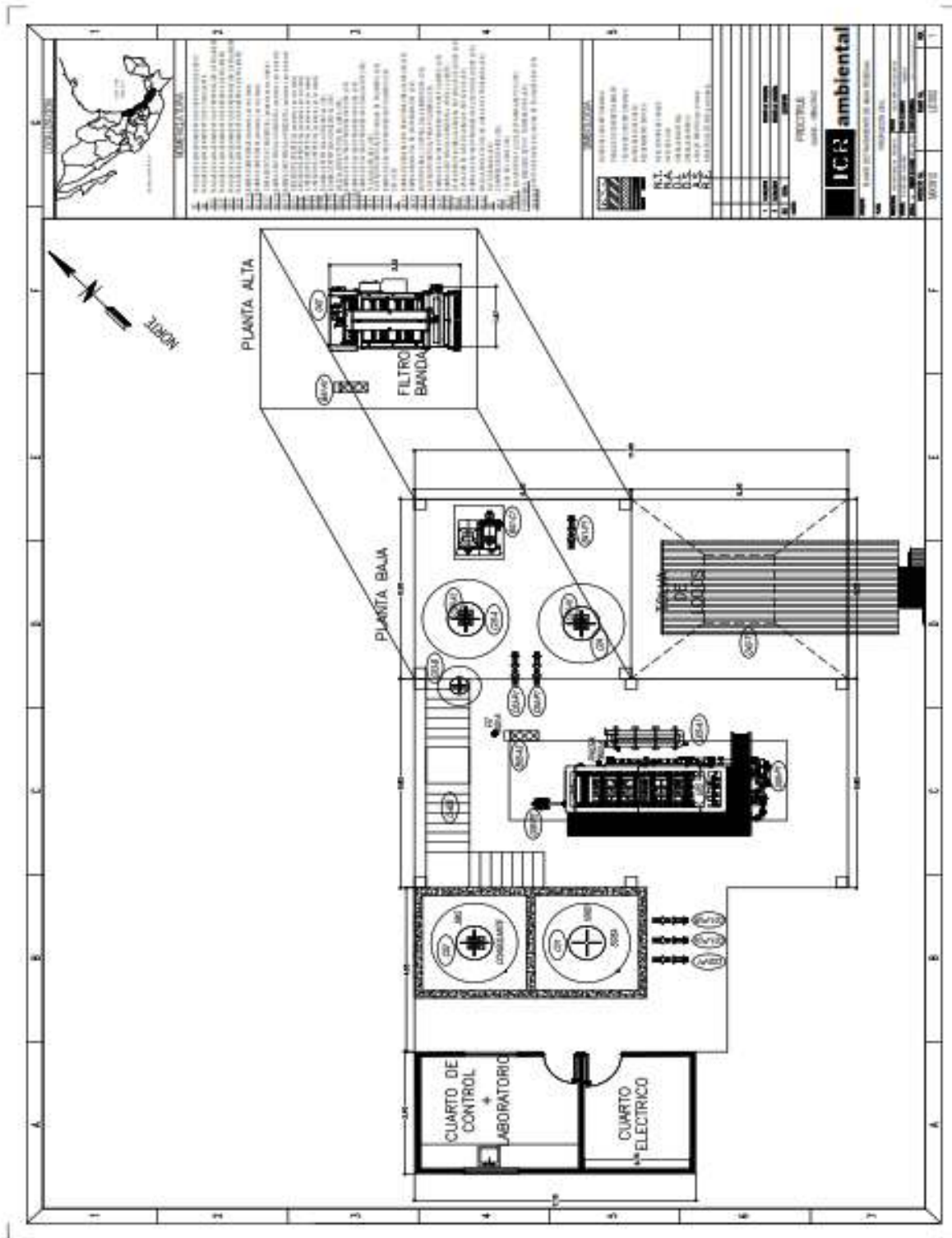


Figura 64: Plano No. 2.

3.7. ANEXOS; HOJAS TÉCNICAS, CÓDIGOS FUENTE DE PROGRAMACIÓN, NORMAS, PROCEDIMIENTOS, ETC.