

2020

REGULARIZACION DE INSTALACION ELECTRICA SEGUN NORMA VIGENTE NCH ELEC 4/2003 DE CASA HABITACION Y LOCALES COMERCIALES EN QUILLOTA, CHILE

ARAYA CISTERNAS, RICARDO ALEXI

<https://hdl.handle.net/11673/50727>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**REGULARIZACIÓN DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN NORMA VIGENTE
NCH ELEC 4/2003 DE CASA HABITACIÓN Y LOCALES COMERCIALES EN
QUILLOTA, CHILE**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en ELECTRICIDAD.

Alumnos:

Ricardo Alexi Araya Cisternas

Francisco Javier Martínez Ramírez

Profesor Guía:

Ing. Cristian Andrés Pavez Barrios

Profesor Correferente:

Ing. Carlos Eduardo Santander Molina

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por guiarnos durante la elaboración de nuestro proyecto, proporcionándonos los medios necesarios y a las personas indicadas para la finalización del presente escrito.

En segundo lugar, agradecemos de gran manera a nuestra familia (padres, hermanos y pareja), quienes estuvieron constantemente a nuestro lado otorgándonos el apoyo emocional necesario para lidiar con las dificultades que conlleva la culminación de nuestro proceso formativo profesional como Técnicos Universitarios en Electricidad.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a los docentes que nos proporcionaron el conocimiento durante el transcurso de nuestra carrera profesional, pero en especial a los ingenieros Cristian Andrés Pavez Barrios y Carlos Eduardo Santander Molina, quienes siempre estuvieron dispuestos a resolver nuestras inquietudes.

RESUMEN

KEYWORD: INSTALACIÓN ELÉCTRICA – REGULARIZACIÓN – DISEÑO ELÉCTRICO – SISTEMA FOTOVOLTAICO.

En el presente proyecto se establecieron cuatro capítulos, el primero de ellos establece las problemáticas presentes en la instalación eléctrica de tres locales comerciales y una casa habitación, siendo estas de alto peligro para los usuarios, ya que incumplen la normativa eléctrica vigente NCh Elec 4/2003. Además, se señala a solicitud del cliente la implementación de una panadería semi industrial dentro de la misma propiedad que se ubica en calle Lorca N°795 esquina Los Lúcumos, Quillota, Chile.

El segundo capítulo establece las soluciones a las problemáticas planteadas durante el primer capítulo, siendo estas de carácter cuantitativo y cualitativo, a través de un diseño técnico que incluye plantas de alumbrado y fuerza, diagramas eléctricos, cálculos justificativos y modelamientos 3D.

En el tercer capítulo se realiza un estudio de factibilidad y viabilidad para la implementación de un sistema de generación fotovoltaica on-grid sin inyección a la red con datos relevantes obtenidos de la plataforma Explorador solar, boletas de consumo energéticos otorgadas por el cliente y elementos necesarios para su construcción.

Finalmente, en el cuarto capítulo se definen y detallan los costos monetarios que conlleva regularizar e implementar lo expuesto por el mandante (cliente), desde gastos asociados a materiales hasta la certificación del diseño elaborado

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	1
OBJETIVOS.....	2

CAPÍTULO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	4
1.1. ANTECEDENTES.....	4
1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA NAVE.....	7
1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN EXISTENTE.....	8
1.3.1. Medidor de energía eléctrica.....	8
1.3.2. Tableros eléctricos.....	14
1.3.3. Protecciones.....	18
1.3.4. Conductores y canalizaciones.....	20
1.4. DESCRIPCIÓN DEL NUEVO LOCAL SEMI-INDUSTRIAL PANADERÍA.....	23
1.5. DIMENSIONES DE LOS LOCALES COMERCIALES Y CASA HABITACIÓN.....	25
1.5.1. Casa habitación.....	25
1.5.2. Locales comerciales.....	26

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	29
2.1. DATOS DE LA INSTALACIÓN.....	29
2.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	31
2.2.1. Empalme.....	34
2.2.1.1. Cálculos de acometida y alimentador.....	34
2.2.1.2. Cálculos de protección general.....	35

2.2.1.3. Cálculos canalizaciones.....	36
2.2.1.4. Cálculos de puesta a tierra.....	36
2.2.1.5. Sala eléctrica.....	39
2.2.2. Instalación eléctrica de la casa habitación.....	39
2.2.2.1. Cálculos de alimentadores.....	41
2.2.2.2. Cálculos de protecciones.....	44
2.2.2.3. Cálculos de canalizaciones.....	46
2.2.2.4. Cálculos luminotécnicos.....	47
2.2.2.5. Cálculos de circuitos de fuerza.....	48
2.2.3. Instalación eléctrica en locales comerciales.....	49
2.2.3.1. Instalación eléctrica del local comercial de comida rápida.....	49
2.2.3.1.1. Cálculo del subalimentador.....	50
2.2.3.1.2. Cálculos de protecciones.....	51
2.2.3.1.3. Cálculos de canalizaciones.....	52
2.2.3.1.4. Cálculos luminotécnicos.....	53
2.2.3.2. Instalación eléctrica del local comercial panadería.....	53
2.2.3.2.1. Cálculo de subalimentador.....	54
2.2.3.2.2. Cálculos de protecciones.....	55
2.2.3.2.3. Cálculos de canalizaciones.....	57
2.2.3.2.4. Cálculos luminotécnicos.....	57
2.2.3.3. Instalación eléctrica del local comercial de zumba.....	57
2.2.3.3.1. Cálculo de subalimentador.....	58
2.2.3.3.2. Cálculos de protecciones.....	59
2.2.3.3.3. Cálculos de canalizaciones.....	60
2.2.3.3.4. Cálculos luminotécnicos.....	60
2.2.4. Instalación eléctrica de panadería semi industrial.....	60
2.2.4.1. Cálculos del subalimentador.....	62
2.2.4.2. Cálculos de protecciones.....	63
2.2.4.3. Cálculos de canalizaciones.....	64
2.2.4.4. Cálculos luminotécnicos.....	65
2.2.4.5. Cálculos de circuitos de fuerza.....	66

2.2.4.6. Cálculos de puesta a tierra.....	66
2.2.5. Tableros eléctricos.....	66
2.2.6. Corriente de cortocircuito.....	68

CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID INYECCIÓN CERO

3. DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID INYECCIÓN CERO.....	71
3.1. DATOS INICIALES DEL DISEÑO FOTOVOLTAICO.....	71
3.2. DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA.....	72
3.2.1. Datos de los paneles solares fotovoltaicos.....	72
3.2.2. Detalles del inversor on-grid inyección cero.....	74
3.2.3. Conexión del sistema fotovoltaico.....	76
3.2.4. Montaje del sistema fotovoltaico.....	76
3.2.5. Conductores eléctricos	78
3.2.5.1. Conductores eléctricos en C.C.....	78
3.2.5.2. Conductores eléctricos en C.A.....	79
3.2.6. Protecciones eléctricas.....	79
3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	80
3.3.1. Inversión inicial.....	80
3.3.2. Ahorro del consumo energético.....	81
3.3.3. Rentabilidad del sistema.....	82

CAPÍTULO 4: TRÁMITES LEGALES Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

4. TRÁMITES LEGALES Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	85
4.1. TRÁMITES LEGALES.....	85
4.1.1. Solicitud de aumento de potencia y cambio de tarifa.....	85
4.1.2. Declaración de la instalación.....	86
4.2. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	86
4.2.1. Costo total de materiales.....	86
4.2.2. Costo total mano de obra.....	87
4.2.3. Costo total de gastos generales.....	88

4.2.4. Costo total utilidad.....	89
4.2.5. Costo final del proyecto.....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXO A: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA CASA HABITACIÓN.....	95
ANEXO B: DIAGRAMAS DE CONTROL Y ESQUEMAS CONSTRUCTIVOS.....	110
ANEXO C: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOCAL COMIDA RÁPIDA.....	112
ANEXO D: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOCAL PANADERÍA.....	124
ANEXO E: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOCAL DE ZUMBA.....	128
ANEXO F: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL.....	132
ANEXO G: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE EMPALME.....	145
ANEXO H: LÁMINA 1.....	149
ANEXO I: LÁMINA 2.....	150
ANEXO J: LÁMINA 3.....	151
ANEXO K: LÁMINA 4.....	152
ANEXO L: LÁMINA 5.....	153
ANEXO M: LÁMINA 6.....	154
ANEXO N: CARTA GANTT.....	155
ANEXO Ñ: PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Distribución por origen de incendios eléctricos, durante el año 2015.....	5
Figura 1-2. Imagen satelital del terreno.....	7
Figura 1-3. Fachada exterior de las edificaciones.....	7
Figura 1-4. Estado de conexión del Medidor de energía.....	9

Figura 1-5. Boleta de consumo energético del domicilio.....	10
Figura 1-6. Conexión del Tablero General.....	15
Figura 1-7. Tablero de control de bomba de pozo.....	16
Figura 1-8. Bodega que alberga la bomba de pozo.....	17
Figura 1-9. Controlador eléctrico de riego.....	18
Figura 1-10. Descripción de los tipos de protección eléctrica.....	18
Figura 1-11. Oficio circular n° 4979 Uso de conductores EVA en instalaciones eléctricas de locales de reunión de personas.....	21
Figura 1-12. Porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores.....	22
Figura 1-13. Disposición que tendrán las maquinarias en local comercial panadería semi industrial.....	23
Figura 2-1. Layout general del terreno.....	31
Figura 2-2. Tipos de diferenciales marca Legrand.....	32
Figura 2-3. Tipos de disyuntores marca Legrand.....	33
Figura 2-4. Coeficiente de reflexión del local.....	34
Figura 2-5. Tabla de conductor preensamblado Bt ELEXOR.....	35
Figura 2-6. Planta de iluminación de la casa habitación.....	40
Figura 2-7. Planta de enchufes de la casa habitación.....	41
Figura 2-8. Características eléctricas y mecánicas del conductor tipo cableado THHN.....	43
Figura 2-9. Características eléctricas y mecánicas del conductor tipo cableado XTU multiconductor tres hilos.....	43
Figura 2-10. Características eléctricas y mecánicas del conductor tipo cableado XTU multiconductor cinco hilos.....	44
Figura 2-11. Planta de iluminación local de comida rápida.....	50
Figura 2-12. Planta de enchufes local de comida rápida.....	50
Figura 2-13. Características eléctricas y mecánicas del monoconductor SUPERFLEX/EVA.....	51
Figura 2-14. Planta de iluminación local panadería.....	54
Figura 2-15. Planta de enchufes local panadería.....	54
Figura 2-16. Características eléctricas y mecánicas del multiconductor SUPERFLEX/EVA.....	55
Figura 2-17. Planta de iluminación local de zumba.....	58

Figura 2-18. Planta de enchufes local de zumba.....	58
Figura 2-19. Entrada al local semi industrial panadería.....	61
Figura 2-20. Planta de iluminación del local semi industrial panadería.....	61
Figura 2-21. Planta de enchufes del local semi industrial panadería.....	62
Figura 3-1. Radicación solar anual y promedio diario.....	73
Figura 3-2. Montaje físico de los paneles fotovoltaicos.....	77
Figura 3-3. Montaje físico del inversor y tablero de C.A.....	77
Figura 3-4. Presupuesto de materiales del sistema on-grid 5kW.....	81
Figura 4-1. Costo de materiales a utilizar.....	86
Figura 4-2. Costo mano de obra.....	87
Figura 4-3. Valores monetarios de sub-totales.....	89
Figura 4-4. Costo final del proyecto.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Información específica de consumo de energía eléctrica.....	11
Tabla 1-2. Equipos eléctricos de la casa habitación.....	12
Tabla 1-3. Equipos eléctricos del local panadería.....	13
Tabla 1-4. Equipos eléctricos del local de comida.....	13
Tabla 1-5. Equipos eléctricos del local comercial de zumba.....	14
Tabla 1-6. Equipos eléctricos del local comercial panadería semi-industrial.....	24
Tabla 1-7. Dimensiones de la casa habitación.....	25
Tabla 1-8. Dimensiones del local comercial de comida rápida.....	26
Tabla 1-9. Dimensiones del local comercial panadería.....	26
Tabla 1-10. Dimensiones del local comercial de zumba.....	27
Tabla 1-11. Dimensiones del local semi-industrial panadería.....	27
Tabla 2-1. Resumen de las problemáticas de la instalación eléctrica.....	30
Tabla 2-2. Conductores a utilizar en los circuitos.....	44
Tabla 2-3. Protecciones de los circuitos en la casa habitación.....	46

Tabla 2-4. Protecciones de los circuitos del local comida rápida.....52

Tabla 2-5. Protecciones de los circuitos del local comercial panadería.....56

Tabla 2-6. Protecciones de los circuitos del local comercial de zumba.....59

Tabla 2-7. Protecciones de los circuitos de la panadería semi industrial.....63

Tabla 2-8. Características técnicas de los tableros eléctricos.....67

Tabla 3-1. Consumo energético anual de la propiedad.....71

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

S.E.C	: Superintendencia de Electricidad y Combustible.
BT1	: Tarifa de Baja Tensión hasta 10 kW.
NCh Elec 4/2003	: Norma Eléctrica Chilena del año 2003.
DS 594/99	: Decreto Supremo 594 del año 1999.
S.A.	: Sociedad Anónima.
ACHS	: Asociación Chilena de Seguridad.
CGE	: Compañía General de Electricidad.
T.G	: Tablero General.
NCh Elec 2/84	: Elaboración y presentación de proyectos relacionados con instalaciones eléctricas.
AR-75	: Empalme aéreo 75.
BT-4.3	: Tarifa de consumo de energía baja tensión 4.3.
LED	: Diodo emisor de luz.
T.G.aux	: Tablero General auxiliar.
T.D.A	: Tablero de Distribución de Alumbrado.
T.D	: Tablero de Distribución.
N/A	: No aplica.
T.D.F	: Tablero de Distribución de Fuerza.
t.p.r	: Tubo plástico rígido.
t.p.r.v	: Tubo plástico rígido a la vista.
t.p.r.e	: Tubo plástico rígido embutido.
t.p.r.s	: Tubo plástico rígido subterráneo
T.D.A aux	: Tablero de Distribución de Alumbrado auxiliar.
Vp	: Voltaje de pérdida.
Itotal	: Corriente total.

Icto	: Corriente del circuito.
m.p.c	: Moldura porta conductores.
IP	: Índice de protección.
C.C	: Corriente continua.
C.A	: Corriente alterna.
MPPT	: Maximum Power Point Tracker.
Voc	: Voltaje de circuito abierto.
V _{máxDC}	: Voltaje máximo en corriente continua.
Pv	: Panel fotovoltaico.
Imáx	: Corriente máxima.
Icc	: Corriente de cortocircuito.
I _{inv. máx}	: Corriente inversa máxima.
In	: Corriente nominal.
V _{máx}	: Voltaje máximo.
RGR 2/2017	: Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
CLP	: Peso chileno.
BT-4.3	: Tarifa trifásica de baja tensión.
CO ₂	: Dióxido de carbono.

SIMBOLOGÍAS

MW	: Mega watts.
A	: Unidad de Corriente.
V	: Unidad de Voltaje.
kW	: Unidad de Potencia.
VA	: Volt-Amper.
AWG	: American Wire Gauge.
Ω	: Resistencia eléctrica.
m	: Metro.

°C : Grados Celsius.
mA : Mili amperios
cm : Centímetros.
lx : Lux.
lm : Lúmenes.
K : Kelvin.
mm : Milímetro.
mm² : Milímetros cuadrados.
” : Pulgada.
kWh : Kilo watt hora.
kWh/m: Kilo watt hora por mes.
HSP : Hora solar pico.
FS : Factor de seguridad.
Wp : Watt pico.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

El presente proyecto aborda la temática de instalaciones eléctricas en baja tensión con alto estándar de calidad y seguridad. En esta área de la electricidad existen sub tipos de proyectos, por ejemplo, proyectos asociados a la minería, al área comercial, a espacios públicos, entre otros, que utilizan potencia instalada que pueden superar 1 Mega Watt (MW), sin embargo, para esta oportunidad la potencia diseñada no supera los 100 kW, relacionado a la pequeña área comercial dentro de una zona urbanizada en la comuna de Quillota, Chile.

Este proyecto eléctrico está motivado por la búsqueda de soluciones a problemáticas de tableros de distribución, conductores y ductos eléctricos con erróneas dimensiones, operación constante de protección general, entre otras, que en consecuencia provocan incendios y/o electrocución por contacto directo e indirecto en circuitos domiciliarios y comerciales perteneciente a un cliente en particular, afectando a las personas y la instalación.

Para analizar estas problemáticas es necesario indicar sus causas, la principal es la falta de mantenimiento. Se entiende por mantenimiento en el área de electricidad a la acción de revisar o reparar un equipo o circuito eléctrico con el fin de obtener el óptimo funcionamiento de este. Estas problemáticas afectan mayormente a instalaciones antiguas sin mantenimiento de carácter preventiva o instalaciones eléctricas fuera de la normativa eléctrica vigente.

Por consiguiente, mediante este proyecto se brinda solución a las problemáticas expuestas anteriormente y requerimientos eléctricos que el cliente desea, a través de un diseño eléctrico regido por normativas vigentes del área.

Dicho diseño se elabora por medio de una metodología técnica de cálculos matemáticos según fórmulas esenciales y simulaciones por computadora.

En caso de ser ejecutado este proyecto, el cliente, los arrendatarios y la comunidad entorno a los locales comerciales obtendrán una instalación eléctrica en condiciones de alto estándar de calidad y seguridad, favoreciendo el desarrollo de sus labores respectivas y otorgando una alimentación de energía eléctrica constante sin comprometer los procesos de producción.

Con la finalidad de cumplir con los requerimientos solicitados por el cliente se estudia la factibilidad y viabilidad de la implementación de un sistema de generación fotovoltaica, entendiéndose por factibilidad a la disponibilidad de recursos económicos y físicos por parte del cliente para desarrollar la idea del proyecto fotovoltaico, centrándose en la disminución del consumo energético y comprendiendo por viabilidad al análisis de la posibilidad de que su ejecución sea rentable o no, con la vista puesta en el aumento de instalación de energías renovables no convencionales para mitigar los efectos del uso de las energías convencionales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Regularizar según la norma vigente NCh Elec 4/2003 la instalación eléctrica de casa habitación y locales comerciales ubicados en calle Lorca N°795 esquina Los Lúcumos, Quillota, Chile.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Inspeccionar la instalación eléctrica de los edificios.
- Diseñar la instalación eléctrica de la casa habitación y locales comerciales, de acuerdo a la norma eléctrica vigente NCh Elec 4/2003.
- Analizar el uso de energía fotovoltaica para el ahorro de energía eléctrica en la casa habitación y locales comerciales.
- Determinar los costos del proyecto.

CAPÍTULO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

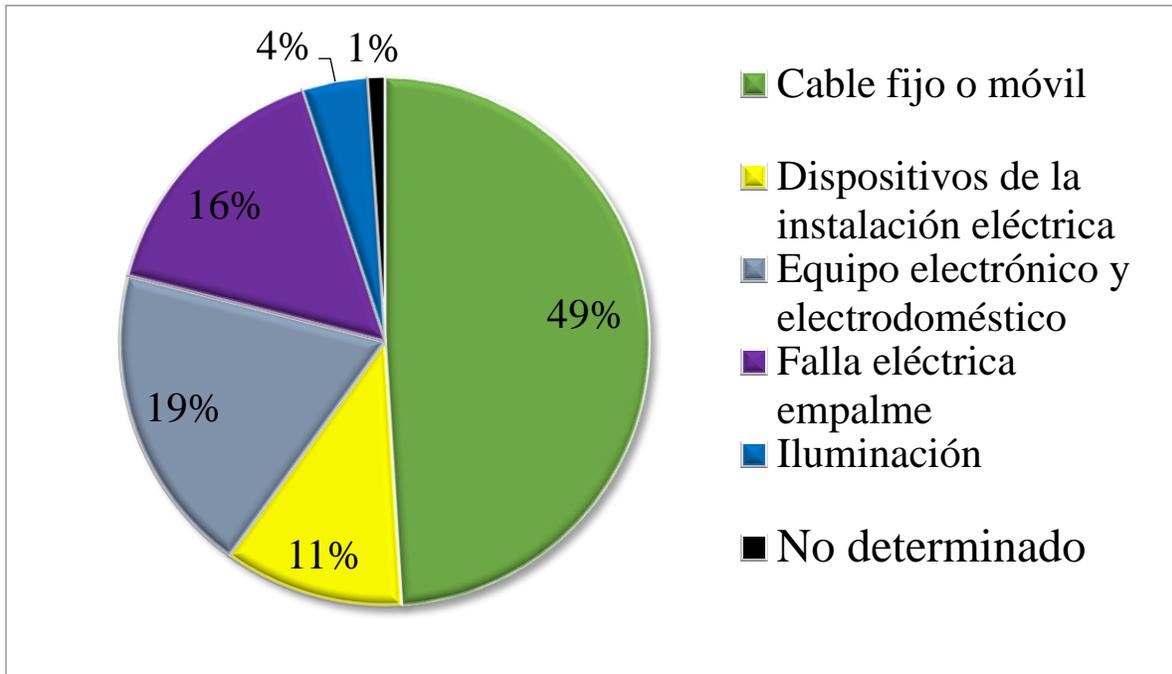
1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. ANTECEDENTES

La electricidad en la actualidad es fundamental para el ser humano, desde encender una luminaria al llegar a casa después del trabajo, hasta mantener una operación activa en una planta procesadora. Los ejemplos para el uso de la electricidad son múltiples, sin embargo, previo a realizar cualquiera acción que implique utilizar la electricidad, es importante comprender como utilizarla de manera apropiada, debido a que un mal uso de esta puede provocar daños severos.

En Chile para poder utilizar la electricidad en potencias domiciliarias o superiores, es necesario crear una instalación eléctrica, esta debe ser alimentada por las líneas de distribución de empresas suministradoras, como: CGE DISTRIBUCIÓN, ENEL DISTRIBUCIÓN, CHILQUINTA ENERGÍA, entre otras, dependiendo siempre del lugar donde se realice la instalación. O bien se puede alimentar la instalación eléctrica mediante energía fotovoltaica, energía eólica o energía minihidráulica.

Las instalaciones eléctricas deben ser seguras y bajo Norma Chilena Eléctrica (NCh Elec 4/2003), ya que las instalaciones no aprobadas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (S.E.C), tienen una alta probabilidad de provocar daños a las personas, los artefactos eléctricos, la edificación y a la misma instalación eléctrica. S.E.C como ente fiscalizador de instalaciones eléctricas en Chile, debe inspeccionar instalaciones nuevas, modificadas y reparadas para aprobarlas si corresponde, “según cumplan las características de los recursos energéticos con las normativas técnicas y no constituyan peligro para personas o cosas”. (Ley N° 18.410, 1985). Si la instalación eléctrica no es aprobada por este ente, será por un motivo o más de uno que pueda causar un riesgo. El caso más común es el incendio. En la figura 1-1., se observan las razones que provocan incendios.



Fuente: Riesgos eléctricos y accidentabilidad conferencia Mariano Corral, S.E.C 2013

Figura 1-1. Distribución por origen de incendios eléctricos, durante el año 2013.

Al observar el gráfico en la figura anterior, se puede obtener las diversas razones y sus porcentajes respecto cómo se originan los incendios en instalaciones eléctricas. En primer lugar, con 49% el Cable fijo o móvil, en segundo lugar, equipos electrónico o electrodoméstico con 19%, en tercer lugar, falla eléctrica de empalme con 16%, en cuarto lugar, dispositivos de la instalación eléctrica con 11%, en quinto lugar, 4% por fallas en iluminación y por último solamente el 1% no se determinó el origen de incendios causados por la electricidad.

El cable fijo o móvil como falla y mayor causalidad de incendio en la instalación eléctrica, indica un erróneo dimensionamiento en los conductores y protecciones eléctricas. Si la instalación se dimensiona de manera incorrecta los conductores quedan sometidos a una corriente mayor a la de diseño, por lo que se eleva la temperatura en el conductor y por lo que termina deteriorando el aislante que lo cubre.

En relación con el párrafo anterior, S.E.C fiscaliza las instalaciones eléctricas bajo la norma NCh Elec 4/2003. No obstante, Corral (2013), jefe del departamento de inspección de

electricidad del S.E.C señala que: “El 86,6% de las instalaciones nuevas, modificadas y reparadas no son fiscalizadas por la S.E.C, permitiendo que estas instalaciones queden con condiciones de riesgos inseguras” (p.14).

Las instalaciones eléctricas del presente proyecto no han sido fiscalizadas por el S.E.C y como se explicará durante este capítulo, las problemáticas que posee la instalación pueden causar prontamente un accidente.

El incendio solo es una consecuencia importante de las deficiencias en la instalación eléctrica, pero la electrocución también está presente como riesgo ante una mala ejecución en la instalación. De acuerdo a un estudio realizado por la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) referente a accidentes eléctricos “entre los años 2007 a 2011 se ha registrado un promedio anual de 66,2 fatalidades/año en la población de Chile, debido a accidentes con energía eléctrica” (Muñoz, s.f., p.1). Para la instalación eléctrica de este proyecto se pretende anular cualquier accidente de electrocución o incendio y el funcionamiento de esta debe ser continuo. Para que esto ocurra, primero que todo, se analizará la condición de la instalación, segundo, se rediseñara la instalación eléctrica existente y finalmente, se diseñará la instalación eléctrica para un nuevo local comercial, todo esto bajo la NCh Elec 4/2003.

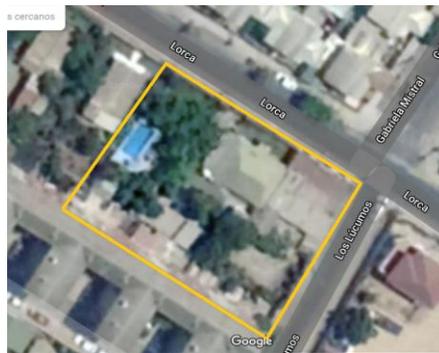
Para el rediseño de la instalación en la casa habitación y locales comerciales, el cliente dueño del terreno donde se encuentran las edificaciones, señaló: “Desde que arrendé los locales he tenido el mismo problema, se cae el automático y los dueños de los negocios me reclaman, necesito solucionarlo pronto” (Valenzuela, 2020)¹. El cliente señala entonces, que las protecciones eléctricas de la instalación operan interrumpiendo el continuo servicio de energía eléctrica. En cuanto al diseño del nuevo local, el cliente describió la disposición física de las maquinarias y equipos eléctricos dentro de este.

Luego de haber tenido contacto con el propietario, se concurre al terreno donde se examinó el diseño de las instalaciones eléctricas, llegando a la conclusión que los circuitos no son capaces de soportar los altos consumos de energía, ya que las secciones de los conductores eléctricos no son las óptimas para soportar este tipo de corriente (A) que circulan por ellos, lo que conlleva a que operen las protecciones. Por consecuencia dejan sin suministro eléctrico al terreno en general debido a la existencia de un solo medidor.

¹ Valenzuela Juan. Persona natural. (Entrevista personal). Quillota, Chile. 2020.

1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA NAVE

La ubicación exacta de la nave donde se llevará a cabo el proyecto de instalación eléctrica es $-32.889796, -71.257539$ (coordenadas geográficas exactas), calle Lorca N° 795 esquina Los Lúcumos, Quillota, Chile.



Fuente: <https://www.google.cl/maps/@-32.8897304,-71.2577045,84m/data=!3m1!1e3?hl=es-419&authuser=0>

Figura 1-2. Imagen satelital del terreno



Fuente: Imagen fotografiada en terreno el día 29 de abril de 2020

Figura 1-3. Fachada exterior de las edificaciones

Mediante el software Google MAPS se obtuvo la imagen satelital del terreno y el área circundante a este. Claramente se observa que la ubicación corresponde a un sector residencial, por ende, las problemáticas que se abordarán en este capítulo, deben tener una solución inmediata y rigurosa, según la norma NCh Elec 4/2003, con el propósito de evitar accidentes graves que afecten principalmente al cliente y a las propiedades colindantes.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXISTENTE.

Para comenzar este proyecto se examinaron visualmente el estado de los circuitos eléctricos que hasta este momento han permitido el funcionamiento de la nave. En primera instancia se observó la existencia de un medidor con una protección que no correspondía para la gran cantidad de consumo; también se buscaron posibles daños mecánicos en las canalizaciones causados por el pasar de los años y efectivamente se encontraron tuberías quebradas y mal tratadas por modificaciones realizadas al inmobiliario. En segundo lugar, se examinaron los conductores, encontrando problemas con las secciones utilizadas, su aislación y derivaciones en las cajas de conexión. En tercer lugar, se examinó el estado de las máquinas eléctricas, a fin de descartar los equipos que no cumplen con las condiciones óptimas aprobadas por el S.E.C y aquellos que pudiesen causar algún accidente e incidente por su estado y/o la falta de mantención. Finalmente, se analizó como se construirá el nuevo local panadería semi industrial.

Las diversas problemáticas que existen en la instalación eléctrica se detallarán en los siguientes puntos:

1.3.1 Medidor de energía eléctrica

El medidor de energía eléctrica que habitualmente se instala en las edificaciones de Chile con empalme monofásico, es tipo inducción, Boylestad (2011), define medidor de kilowatt hora como “instrumento que mide la energía suministrada al usuario residencial o comercial de electricidad. Por lo común está conectado directamente a las líneas en un punto justo antes de entrar al tablero de distribución de energía eléctrica del edificio” (p.9).

Para cada instalación eléctrica se debe calcular una tarifa acorde al consumo de la misma. La empresa suministradora de energía, fija valores monetarios según el consumo que el cliente tenga.

El medidor está instalado exactamente en el local comercial panadería y mide el consumo de potencia activa de la propiedad. En la figura 1-4., se observa el estado en el que se encuentra el medidor de energía eléctrica.



Fuente: Imagen fotografiada en terreno el día 29 de abril de 2020

Figura 1-4. Estado de conexión del medidor de energía

En la figura anterior se observan diversas faltas a la norma eléctrica actual, que rige las instalaciones eléctricas. En primer lugar, el medidor está ubicado de forma incorrecta, según lo estipulado en la NCh Elec 4/2003, en el capítulo 5 sobre empalmes, punto 5.1.4:

Los equipos de medida de los empalmes se montarán en la fachada exterior de la edificación si ésta queda dentro de la zona delimitada; en caso contrario, se ubicarán en un punto próximo a la

línea de cierre, cumpliendo la exigencia establecida, y se montarán en una estructura instalada con este propósito (S.E.C, 2003, p.12).

En segundo lugar, el equipo de medida debe permitir a un operario de la empresa suministradora de energía, leer de manera fácil y correcta el consumo mes a mes. Además, en el mismo capítulo 5 sobre empalmes, punto 5.1.6 se observa que:

En cualquiera de las alternativas de montaje de los empalmes en la construcción, se dejarán previstos espacios cerrados de tamaño suficiente como para permitir el cómodo acceso del o los alimentadores de acometida, provenientes de la red pública de distribución, una adecuada ubicación de las cajas de protección de éstos y las de las cajas de empalme de las distintas dependencias y, además, amplios espacios disponibles para posibles aumentos de capacidad de las instalaciones y los eventuales trabajos de mantenimiento o reparación (S.E.C, 2003, p.13).

Por añadidura, como se mencionó al principio de esta sección y según se logra visualizar en la figura 1-4., el terreno cuenta con un medidor de energía eléctrica, el cual alimenta los tres locales comerciales y la casa habitación, por lo tanto, existe una única boleta de consumo energético.



Fuente: <https://www.chilquinta.cl/>

Figura 1-5. Boleta de consumo eléctrico del domicilio

La figura anterior corresponde a extractos de la boleta de consumo energético que le entrega la compañía suministradora de energía al cliente. Esta detalla el consumo de energía eléctrica de los tres locales comerciales y la casa habitación, además proporciona los datos necesarios para conocer el empalme eléctrico que instaló la compañía suministradora de energía, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1-1. Información específica de la boleta de consumo de energía eléctrica

Datos	Valor o información
Empresa suministradora	CHILQUINTA
Potencia contratada	6 kVA
Sector tarifario	Aéreo
Tarifa contratada	BT1-A

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Figura 1-5

Los datos obtenidos en la boleta de consumo energético permiten crear una noción del contrato de suministro que el cliente realizó con la compañía suministradora de energía eléctrica, la empresa CHILQUINTA ENERGÍA. Un dato relevante que se observa en la boleta de consumo energético es la potencia contratada, por lo que el medidor debiera tener instalado un disyuntor de 30 (A) según:

$$I = \frac{S}{V} \quad , \quad I = \frac{6000 \text{ VA}}{220 \text{ V}} = 27.27 \text{ (A)}$$

Dónde: I: Corriente y su unidad es el Ampere (A)

V: Voltaje y su unidad es el Volt (V)

S: Potencia aparente, y su unidad es el Volt-Amper (VA)

En la ecuación anterior, se demuestra que protección debe tener instalado el medidor de energía y más adelante se analizará si corresponde tener instalada esa capacidad.

En las tablas 1-2, 1-3, 1-4 y 1-5, se analiza el consumo de los equipos eléctricos instalados en la casa habitación, el local comercial panadería, el local comercial de comida y el local comercial de zumba. El propósito de las tablas es proporcionar los datos para efectuar una aproximación del consumo total de potencia para luego compararlo con la potencia contratada, esto determinará la ejecución del rediseño de la instalación eléctrica, la cual comprenderá la instalación de: canalizaciones, protecciones y conductores.

Tabla 1-2. Equipos eléctricos de la casa habitación

Cantidad	Equipo	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)
1	Frezzer quincho 370 lts. MAIGAS	1,5	220	6,8
1	Bomba pozo REGGIO	0,75	220	3,40
1	Motor piscina JACUZZI	0,55	220	2,5
2	Lavadora DAEWOO	4,2	220	19
1	Refrigerador MADEMSA	0,034	220	0,15
1	Microondas	0,8	220	3,6
1	Horno	2,2	220	10
1	Televisor LG Dormitorio 1	0,04	220	0,18
1	Televisor LG Dormitorio 2	0,04	220	0,18
1	Televisor LG Dormitorio 3	0,04	220	0,18
1	Televisor LG Dormitorio 4	0,04	220	0,18
1	Televisor LG Living	0,1	220	0,45

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Tabla 1-3. Equipos eléctricos del local Panadería

Cantidad	Equipo	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)
5	Congelador 580 lts. MIMET	2,16	220	9,82
1	Microondas OSTER	1,05	220	4,77
2	Horno VENTUS	4,0	220	18,18
1	Cortadora de fiambre MAIGAS	0,12	220	0,55
1	Vitrina pastelera 520 lts VENTUS	0,63	220	2,86
1	Congeladora 100 lts. MAIGAS	0,1	220	0,45
1	Congeladora 78 lts. MIMET	0,105	220	0,48
1	Visicooler 370 lts. MAIGAS	0,25	220	1,14
1	Visicooler 600 lts. MAIGAS	3,0	220	13,64
1	Refrigerador IMBERA	0,648	220	2,95
1	Refrigerador MAIGAS	0,43	220	1,95
1	Máquina de helados	0,5	220	2,27
1	Máquina de peluches	0,2	220	0,91

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Tabla 1-4. Equipos eléctricos del local de Comida

Cantidad	Equipo	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)
2	Visicooler 370 lts. MAIGAS	0,5	220	2,27
1	Ventilador de techo	0,15	220	0,68
1	Horno eléctrico RECCO	1,5	220	6,82
1	Vitrina pastelera 520 lts VENTUS	0,63	220	2,86

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Tabla 1-5. Equipos eléctricos del local comercial de zumba

Cantidad	Equipo	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)
1	Equipo de música	0,5	220	2,27
1	Ventilador de techo	0,15	220	0,68

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

En las tablas anteriores se realizó un detalle general por edificación de la potencia consumida por los equipos eléctricos. La sumatoria de estas potencias son las siguientes:

- Casa habitación: 10,29 (kW)
- Local comercial Panadería: 13,313(kW)
- Local comercial de Comida: 2,78 (kW)
- Local comercial de Zumba: 0,65 (kW)
- Potencia consumida total: 27,033 (kW)

La NCh Elec 4/2003 en la tabla N°7.5 señala que: el factor de demanda para la casa habitación en el primer tramo es 1, sobre 3 kW es 0,35 y el factor de demanda para los locales comerciales es 1. La potencia total consumida de la propiedad sería:

$$P_t = ((7,29 \times 0,35) + 3 + 13,313 + 2,78 + 0,65) = 22,2945 \text{ kW}$$

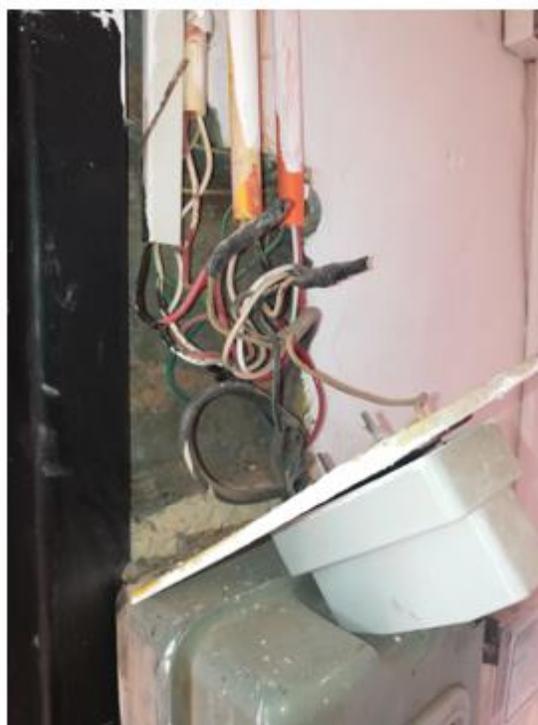
Por lo tanto, la potencia total consumida es aproximadamente 3,71 veces mayor que la potencia instalada.

1.3.2 Tableros eléctricos

En cualquier instalación eléctrica es imprescindible el correcto diseño y aplicación de los tableros, según la definición de la norma NCh Elec 4/2003, capítulo 6 sobre tableros se

entiende: “Los tableros son equipos eléctricos de una instalación, que concentran dispositivos de protección y de maniobra o comando, desde los cuales se puede proteger y operar toda la instalación o parte de ella” (S.E.C, 2003, p.19). Estos se clasifican en tableros generales, tableros generales auxiliares, tableros de distribución, tableros de paso, tableros de comando y centros de control.

En resumen, tomando en cuenta lo anterior y la problemática descrita en el punto 1.2, se entiende que, sin el diseño adecuado de los tableros a implementar, ninguna instalación eléctrica es completamente viable, tal como se puede observar en la figura 1-6.



Fuente: Imagen fotografiada en terreno el día 29 de abril de 2020

Figura 1-6. Conexión del Tablero General

La figura anterior corresponde al único dispositivo que protege la instalación eléctrica en los locales comerciales, siendo utilizado en su parte posterior como caja de derivación hacia

los circuitos eléctricos de los tres locales comerciales y la casa habitación, incumpliendo de esta manera lo estipulado en la norma NCh Elec 4/2003, punto 6.0.2 sobre conceptos generales de tableros eléctricos:

La cantidad de tableros que sea necesario para el comando y protección de una instalación se determinará buscando salvaguardar la seguridad y tratando de obtener la mejor funcionalidad y flexibilidad en la operación de dicha instalación, tomando en cuenta la distribución y finalidad de cada uno de los recintos en que estén subdivididos el o los edificios componentes de la propiedad (S.E.C, 2003, p.19).

En pocas palabras, el local comercial panadería, el local comercial de comida, el local comercial de zumba y la casa habitación, independientemente deben contar con al menos un tablero que contenga dispositivos que protejan y operen la instalación eléctrica.

Cabe destacar que, en la casa habitación existe una bodega de pequeñas dimensiones, que alberga un tablero eléctrico que controla y protege la bomba eléctrica que extrae agua del pozo y la bomba eléctrica que recircula el agua de la piscina.



Fuente: Imagen fotografiada en terreno el 29 de abril de 2020

Figura 1-7. Tablero de control bomba de pozo



Fuente: Imagen fotografiada en terreno el 29 de abril de 2020

Figura 1-8. Bodega que alberga la bomba de pozo

En las figuras anteriormente expuestas se observa primero, un tablero eléctrico con poco orden en su cableado, sin sistema de comando y con reducido acceso para un control y mantenimiento. Segundo, la bodega que contiene en su interior el sistema de extracción de agua de un pozo y el sistema de cloración de la piscina, posee dimensiones reducidas, haciendo difícil la interacción con el sistema eléctrico instalado.

La casa habitación cuenta con un riego automático para el jardín, este se puede observar en la figura 1-9., se ubica en el sector lavandería, un lugar húmedo. Si bien no presenta problemas de funcionamiento, su montaje cuenta con poca seguridad y orden, lo que genera un riesgo al interactuar con él.



Fuente: Imagen fotografiada en terreno el 29 de abril de 2020

Figura 1-9. Controlador eléctrico de riego

1.3.3 Protecciones

Existen diversos tipos de protecciones utilizadas en las instalaciones eléctricas, estas se montan en los tableros de Alumbrado, Fuerza, Calefacción, Control y Computación. En estos diversos tipos de tableros se encuentran protecciones como las que describe la norma NCh Elec 4/2003 en el capítulo 4 de terminología desde el punto 4.1.27.1 hasta el 4.1.27.4 y se observa en la siguiente figura:

- 4.1.27.1.- Disyuntor: Dispositivo de protección provisto de un comando manual y cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte fallada de ella, por la acción de un elemento termomagnético u otro de características de accionamiento equivalentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.
- 4.1.27.2.- Fusible: Dispositivo de protección cuya función es desconectar automáticamente una instalación o la parte fallada de ella, por la fusión de un hilo conductor, que es uno de sus componentes, cuando la corriente que circula por ella excede valores preestablecidos durante un tiempo dado.
- 4.1.27.3.- Protector térmico: Dispositivo destinado a limitar la sobrecarga de artefactos eléctricos mediante la acción de un componente que actúa por variaciones de temperatura, generalmente un par bimetálico.
- 4.1.27.4.- Protector diferencial: Dispositivo de protección destinado a desenergizar una instalación, circuito o artefacto cuando existe una falla a masa; opera cuando la suma fasorial de las corrientes a través de los conductores de alimentación es superior a un valor preestablecido.

Fuente: Norma NCh Elec 4/2003

Figura 1-10. Descripción de los tipos de protección eléctrica

Las protecciones eléctricas son una parte fundamental en las instalaciones, la norma eléctrica chilena define protecciones como “Dispositivos destinados a desenergizar un sistema, circuito o artefacto cuando en ellos se alteran las condiciones normales de funcionamiento” (S.E.C, 2003, p.9).

La energía eléctrica que entra a cualquier instalación, debe limitarse para garantizar que la corriente no se eleve por sobre su valor nominal. De lo contrario los artefactos eléctricos podrían dañarse y quizás ocurrir peligros como incendio o humo (Boylestad, 2011).

Según lo expuesto anteriormente, es vital la implementación de dispositivos de corte que limitan el nivel de corriente, ya sean fusibles o interruptores termomagnéticos a fin de garantizar el correcto funcionamiento de la instalación, no obstante, en la figura 1-4 y en la figura 1-6 se observa claramente una falta a lo señalado en la norma NCh Elec 4/2003, punto 7.1.2.4 y 7.1.2.5 sobre protecciones.

Las derivaciones tomadas desde un alimentador deberán protegerse contra las sobrecargas y los cortocircuitos. Se exceptuarán de esta exigencia a aquellas derivaciones de no más de 10 m de largo, cuya sección no sea inferior a un tercio de la del alimentador y que sean canalizadas en ductos cerrados y, a aquellas que queden protegidas por la protección del alimentador.

Cada alimentador deberá tener un dispositivo individual de operación (S.E.C, 2003, p.27).

Además de instalar protecciones que evitan un daño a la instalación o equipos eléctricos, se debe proteger la integridad de la persona que hace uso de esa instalación y/o equipo eléctrico.

La forma que actualmente se utiliza para proteger a la persona es instalando en el tablero eléctrico un protector diferencial. Esta protección, como dice la norma en el punto 4.1.27.4 (figura 1-5.) “opera cuando la suma fasorial de las corrientes a través de los conductores es superior a un valor pre establecido” (S.E.C, 2003, p.9).

A fin de evitar accidentes, en el punto 11.1.1.2 y 11.2.12 la norma estipula lo siguiente: “Todo circuito en que existan enchufes deberá estar protegido mediante un protector diferencial.” (S.E.C, 2003, p.85). Asimismo “Todos los circuitos de enchufes en locales comerciales y oficinas deberán ser protegidos mediante protectores diferenciales y sus enchufes serán del tipo de alvéolos protegidos” (S.E.C, 2003, p.87).

La visita realizada a la propiedad el día 29 de abril del 2020, permitió conocer que estas normas se cumplen para las instalaciones eléctricas de la casa habitación, sin embargo, no para los locales comerciales, como se observa en las figuras 1-2. y 1-4.

Por último, dentro del gabinete que recubre al medidor de energía se encuentra un disyuntor de protección acorde a la potencia contratada, esta protección es la primera de la instalación eléctrica que comúnmente se denomina protección general y debe operar solo si la falla en la instalación es grave, ya que realiza un corte general y no sectorizado.

1.3.4 Conductores y canalizaciones

Los conductores eléctricos, se utilizan como su nombre indica, para conducir la electricidad de un punto a otro, siempre procurando tener mínimas pérdidas. La norma eléctrica define a conductor eléctrico como:

Hilo metálico, de cobre dentro del alcance de esta Norma, de sección transversal frecuentemente cilíndrico o rectangular, destinado a conducir corriente eléctrica. De acuerdo a su forma constructiva podrá ser designado como alambre, si se trata de una sección circular solida única, barra si se trata de una sección rectangular o conductor cableado si la sección resultante está formada por varios alambres iguales de sección menor (S.E.C, 2003, p.5).

Todo conductor eléctrico debe cumplir con tres características importantes, como la adecuada sección para soportar la corriente que por él circula, cubierta aislante libre de halógeno si corresponde y ser un producto aprobado por el S.E.C.

Los conductores presentes en la instalación eléctrica de los locales comerciales no cumplen con la exigencia del oficio circular n° 4979 del S.E.C., sobre la implementación de cable libre de halógeno. (figura 1-11.). En este proyecto se considera el local comercial de comida y el local comercial de zumba como local de reunión de personas por el alto tránsito de personas en ellos.

Gobierno de Chile

ACC 631757/ DOC 386559/Oficio Circular N° **4979**/

- ANT.: a) Ley N° 18.410/85 que Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
- b) NCH. Elec. N° 4/2003, Instalaciones de consumo en Baja Tensión.
- c) ORD. N° 3255, de fecha 02.08.2006, de la SEC.

MAT: Uso de conductores EVA en Instalaciones eléctricas de Locales de Reunión de Personas.

SANTIAGO, **10 MAYO 2012**

DE: SUPERINTENDENTE DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES
A: SEGÚN DISTRIBUCIÓN.

1. De manera constante y reiterada, en esta Superintendencia se hacen consultas de instaladores, ITO eléctricos y de profesionales del área de la construcción, sobre el uso del conductor EVA en instalaciones eléctricas de Locales de Reunión de Personas, tales como: oficinas de atención a público, establecimientos educacionales, hospitales, universidades, centros comerciales, supermercados, restaurantes, y otros recintos similares o afines.
2. Esta, en virtud de las facultades que le otorga el artículo 3°, N°34, de la Ley N°18.410, de 1985, modificada mediante la Ley N°19.613, de 1999, viene en instruir a los Señores Instaladores Eléctricos, empresas constructoras y entidades de agrupación de profesionales del área eléctrica y de la construcción, para que adopten todas las medidas pertinentes para el uso del conductor EVA en instalaciones eléctricas de Locales de Reunión de Personas.

Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustibles, 10 de mayo del 2012

Figura 1-11. Oficio circular n° 4979 Uso de conductores EVA en instalaciones eléctricas de Locales de reunión de Personas.

Con respecto a las canalizaciones, es fundamental un correcto uso de estas. La norma eléctrica chilena las define en el punto 4.1.11. como: “conjunto formado por conductores eléctricos y los accesorios que aseguran su fijación y protección mecánicas” (S.E.C, 2003, p.4). Existen diversas formas de montaje, estas pueden ser a la vista, embutida, oculta, preembutida y subterránea.

Así como los conductores, de igual manera las canalizaciones deben cumplir con lo establecido en la NCh Elec 4/2003:

En canalizaciones en locales de reunión de personas, a las características de las tuberías no metálicas indicadas en 8.2.8.1 deberán agregarse que, en caso de combustión, deberán arder sin llama, no emitir gases tóxicos, estar libres de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad (S.E.C, 2003, p.49).

En la inspección realizada, se observó una falta a lo descrito en el punto 8.0.4.14 de la norma NCh Elec 4/2003: “Las canalizaciones eléctricas deben ejecutarse de modo que en cualquier momento se pueda medir su aislamiento, localizar posibles fallas o reemplazar conductores en caso de ser necesario” (S.E.C, 2003, p.32). Lo cual se debe a la antigüedad de la construcción de los locales comerciales.

Las canalizaciones protegen mecánicamente los conductores, por lo tanto, es indispensable determinar su adecuado dimensionamiento, dependiendo de la cantidad de conductores que se ubiquen en su interior, la sección de éstos en mm² y la capacidad de transporte de corriente a fin de cumplir con lo establecido en la tabla 8.16 página 53 de la presente norma:

Número de conductores	1	2	3 ó más
Porcentaje ocupado	50	31	35

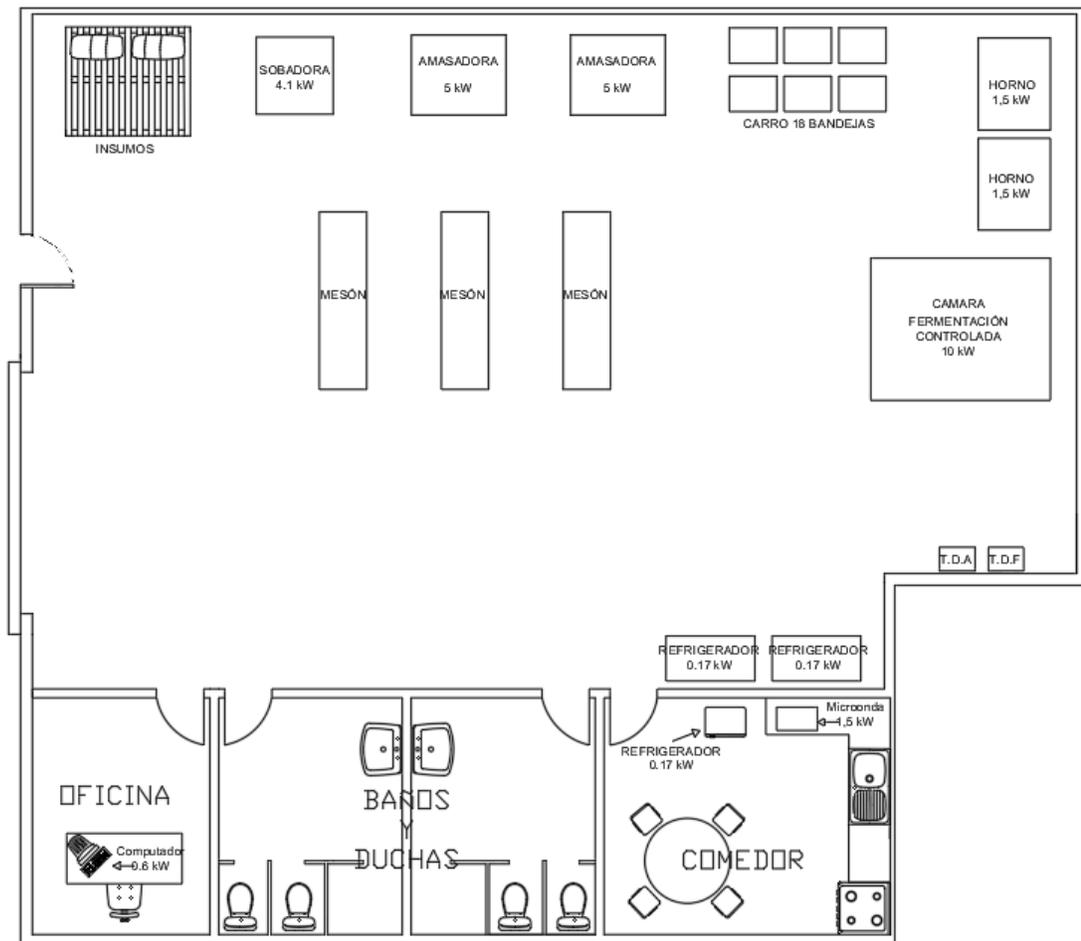
Fuente: Norma NCh Elec 4/2003

Figura 1-12. Porcentaje de Sección Transversal de la Tubería ocupada por los Conductores

Utilizando la tabla anterior se esclarece otra problemática en las instalaciones inspeccionadas en la visita del día 29 de abril del 2020, dado que se encuentran numerosas tuberías mal dimensionadas, ya que su diámetro no soportaba la cantidad de conductores que contenía.

1.4. DESCRIPCIÓN DEL NUEVO LOCAL SEMI-INDUSTRIAL PANADERÍA

Respecto al nuevo local, el cliente señaló que será una panadería semi industrial con una producción de 3000 panes por día y tendrá acceso por la calle Los Lúcumos.



Fuente: Elaboración propia con el software AutoCAD

Figura 1-13. Layout del local semi industrial panadería

La figura anterior permite que el diseño de la instalación eléctrica de este local se desarrolle de manera eficaz, ya que se distribuirán los circuitos según el consumo y distancia de los artefactos eléctricos a instalar. Además, cumplir con las exigencias de la NCh Elec 4/2003, evita posteriores modificaciones y/o fallas en la instalación.

En la tabla 1-6., se detallan los consumos de cada maquinaria eléctrica, a fin de poder determinar en el siguiente capítulo, las protecciones, conductores, canalizaciones y empalme a utilizar.

Tabla 1-6. Equipos eléctricos del local comercial Panadería Industrial

Cantidad	Equipo	Potencia (kW)	Tensión (V)	Corriente (A)
1	Cámara de fermentación controlada	10	380	16,36
2	Horno Giravolt compacto	1,5	380	2,45
2	Amasadora	5	380	8,18
2	Mesón refrigerado	0,17	220	0,77
1	Refrigerador	0,050	220	0,22
1	Sobadora	4,1	380	6,71
2	Microondas	1,5	220	6,82
1	Computador	0,6	220	2,73

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

1.5. DIMENSIONES DE LOS LOCALES COMERCIALES Y CASA HABITACIÓN

1.5.1 Casa habitación

La casa habitación ubicada dentro del terreno, se dividirá en dos secciones; por un lado, la sección interna que contiene cuatro habitaciones, una cocina, un baño, un living y un comedor. Por otro lado, la sección externa que alberga un pozo, una piscina, un quincho, una bodega de herramientas, dos estacionamientos y una lavandería.

Tabla 1-7. Dimensiones de la Casa Habitación

Lugar [m]	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m ²]
Habitación 1	3,8	3,45	13,11
Habitación 2	3,8	3,45	13,11
Habitación 3	3,45	3,3	11,38
Habitación 4	5	3	15
Cocina	3,8	3	11,4
Baño	3,35	1,7	5,7
Living y comedor	7	4,4	30,8
Piscina	7	4	28
Quincho	3,9	3,8	14,82
Estacionamiento 1	6	5	30
Estacionamiento 2	5	3	15
Bodega de herramienta	3,4	2,45	8,33
Lavandería	2,3	1,72	3,956

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

La tabla 1-7., expuesta anteriormente detalla las dimensiones de las secciones internas y externas de la casa habitación, las cuales serán utilizadas posteriormente para realizar los planos eléctricos y cálculos de iluminación en la instalación, debido a su inexistencia.

1.5.2 Locales comerciales

Como se dijo durante este capítulo, existen tres locales comerciales y una próxima construcción en el terreno. Los tres locales ya construidos tienen una superficie total de 56,12 m², mientras que el sitio en el que se construirá el futuro local comercial panadería semi industrial tiene una superficie de 254,9 m². Las dimensiones específicas correspondientes a cada local se detallan a continuación:

Tabla 1-8. Dimensiones del local comercial de comida rápida

Lugar [m]	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m ²]
Recepción	2,8	4,7	13,16
Cocina	4,1	3,3	13,53
Sector sillas	4,8	3,5	16,8
Baño	1	1,5	1,5
Pasillo	8,3	1,2	9,96

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Tabla 1-9. Dimensiones del local comercial panadería

Lugar [m]	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m ²]
Entrada y sector caja	6,1	4,6	28,06
Sector máquinas	6,1	4,6	28,06
Baño	1,0	1,5	1,5

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Tabla 1-10. Dimensiones del local comercial de zumba

Lugar [m]	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m ²]
Pista de baile	8,2	4,6	37,72
Entrada y sector bancas	4,0	4,6	18,4

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Tabla 1-11. Dimensiones del local semi industrial panadería

Lugar [m]	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m ²]
Oficina	4	3	12
Baño hombres	4	3,10	12,4
Baño mujeres	4	3,10	12,4
Comedor	4,83	4	19,32
Sector de trabajo	17,65	11,35	200,33

Fuente: Elaboración propia con datos tomados en terreno el 29 abril 2020

Las tablas anteriores, se utilizarán más adelante, para realizar los cálculos necesarios en relación a la iluminancia que necesitará cada sector de trabajo, según la NCh Elec 4/2003 y el Decreto Supremo 594/99 (DS 594/99).

CAPÍTULO 2: DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

2.1 DATOS DE LA INSTALACIÓN

El presente capítulo tiene como finalidad solucionar las problemáticas expuestas en el capítulo anterior, describiendo la elaboración y diseño de las instalaciones eléctricas desde una perspectiva técnica y justificando matemáticamente las soluciones planteadas que corresponden a las edificaciones ubicadas en la propiedad mencionada en el punto 1.2 del presente proyecto, cumpliendo con lo establecido en la NCh Elec 4/2003. Según lo expuesto en el punto 5.0.2:

Toda instalación de consumo deberá ejecutarse de acuerdo a un proyecto técnicamente concebido, el cual deberá asegurar que la instalación no presenta riesgos para operadores o usuarios, sea eficiente, proporcione un buen servicio, permita un fácil y adecuado mantenimiento y tenga la flexibilidad necesaria como para permitir modificaciones o ampliaciones con facilidad (S.E.C, 2003, p.11).

Por una parte, la elaboración técnica ha sido un problema general en el proyecto, por lo que se lleva a cabo con el propósito de cumplir lo estipulado por la Norma Chilena 2/84 acerca de la elaboración y la presentación de proyectos eléctricos (NCh 2/84). De acuerdo con el punto 6.0.2:

El proyecto de toda instalación eléctrica (alumbrado fuerza motriz, calefacción u otra) ejecutada en “recintos peligrosos”, locales de reunión de personas” y “recintos públicos o de diversión”, deberá contener un estudio técnico completo, el que incluirá toda la información técnica indispensable (S.E.C, 1984, p.3).

Por otra parte, las justificaciones matemáticas se realizan utilizando fórmulas y métodos teóricos según corresponda, se utilizará el software DIALux para realizar simulaciones luminotécnicas que serán adjuntadas posteriormente y los diseños eléctricos se llevarán a cabo mediante el software AutoCAD, con el fin de extraer los planos que se adjuntan más adelante. Estos planos incluyen plantas de luminarias, enchufes, fuerza y computación, además contienen cuadros de carga respectivos a cada circuito, diagramas unilineales, croquis de ubicación, tablas de resumen y simbologías adjuntados desde el anexo H hasta el anexo M, tanto de las edificaciones existentes, como de la futura construcción en edificación.

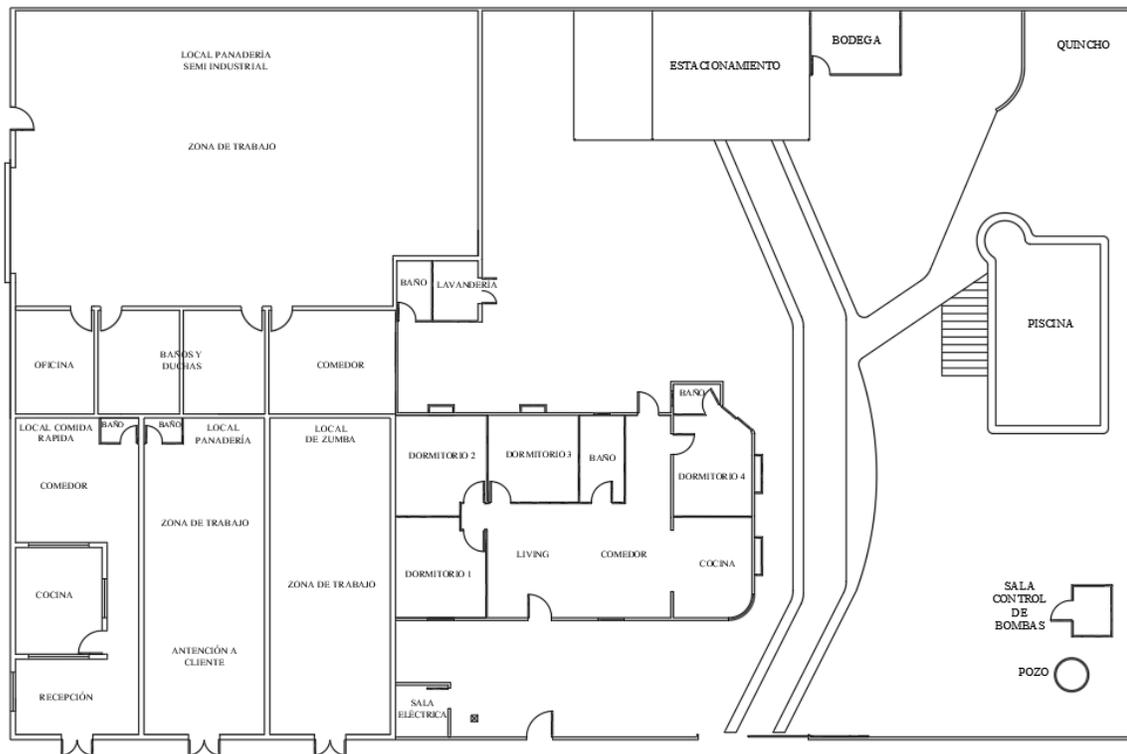
De acuerdo a lo expuesto en el capítulo 1, a continuación, se sintetizan en la tabla 2-1, las problemáticas en la instalación eléctrica de la casa habitación y locales comerciales, con el objetivo de sectorizar las soluciones y obtener un orden en los procesos de cálculos.

Tabla 2-1. Resumen de las problemáticas de la instalación eléctrica

Ubicación	Problemáticas
Local comercial de comida	<ul style="list-style-type: none"> — Inexistencia del plano eléctrico — Tablero eléctrico inexistente — Canalizaciones, conductores y tableros fuera de norma
Local comercial panadería	<ul style="list-style-type: none"> — Inexistencia del plano eléctrico — Canalizaciones, conductores y tableros fuera de norma
Local comercial de zumba	<ul style="list-style-type: none"> — Inexistencia del plano eléctrico — Tablero eléctrico inexistente — Canalizaciones, conductores y tableros fuera de norma

Fuente: Elaboración propia con datos del capítulo 1

La figura 2-1., denota una visión general del terreno en el cual se realizarán las instalaciones eléctricas, otorgando una noción de la ubicación de los sectores comentados durante este capítulo.



Fuente: Elaboración propia mediante el software AutoCAD

Figura 2-1. Layout general del terreno

2.2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En toda instalación eléctrica bajo norma se debe justificar el diseño eléctrico que se realice, este proyecto no es la excepción.

Se consideran algunos criterios generales que ayudan a resolver de manera correcta los cálculos justificativos.

La NCh Elec 4/2003 estipula en el artículo 7.1.1.3 cuál es el máximo voltaje de pérdida permitido en un conductor declarando que:

La sección de los conductores de los alimentadores o subalimentadores será tal que la caída de tensión provocada por la corriente máxima que circula por ellos determinada de acuerdo a 7.2.1.1, no exceda del 3% de la tensión nominal de la alimentación, siempre que la caída de

tensión en el punto más desfavorable de la instalación no exceda del 5% de dicha tensión (S.E.C, 2003, p.26).

Los Tableros de Distribución de alumbrado en este proyecto disponen de un dispositivo el cual protege los circuitos del tablero. El dispositivo de protección se determina según lo establecido por la NCh Elec 4/2003, en el artículo 11.0.4.9 señala que:

La cantidad de centros que es posible instalar en un circuito se determinará igualando la suma de las potencias unitarias de cada centro conectado a él con el 90% del valor nominal de la capacidad del circuito (S.E.C, 2003, p.84).

La NCh Elec 4/2003 exige una sección mínima de conductor eléctrico para alimentadores y subalimentadores, en el artículo 7.1.1.2:

La sección de los conductores de los alimentadores y subalimentadores será, por lo menos, la suficiente para servir las cargas determinadas de acuerdo a 7.2. En todo caso la sección mínima permisible será de 2,5 mm² (S.E.C, 2003, p.26).

Las figuras 2-2., y 2-3., se utilizan como referencia para determinar la protección comercial que protegerá el circuito de cortocircuitos y sobrecargas.

Emb.	Ref.	Uni + Neutro 230 V~		
		Tipo AC 		
		Sensibilidad (mA)	In (A)	N.º de módulos
1	4 107 80	10	10	2
1	4 107 81	10	16	2
1	4 107 91	30	6	2
1	4 107 92	30	10	2
1	4 107 93	30	16	2
1	4 107 94	30	20	2
1	4 107 95	30	25	2
1	4 107 96	30	32	2
1	4 107 97	30	40	2
1	4 108 19	300	6	2
1	4 108 20	300	10	2
1	4 108 21	300	16	2
1	4 108 22	300	20	2
1	4 108 23	300	25	2
1	4 108 24	300	32	2
1	4 108 25	300	40	2

Fuente: <https://www.legrand.cl/catalogo/catalogo-general?p=103>

Figura 2-2. Tipos de diferenciales marca Legrand

Unipolares 230/400 V~				Tripolares 400 V~			
Emb.	Ref.	Intensidad nominal (A)	N.º de módulos	Emb.	Ref.	Intensidad nominal (A)	N.º de módulos
1	4 076 62	1	1	1	4 078 51	1	3
1	4 076 63	2	1	1	4 078 52	2	3
1	4 076 64	3	1	1	4 078 53	3	3
1	4 076 65	4	1	1	4 078 54	4	3
1	4 076 66	6	1	1	4 078 55	6	3
10	4 076 68	10	1	1	4 078 57	10	3
10	4 076 70	16	1	1	4 078 59	16	3
1	4 076 71	20	1	1	4 078 60	20	3
1	4 076 72	25	1	1	4 078 61	25	3
1	4 076 73	32	1	1	4 078 62	32	3
1	4 076 74	40	1	1	4 078 63	40	3
1	4 076 75	50	1	1	4 078 64	50	3
1	4 076 76	63	1	1	4 078 65	63	3

Fuente: <https://www.legrand.cl/catalogo/catalogo-general?p=103>

Figura 2-3. Tipos de disyuntores marca Legrand

La secuencia de operación para las protecciones se realiza calculando las corrientes que circularán en cada circuito de los tableros, para luego definir la capacidad de los dispositivos y la curva de operación, siendo esto último de gran importancia, ya que permitirá establecer la rapidez para accionar al momento que presente una falla.

La siguiente figura contiene valores de coeficiente de reflexión de las superficies de un local, que serán utilizados durante este proyecto para calcular las luminarias necesarias dentro de los recintos de la propiedad.

Superficie	Color	Coficiente de ref exión (por unidad)
Techo	Claro	0,7
	Medio	0,5
	Oscuro	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: Instalaciones Eléctricas Conejo, A. J. (2007). P. 315.

Figura 2-4. Coeficiente de reflexión del local

2.2.1 Empalme

La potencia que tendrá la propiedad es de 69,54 kW determinada por la sumatoria de potencias parciales en el cuadro de resumen de los planos eléctricos (Anexo I), es por esto que el empalme que se instalará será de 77 kW, AR-100, según la norma de CHILQUINTA sobre “Empalmes de baja tensión, tablas y especificaciones, cuadro de resumen de empalmes”, donde se aplica un factor de 0,6138 a la corriente nominal. La tarifa a contratar será BT-4.3, por lo expuesto en el punto 4.1.1.

2.2.1.1 Cálculos de acometida y alimentador

Considerando un factor de potencia de 0,93 como mínimo para no sufrir sobrecargos por parte de la empresa suministradora de energía, se determina la potencia aparente que consume la propiedad de la siguiente manera:

$$S = \frac{P}{fp} = \frac{69.540}{0,93} = 74.774,19 [VA]$$

Dónde: P = Potencia activa [W]

fp = Factor de potencia mínimo

Habiendo calculado la potencia aparente, se procede a calcular la corriente del sistema:

$$It = \frac{S}{Vll * \sqrt{3}} = \frac{74.774,19}{380 * \sqrt{3}} = 113,61 [A]$$

Con una tensión de servicio trifásica de 380 V y una corriente total de 113,61 A, se ha establecido la siguiente tabla para definir el cable a utilizar para la acometida.

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	SECCIÓN (mm ²)	PESO TOTAL (kg/km)	RESISTENCIA (Ohm/km) 20°C	N° HEBRAS	RESISTENCIA RUPTURA (kN)	INTENSIDAD A T° AMB. 20°C (A)	DIÁMETRO APP DEL CONDUCTOR (mm)
2252155	COND.Al 1x16+ 1x16mm ² ; Aislados	16	140	1,91	7	5,07	85	15,1
2252157	COND.Al 1x16+ 1x16mm ² ; NEUTRO S/A	16	118	1,91	7	5,07	85	14,7
2252156	COND.Al 1x25+ 1x25mm ² ; NEUTRO S/A	25	177	1,166	7	8	112	17
2252159	COND.Al 1x25+ 1x25mm ² ; Aislados	25	211	1,166	7	8	112	17,6
2252158	COND.Al 2x25+ 1x25mm ² ; Aislados	25	314	1,166	7	8	112	18,4
2252160	COND.Al 3x25+ 1x50mm ² ; Aislados	25	730	1,166	7	15,8	102	20,6
2252165	COND.Al 3x35+ 1x50mm ² ; Aislados	35	845	0,829	7	15,8	127	25,7
2252175	COND.Al 3x50+ 1x50mm ² ; Aislados	50	920	0,583	7	15,8	153	28,8

Fuente: <https://www.tiendatecnored.cl/media/wysiwyg/pdf/2252165.pdf>

Figura 2-5. Tabla de conductor preensamblado Bt ELEXOR

Según la figura 2-5., se ha designado un conductor de aluminio de 3x50 mm ELEXOR, dado que soporta una corriente máxima de 153 A, siendo el adecuado para alimentar el empalme, considerando que a futuro la instalación eléctrica de la propiedad aumente un 25% (Ver anexo G).

El alimentador que energizará el Tablero General (T.G) desde el empalme será un XTMU multiconductor de cobre de 1 AWG con aislación XLPE y cubierta EVA, el cual permitirá transportar la corriente máxima del sistema y paralelamente cumplirá con el voltaje de pérdida requerido según la norma (Ver anexo G).

2.2.1.2 Cálculo de protección general

La protección que comandará la instalación eléctrica en su totalidad, será del tipo caja moldeada de 125 A, por lo establecido en la norma de CHILQUINTA sobre “Empalmes de baja tensión, tablas y especificaciones, cuadro de resumen de empalmes”. Estará en un gabinete de nombre T.G, dónde “aguas abajo” alimentará barras de distribución, estas serán la conexión directa hacia las protecciones generales de la casa habitación, el local semi industrial panadería, el local comercial de zumba, el local comercial panadería y el local comercial de comida.

2.2.1.3 Cálculos de canalizaciones

En el punto 2.2.1.1., se calculó un alimentador de 1 AWG, por lo tanto, la canalización a utilizar, teniendo en cuenta que pasará un multiconductor por él, según la tabla N° 8.19 de la NCh Elec 4/2003 corresponderá a una canalización de 2 ½". De esta manera, se cumple con lo establecido en la tabla N° 8.16 de la norma eléctrica chilena (figura 1-12), sobre el porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores.

2.2.1.4 Cálculos de puestas a tierra

La medición para el posterior cálculo de sistema de puesta a tierra general para esta propiedad no se puede realizar, debido a la contingencia mundial producto de la pandemia por el virus COVID-19.

Sin embargo, al momento de realizar el diseño debe ser bajo la norma IEEE Std 80-2000 y contar con una resistencia de 0,34 Ω , según estipula la NCh Elec 4/2003 en el artículo 10.2.4:

La resistencia de cada puesta a tierra de protección en cualquiera de las dos soluciones no deberá ser superior a:

$$R_{TP} \frac{V_s}{I_o} = K * I_N$$

$$R_{TP} \frac{50}{146,16} = 0,34 \Omega \quad I_o = 1,25 * 116,933 = 146,16 A$$

Donde V_s es la tensión de seguridad de acuerdo a 9.0.6.3, e I_o es la corriente de operación de la protección del circuito o del equipo protegido por la puesta a tierra, $I_o=K*I_N$; siendo I_N la corriente nominal de la protección considerada y K una constante determinada de la tabla N°10.22 (S.E.C, 2003, p.69).

La NCh Elec 4/2003 revela los valores de seguridad máximos de tensión, que serían 50 V en lugares secos y 24 V en lugares húmedos, que el cuerpo humano puede soportar sin causar daño. Para efectos de este proyecto, se estima un voltaje de seguridad de 50 V.

Además, el método que se debe utilizar es el siguiente:

En primer lugar, se debe medir la resistividad del terreno donde se dispone a instalar la malla puesta a tierra, utilizando métodos como Wenner o Schlumberger. Los valores de

resistividad obtenidos se grafican para conseguir una curva de campo en un papel log-log de igual dimensión de década que la curva patrón a utilizar.

En segundo lugar, se compara la curva de campo con la curva patrón de Orellana, para obtener los valores de resistividad por capa y su espesor, esto con el objetivo de calcular la resistividad equivalente del terreno, mediante la siguiente formula, donde intervienen factores como; la profundidad de enterramiento y la superficie de la malla.

$$\rho_{eq} = \frac{Fn}{\sum_{i=1}^n \frac{Fi - (Fi - 1)}{\rho_i}}$$

En tercer lugar, sabiendo el valor de corto circuito y en tiempo de operación de la protección ante una falla, se debe especificar las características constructivas de la malla, por ejemplo:

Distancia entre conductores paralelos y verticales, resistividad superficial, espesor de la capa superficial, dimensión del conductor a utilizar, número y la distancia de las barras.

En cuarto lugar, al generar las ecuaciones para los factores K_i , K_s , L_m , K_m y L_s , se calcula la tensión de paso y contacto mediante la siguiente expresión:

$$V_{paso} = \frac{K_s * K_i * \rho_{eq} * I_f}{L_s}$$

$$V_{contacto} = \frac{K_m * K_i * \rho_{eq} * I_f}{L_m}$$

En quinto lugar, se debe calcular el factor de reducción de la capa superficial, con el fin de determinar las tensiones de paso y contacto admisibles de la malla de puesta a tierra, mediante la siguiente expresión:

$$C_s = 1 - \frac{0,09(1 - \frac{\rho_{eq}}{\rho_s})}{2 * h_s + 0,09}$$

Dónde: h_s = Espesor de la capa superficial
 ρ_{eq} = Resistividad equivalente del terreno
 ρ_s = Resistividad de la capa superficial

En sexto lugar, considerando el caso más desfavorable, es decir, una persona de 50 kg en contacto con la corriente de falla, se determinan las tensiones de paso y contacto admisibles de la siguiente manera:

$$V_{paso\ admisible} = \frac{1000 + 6 * C_s * \rho_s * 0,116}{\sqrt{t}}$$

Dónde: t = Tiempo de operación de la protección

$$V_{contacto\ admisible} = \frac{1000 + 1,5 * C_s * \rho_s * 0,116}{\sqrt{t}}$$

Si, el valor de tensión de paso es menor al voltaje de paso admisible y el valor de tensión de contacto es menor al voltaje de contacto admisible se dice que la malla es segura y se procede a culminar el proceso.

Por último, utilizando la siguiente ecuación, se tendrá que la resistencia de la malla de puesta a tierra sin barras está dada por:

$$R_{ms} = \frac{\rho_{eq}}{\pi * L_c} \left[\ln \left(\frac{2 * L_c}{\sqrt{h d}} \right) + \left(\frac{K_1 * L_c}{\sqrt{S}} \right) - K_2 \right]$$

$$K_1 = 1,43 - \frac{2,3 * h}{\sqrt{S}} - 0,044 * \left(\frac{A}{B} \right)$$

$$K2 = 5,5 - \frac{8 * h}{\sqrt{S}} + \left(0,15 - \frac{h}{\sqrt{S}}\right) * \left(\frac{A}{B}\right)$$

Dónde: Rms = Resistencia de la malla por Schwartz [Ω]
 Lc = Largo del conductor [m]
 h = Profundidad de enterramiento [m]
 S = Superficie de la malla [m²]
 d = Diámetro del conductor de la malla [m]
 A = Longitud por el lado mayor de la malla [m]
 B = Longitud por el lado menor de la malla [m]

Al finalizar la instalación de la malla de puesta a tierra se debe medir con un instrumento apropiado la resistencia de esta en la cámara de registro y comprobar que el valor sea inferior a lo calculado.

2.2.1.5 Sala eléctrica

Se utilizará una bodega de 2 m de largo, 2 m de ancho y 2,2 m de alto para resguardar el Tablero General, los remarcadores y el inversor del sistema fotovoltaico de la intemperie. El material de las paredes de esta sala es de metal y estarán conectadas a la malla puesta a tierra mediante un conductor desnudo de cobre de la misma sección que tendrá la malla de puesta a tierra.

A pesar de ello, se realizará una modificación a la bodega, que consistirá en instalar rendijas para mantener un adecuado flujo de aire dentro.

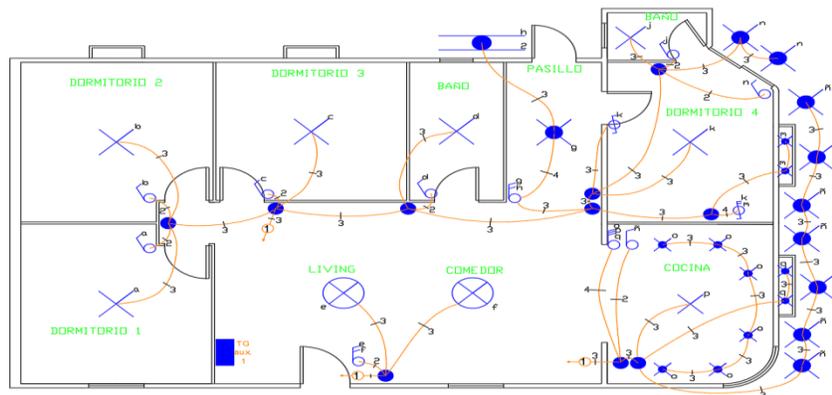
En el anexo B se puede observar el diseño estructural de esta sala eléctrica y en el anexo G se puede apreciar una representación visual de los equipos eléctricos dentro de esta sala.

2.2.2 Instalación eléctrica de la casa habitación

La instalación eléctrica de la casa habitación fue inspeccionada en la visita al terreno el día miércoles 29 de abril del 2020. Se procede a precisar que se encuentra en condiciones desfavorables para ser declarada ante el S.E.C. Se debió analizar en profundidad para establecer la cantidad de luminarias y enchufes que posee la infraestructura, ya que, al preguntar al cliente por el plano eléctrico del domicilio, responde: “Estas son edificaciones antiguas y carecen de planos eléctricos” (Valenzuela, 2020)².

Al regularizar una instalación eléctrica, la S.E.C., exige presentar documentos que evaluará y aprobará si corresponde. Dentro de los documentos se encuentran los planos eléctricos. Para cumplir este requerimiento, se elaboró un croquis con papel y lápiz, el cual es la base para realizar el plano de luminarias y enchufes, tanto de la zona interior como exterior de la casa habitación.

El croquis realizado se trasladó al software AutoCAD resultando la ilustración presentada en las figuras 2-5., y 2-6.



Fuente: Elaboración propia con datos recabados en terreno

Figura 2-6. Planta de iluminación de la casa habitación

Distribución de Alumbrado exterior (T.D.A. 2), el circuito que alimenta el controlador de riego y el circuito que alimenta el Tablero de Distribución (T.D), encargado de proteger y maniobrar la bomba de pozo, bomba de piscina y luminarias de piscina.

Actualmente, existen dos circuitos en el Tablero General auxiliar 1, uno para luminarias y otro para enchufes.

Se crean nuevos circuitos para separar los tableros mencionados en el párrafo anterior. Estos circuitos requieren alimentadores y protecciones eléctricas, los que serán calculados con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p}$$

Dónde:

S = Sección óptima del conductor

Rho_{cu} = Resistencia específica del cobre

V_p = Voltaje de pérdida

L_c = Largo del conductor

I = Corriente del circuito

k = 1: Trifásico

2: Monofásico

Criterio de sección constante

El conductor eléctrico que se utilizará para alimentar el enchufe especial de la cocina es del tipo cableado THHN de la marca COVISA. Exceptuando los alimentadores y subalimentadores subterráneos y lugares considerados como local de reunión de personas, este tipo de conductor se utilizará en este proyecto para cablear los circuitos.

Luego de calcular la sección óptima del conductor, se determina la sección comercial observada en la figura 2-8.

CALIBRE	CONSTRUCCIÓN		ESPEORES		DIÁMETRO EXTERIOR APROXIMADO mm	PESO APROXIMADO Kg/Km	CAPACIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE (AMP)				
	N° HEBRAS	e mm	AISLACIÓN mm	CUBIERTA mm			THWN (75°C)		THHN (90°C)		
							A	B	A	B	
Cables											
AWG											
14		0,61	0,38	0,1	2,81	24,06	20	30	25	35	+
12		0,77			3,3	36,62	25	35	30	40	+
10		0,97	0,51		4,17	58,35	35	50	40	55	+

Fuente: <https://www.covisa.cl/productos/alambres-y-cables-thhn-y-thwn/>

Figura 2-8. Características eléctricas y mecánicas del conductor tipo cableado THHN

Utilizando este tipo de conductor se puede transportar una corriente elevada con una baja sección de cobre, la columna “A”, indica un máximo 3 conductores en ducto a temperatura ambiente de 30 grados Celsius (°C), para obtener una capacidad máxima de corriente. Y la columna “B”, señala que al estar instalado al aire libre y a temperatura ambiente de 30°C, el conductor consigue transportar una determinada capacidad máxima de corriente.

El conductor eléctrico que se utilizará para los alimentadores y subalimentadores subterráneos de este proyecto será del tipo cableado XTU, debido que está diseñado para ser empleado bajo tierra. En la figura 2-9., se observan las características técnicas del conductor eléctrico que se utilizará para alimentar los tableros T.D.A.2, y T.D. Mientras que en la figura 2-10, se aprecia las características técnicas del conductor que alimenta al T.G.aux.1.

Calibre	Sección nominal	Diámetro del conductor aprox. mm	Espesor aislación mm	Espesor cubierta mm	Diámetro exterior aprox. mm	Peso total aprox. kg/km	Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km	Capacidad de corriente A		
								Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C	Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C	Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C
14	2,08	1,9	0,76	1,14	10,2	156	8,61	27	35	26
12	3,31	2,3	0,76	1,14	11,2	203	5,43	36	46	35

Fuente: <https://www.generalcable.com/latam/cl/productos-y-soluciones/baja-tension>

Figura 2-9. Características eléctricas y mecánicas del conductor tipo cableado XTU multiconductor tres hilos

Calibre	Sección nominal	Diámetro del conductor aprox.	Espesor aislación	Diámetro exterior aprox.	Peso total aprox.	Resistencia máx. a 20 °C CC Ω/km	Capacidad de corriente A		
							Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C	Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C	Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C
14	2,08	1,9	0,7	13,3	261	8,61	27	35	26
12	3,31	2,3	0,7	14,4	339	5,43	36	46	35

Fuente: <https://www.generalcable.com/latam/cl/productos-y-soluciones/baja-tension>

Figura 2-10. Características eléctricas y mecánicas del conductor tipo cableado XTU multiconductor cinco hilos

La diferencia entre la tabla 2-9., y 2-10., radica en que la primera presenta las características del multiconductor compuesto por tres conductores y la figura 2-10., detalla un multiconductor compuesto por 5 conductores.

Tabla 2-2. Conductores a utilizar en los circuitos

Tipo	Sección	Ubicación
THHN (Fase, neutro y tierra)	14 AWG	Circuito 2 – T.D.A.2 Circuito 6 – T.G.aux.1
XTU (Fase, neutro y tierra)	12 AWG	Subalimentador – T.D Subalimentador – T.D.A.2
XTU (Fase1, fase 2, fase 3, neutro y tierra)	12 AWG	Alimentador – T.G.aux.1

Fuente: Elaboración propia con resultados del anexo A

La tabla 2-2., muestra el tipo de conductor que se utilizará en los nuevos circuitos creados y el reemplazo de los alimentadores y subalimentadores fuera de normativa.

Los conductores presentes en el resto de circuitos fueron revisados en la visita al terreno el día 29 de abril del 2020 y se mantendrán, ya que cuentan con las características técnicas óptimas y en normativa.

El detalle de los cálculos de la sección correspondiente a cada circuito, alimentador o subalimentador se encuentran en el anexo A.

2.2.2.2 Cálculos de protecciones

La corriente correspondiente a los nuevos circuitos diseñados y calculados en el anexo A, serán utilizadas como base para determinar la protección termomagnética y/o diferencial de dicho circuito.

Se emplean las figuras 2-2., y 2-3., para visualizar una corriente superior a la del circuito. Las protecciones termomagnéticas y diferencial deben ser de la marca Legrand o similar calidad.

En una totalidad, se contabilizan diecisiete protecciones termomagnéticas unipolares, una protección termomagnética tripolar y doce protecciones diferenciales. Las protecciones ya instaladas en el T.G.aux.1, se reemplazan por nuevas protecciones según la corriente del circuito, debido que tienen un tiempo prolongado en la instalación y su funcionalidad o efectividad decrece.

El T.D.A.2 es diseñado con la finalidad de proteger los circuitos del área exterior, el circuito 1 para luminarias del estacionamiento, bodega de herramientas y quincho, el circuito 2 para enchufes del estacionamiento y quincho, el circuito 3 para farol al costado de la piscina y el circuito 4 para el enchufe al costado de la piscina. Los circuitos 2, 3 y 4 aguas abajo al disyuntor disponen con protección diferencial. En el diseño previo, solo existían los artefactos alimentados desde la misma protección de enchufes.

Se diseña un circuito especial y exclusivo para el controlador de riego del jardín, ideado para situaciones en que la familia se ausente del hogar por un tiempo prolongado, asegurando el funcionamiento del sistema de riego junto al tablero de distribución que alimenta la bomba encargada de extraer el agua utilizada para regar los jardines de la propiedad.

En la tabla 2-3., se puede observar un resumen de la corriente que circula en los nuevos circuitos diseñados, su protección determinada y la curva de disparo única.

Tabla 2-3. Protecciones de los circuitos en la casa habitación

Circuito	Corriente	Disyuntor	Diferencial	Curva	Ubicación
1	12,52 A	16 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.A.1
2	13,19 A	16 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.A.1
3	7,33 A	10 A	30 mA 2x10 A	C	T.D.A.1
4	6,71 A	10 A	N/A	C	T.G.aux.1
5	15,91 A	20 A	N/A	C	T.G.aux.1
6	0,73 A	1 A	N/A	C	T.G.aux.1
1	1,84 A	2 A	N/A	C	T.D.A.2
2	3,66 A	6 A	30 mA 2x10 A	C	T.D.A.2
3	0,48 A	1 A	30 mA 2x6 A	C	T.D.A.2
4	0,73 A	1 A	30 mA 2x6 A	C	T.D.A.2
1	6,23	10 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.F
2	6,34	10 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.F
1	0,25 A	1 A	N/A	C	T.D.A.3
2	0,17 A	1 A	30 mA 2x6 A	C	T.D.A.3
1	2, A	3 A	N/A	C	T.C

Fuente: Elaboración propia con resultados del anexo A

El cálculo detallado de las corrientes de cada circuito y de las protecciones generales de cada tablero se encuentra en el anexo A.

2.2.2.3 Cálculos de canalizaciones

Las canalizaciones eléctricas que se emplearán para asegurar y proteger mecánicamente los conductores eléctricos de los nuevos circuitos diseñados serán del tipo tubo plástico rígido (t.p.r). Se instalarán de tres maneras, a la vista (t.p.r.v), embutida (t.p.r.e) y subterránea (t.p.r.s).

Mediante la tabla N° 8.18 de la NCh Elec 4/2003 se establece la sección nominal de la tubería, ya sea, t.p.r.v, t.p.r.e o t.p.r.s.

Para dirigir a diversos puntos la electricidad se utilizan las cajas plásticas de derivación en canalizaciones a la vista o embutidas y cámaras tipo c para canalizaciones subterráneas. Esta última se dispondrá en casos donde la tubería necesite una curva de 90 grados y la distancia sea considerablemente extensa.

Las cajas plásticas de derivación tendrán una dimensión de 10 centímetros (cm) de largo, 6 cm de alto y 4 cm de ancho. Las uniones entre conductores dentro de estas cajas se realizarán mediante soldaduras de bajo punto de fusión, empleando estaño fundido.

Las cámaras tipo c tendrán unas dimensiones de 61 cm de largo, 61 cm de alto y 50,5 cm de ancho. Las uniones entre conductores al interior de la cámara tipo c se efectuarán mediante uniones de resina resistentes a la humedad.

El detalle de cálculos realizados para definir las canalizaciones correspondientes para cada cto., se observan en el anexo A.

2.2.2.4 Cálculos luminotécnicos

La NCh Elec 4/2003 establece las iluminancias mínimas para un sector determinado, en la tabla N° 11.24. Dentro de lo que se considera parte de la casa habitación se encuentran dos bodegas que en su interior albergan tableros eléctricos. La tabla recién mencionada indica que la iluminancia mínima en salas de tableros eléctricos será de 300 lux (lx).

Por lo tanto, la sala eléctrica y la sala control de bombas que contienen en su interior tableros eléctricos deben tener una iluminancia mínima de 300 lx, la cual se estableció con el método de cavidad zonal, por lo que es necesario conocer previamente el flujo luminoso de la luminaria a utilizar, las dimensiones del local y el porcentaje de reflexión de este.

La luminaria que se utilizará en estos recintos es un tubo LED de 26 W de la marca Philips, con un flujo luminoso de 3900 lúmenes (lm), 4000 Kelvin (K) de temperatura de color correlacionada, unas dimensiones de 21 milímetros (mm) de ancho y 1162 mm de largo y una vida útil de 50.000 horas.

Para la sala eléctrica y la sala control de bombas se utilizará una luminaria con 1 tubo, puesto que, se obtiene una iluminancia media en el plano útil de 656lx y 825lx respectivamente.

El detalle de los cálculos luminotécnicos realizados para las salas eléctricas de la casa habitación se encuentran en el anexo A, junto al detalle de cálculos realizados con el software DIALux.

2.2.2.5 Cálculos de circuitos de fuerza

El Tablero de Distribución se diseña de tal forma que en su interior contenga protecciones de fuerza, alumbrado y control.

Se les aplican factores correspondientes a las cargas presentes en los circuitos aguas abajo del tablero T.D., según indica el artículo 12.2.6 de la NCh Elec 4/2003:

En grupos de motores en que existan motores de régimen permanente, periódico, intermitente y/o de breve duración, la sección de los conductores que alimentan al grupo deberá permitir una capacidad de transporte para una corriente que se determina como sigue:

- La suma de las corrientes de plena carga de los motores de régimen permanente, más
- La suma de las corrientes de plena carga de los motores de régimen no permanente, afectada por el factor que corresponda, determinado de acuerdo a la tabla N° 12.28, más
- 0,25 veces la corriente de plena carga del motor de mayor potencia afectada por el factor correspondiente de acuerdo a la tabla N° 12.28 si el motor no es de régimen permanente. (S.E.C, 2003, p.94).

Los cálculos de las protecciones eléctricas que se encuentran dentro del T.D, se pueden visualizar en el anexo A.

Las protecciones eléctricas de las bombas se diseñan según indica la NCh Elec 4/2003 en el artículo 12.3.2.2 que establece:

La capacidad nominal de las protecciones de cortocircuito de un motor se dimensionará comparando las características de la corriente de partida y el correspondiente valor durante el período de aceleración del motor o máquina, si es que el motor parte acoplado a su carga, con la

curva de respuesta de la protección seleccionada de modo que ésta no opere bajo condiciones normales de partida (S.E.C, 2003, p.96).

Además, se diseña para el T.D un control eléctrico de la bomba que extrae agua del pozo, permitiendo operar la bomba de forma segura, ya que, constantemente estará en modo automático.

El diseño unilineal del control y fuerza de la bomba se puede observar en el anexo B, que incluye el diseño físico del T.D.

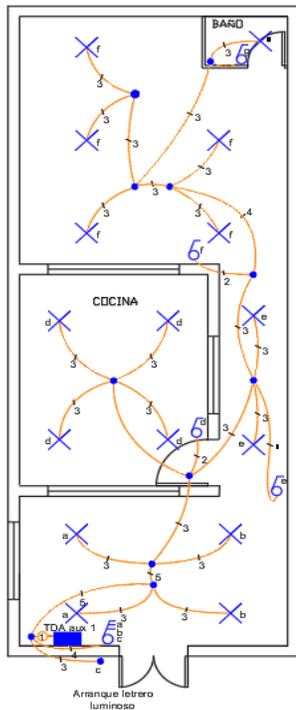
2.2.3 Instalación eléctrica en locales comerciales

Como se ha expuesto a lo largo del capítulo anterior y sustentados en la tabla 2-1, se infiere que los problemas existentes en los locales comerciales son diversos y requieren pronta solución. Es por ello que, para efectos de cálculos, se han considerado factores generales aplicables a los tres locales existentes.

- Tensión de servicio 220/380 (V)
- Voltaje de pérdida 6,6/11,4 (V)
- Resistencia óhmica de conductor 0,018 (Ω -mm²/m)
- Luminaria utilizada Foco LED empotrable Coreline, Philips.
21 (W)
2100 lúmenes (lm)

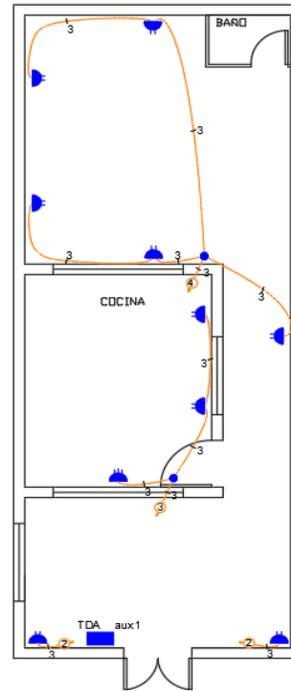
2.2.3.1 Instalación eléctrica del local comercial de comida rápida

En las siguientes figuras se dan a conocer las instalaciones de alumbrado correspondientes al local comercial de comida rápida, en esta oportunidad se ha considerado una tensión de servicio monofásica de 220 (V). La cantidad de circuitos se han dispuestos de tal manera que permitan un correcto funcionamiento y no presenten un peligro para los usuarios.



Fuente: Elaboración propia con software
AutoCAD

Figura 2-11: Planta de iluminación
local de comida rápida



Fuente: Elaboración propia con software
AutoCAD

Figura 2-12: Planta de enchufes local de
comida rápida

2.2.3.1.1 Cálculo del subalimentador

Finalizado los planos correspondientes a la planta de iluminación y de enchufes, se procede a calcular el subalimentador del local (anexo C). El cálculo del subalimentador se realizó según el método constante y en vista de que no existe una sección comercial de 2,53 milímetros cuadrados (mm^2) con capacidad de corriente para 27,24 (A) se visualiza la siguiente figura:

SUPERFLEX/EVA MONOCONDUCTOR - CALIBRES AWG/kcmil

Calibre AWG/kcmil	Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor aprox. mm	Espesor aislación mm	Diámetro exterior aprox. mm	Peso total aprox. kg/km	Capacidad de corriente A		
						Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C	Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C	Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C
14	2,08	1,9	0,7	5,5	48	26	40	-
12	3,31	2,4	0,7	6,1	62	40	53	-
10	5,26	3,0	0,7	6,5	84	51	69	-
8	8,37	3,8	0,7	7,4	118	61	108	83
6	13,3	4,7	0,7	8,4	164	79	139	110

Fuente: <https://cdn.generalcable.com/assets/documents/LATAM%20Documents/Chile%20Site/Catalogos/catalogo-cables-baja-tension-y-conductores-desnudos.pdf?ext=.pdf>

Figura 2-13. Características eléctricas y mecánicas del monoconductor SUPERFLEX/EVA

Se determina utilizar el monoconductor de 12 AWG de cobre extra flexible con aislación XLPE y cubierta libre de halógenos SUPERFLEX/EVA de General Cable Cocesa, cumpliendo, por un lado, con lo requerido por la S.E.C en el oficio circular N°4979 sobre el uso de conductor EVA en instalaciones eléctricas para uso en lugares de reunión de personas (figura 1-11) y por otro lado, con la corriente total requerida del local.

El conductor de calibre 12 AWG soporta una corriente máxima de 40 A, siendo el conductor apropiado para alimentar el Tablero de Distribución de Alumbrado auxiliar 1 (T.D.A. aux.1), puesto que es mayor a la sección óptima y su voltaje de pérdida es inferior al 3% (6,6 V). Ver anexo C.

2.2.3.1.2 Cálculos de protecciones

Para un adecuado control de los circuitos correspondientes al local actual, se ha dispuesto a separarlos en un circuito de alumbrado y tres circuitos de enchufes, determinando sus protecciones en base a la corriente consumida por estos. Ver anexo C.

Tabla 2-4. Protecciones de los circuitos del local comida rápida

Circuito	Corriente	Disyuntor	Diferencial	Curva	Ubicación
1	4,08 A	6 A	N/A	C	T.D.A aux 1
2	7,03 A	10 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.A aux 1
3	14,67 A	16 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.A aux 1
4	3,67 A	10 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.A aux 1

Fuente: Elaboración propia con resultados del anexo C

Como se menciona en el punto 2.2 acerca del cálculo de protección general en Tableros de Distribución de Alumbrado, para el presente local se ha calculado de la siguiente manera:

$$I_{total} = 0,9 * (I_{cto1} + I_{cto 2} + I_{cto 3} + I_{cto 4})$$

$$I_{total} = 0,9 * (4,06 + 7,03 + 14,67 + 3,67)$$

$$I_{total} = 26,49 A$$

En vista que no existe una protección comercial respecto el valor calculado, se establece una de 25 A curva C.

2.2.3.1.3 Cálculos de canalizaciones

En el punto 2.2.3.1.1., se calculó un alimentador de 12 AWG, por lo tanto, la canalización a utilizar, teniendo en cuenta que pasarán tres conductores por él, según la tabla N° 8.19 de la NCh Elec 4/2003 corresponderá a una canalización de 1 ¼ pulgada ("). Para las derivaciones que se alimenten desde el T.D.A aux 1 se emplearán canalizaciones de 20 mm. De esta manera, se

cumple lo establecido en la tabla N° 8.16 de la Norma Eléctrica Chilena (figura 1-12) sobre el porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores.

Siendo un local comercial en el cual se reunirán personas se ha considerado necesario citar el punto 8.2.8.2 de la NCh Elec 4/2003 sobre la implementación de canalizaciones libres de halógenos:

En canalizaciones en locales de reunión de personas, a las características de las tuberías no metálicas indicadas en 8.2.8.1 deberán agregarse que, en caso de combustión, deberán arder sin llama, no emitir gases tóxicos, estar libres de materiales halógenos y emitir humos de muy baja opacidad (S.E.C, 2003, p.49).

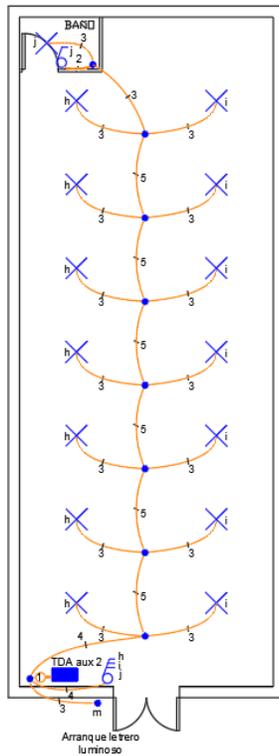
Es por esto, que la implementación de las canalizaciones del local será libre de halógenos con el propósito de evitar accidentes fatales producidos por estos materiales. Las características técnicas serán las mismas mencionadas en el punto 2.2.2.3.

2.2.3.1.4 Cálculos luminotécnicos

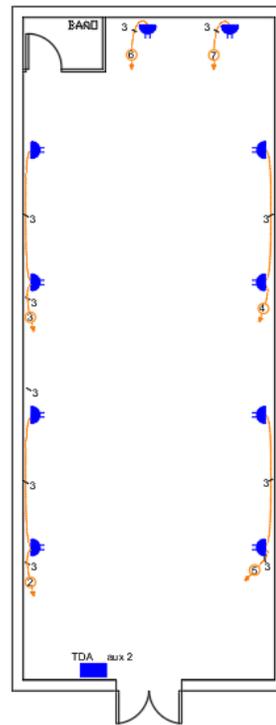
Con el objetivo de cumplir lo establecido por la NCh Elec 4/2003 en la tabla N° 11.24, donde se establece 300 lx como iluminancia mínima para casinos, restaurantes y cocina. Se han dispuesto 4 luminarias en la recepción, 4 en la cocina, 2 en el pasillo y 5 en el sector de sillas, la información anterior fue calculada según el método de cavidad zonal. Para más detalle observar anexo C.

2.2.3.2 Instalación eléctrica del local comercial panadería

En las siguientes figuras se exhiben las instalaciones de alumbrado correspondientes al local comercial panadería, en esta oportunidad se ha considerado una tensión de servicio trifásica de 380 (V). La cantidad de circuitos se han definido de tal manera que permitan un correcto funcionamiento y no presenten un peligro para los usuarios.



Fuente: Elaboración propia con software AutoCAD.



Fuente: Elaboración propia con software AutoCAD.

Figura 2-14: Planta de iluminación local panadería

Figura 2-15: Planta de enchufes local panadería

2.2.3.2.1 Cálculo de subalimentador

Una vez realizados los dibujos correspondientes a la planta de iluminación y de enchufes, se procede a calcular el subalimentador del local (anexo D). El cálculo se realizó según el método constante y utilizando la fase con mayor consumo. En vista que no existe una sección comercial de 2,02 mm² con capacidad de corriente para 30,96 (A) se visualiza la siguiente figura.

SUPERFLEX/EVA MULTICONDUCTOR - 3 FASES + 1 NEUTRO + 1 TIERRA

Calibre AWG/kcmil	Sección nominal mm ²	Diámetro del conductor aprox. mm	Espesor aislación mm	Diámetro exterior aprox. mm	Peso total aprox. kg/km	Capacidad de corriente A		
						Ducto enterrado (1) Temp. amb. 20 °C	Direct. enterrado (2) Temp. amb. 20 °C	Aire libre (3) Temp. amb. 40 °C
14	2,08	1,9	0,7	12,0	232	22	22	21
12	3,31	2,4	0,7	13,1	304	29	29	28
10	5,26	3,0	0,7	14,9	421	37	37	36
8	8,37	3,8	0,7	18,7	655	46	67	45
6	13,3	4,7	0,7	21,3	941	59	86	58

Fuente: <https://cdn.generalcable.com/assets/documents/LATAM%20Documents/Chile%20Site/Catalogos/catalogo-cables-baja-tension-y-conductores-desnudos.pdf?ext=.pdf>

Figura 2-16. Características eléctricas y mecánicas del multiconductor SUPERFLEX/EVA

Se establece el uso de un conductor de 10 AWG de cobre extra flexible con aislación XLPE y cubierta libre de halógenos SUPERFLEX/EVA de General Cable Cocesa, cumpliendo, por un lado, con lo requerido por la S.E.C en el oficio circular N° 4979 sobre el uso de conductor EVA en instalaciones eléctricas para uso en lugares de reunión de personas (figura 1-11) y, por otro lado, con la corriente total requerida del local. Si bien, este local no será de reunión de personas, su alimentación sí cruzará un local que corresponde a esta designación, es por ello que se utiliza un conductor con las características descritas anteriormente.

El conductor de calibre 10 AWG soporta una corriente máxima de 37 A, siendo el conductor apropiado para alimentar el Tablero de Distribución de Alumbrado auxiliar 2 (T.D.A. aux 2), debido que es mayor a la sección óptima y su voltaje de pérdida es inferior al 3% (6,6 V).

2.2.3.2.2 Cálculos de protecciones

Para un óptimo control de los circuitos del local actual, se ha dispuesto separarlos en un circuito de alumbrado y seis circuitos de enchufes respectivamente, determinando sus protecciones en base a la corriente consumida por estos. Para mayor información de cálculos, dirigirse al anexo D.

Tabla 2-5. Protecciones de los circuitos del local comercial panadería

Circuito	Corriente	Disyuntor	Diferencial	Curva	Ubicación
1	3,98 A	6 A	N/A	C	T.D.A aux 2
2	14,66 A	16 A	30 mA 2x25 A	C	T.D.A aux 2
3	14,66 A	16 A	30 mA 2x25 A	C	T.D.A aux 2
4	14,66 A	16 A	30 mA 2x25 A	C	T.D.A aux 2
5	14,66 A	16 A	30 mA 2x25 A	C	T.D.A aux 2
6	14,66 A	16 A	30 mA 2x25 A	C	T.D.A aux 2
7	14,66 A	16 A	30 mA 2x25 A	C	T.D.A aux 2

Fuente: Elaboración propia con resultados del anexo D

Como se menciona en el punto 2.2 sobre el cálculo de protección general en Tableros de Distribución de Alumbrado, para el presente local, se ha determinado calcular la protección utilizando el factor del 90% aplicándolo únicamente a la fase de mayor consumo, debido que este tablero cuenta con una alimentación trifásica:

$$I_{total} = 0,9 * (I_{cto1} + I_{cto 2} + I_{cto 3})$$

$$I_{total} = 0,9 * (3,98 + 14,66 + 14,66)$$

$$I_{total} = 29,97 A$$

Dado que no existe una protección comercial según el valor calculado, se decide utilizar una de valor: 3x32 A curva C.

2.2.3.2.3 Cálculos de canalizaciones

En el punto 2.2.3.2.2., se calculó un alimentador de 10 AWG, por lo tanto, la canalización a utilizar, según la tabla N° 8.18 de la NCh 4/2003 corresponderá a una canalización de 1". Para las derivaciones que se alimenten desde el T.D.A. aux. 2 se utilizarán canalizaciones de 20 mm. De esta manera, se cumple lo establecido por la Norma Eléctrica Chilena en la tabla N°8.16 (figura 1-12) sobre porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores.

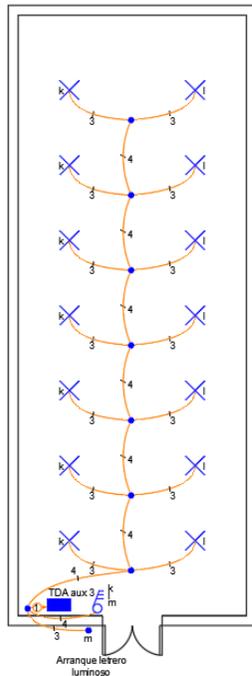
En comparación al local comercial de comida rápida y local comercial de zumba, éste no corresponderá a un local de reunión de personas, es por ello que no se implementarán canalizaciones libres de halógenos. Las características técnicas serán las mismas mencionadas en el punto 2.2.2.3.

2.2.3.2.4 Cálculos luminotécnicos

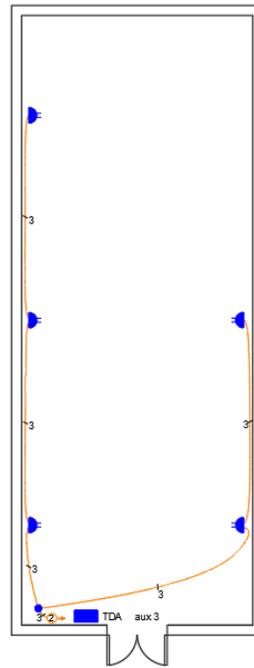
Con la finalidad de cumplir lo establecido por la NCh Elec 4/2003 en la tabla N° 11.24 en donde se establece 300 lux como iluminancia mínima para sala de ventas, se ha dispuesto un total de 14 luminarias, los datos anteriores fueron calculados según el método de cavidad zonal. Para mayores detalles acudir al anexo D.

2.2.3.3 Instalación eléctrica del local comercial de zumba

En las siguientes figuras se muestran las instalaciones de alumbrado correspondientes al local comercial de zumba, para este local se consideró una tensión de servicio monofásica de 220 (V). La cantidad de circuitos se han dispuesto de modo que no presenten un riesgo para los usuarios y proporcionen un correcto funcionamiento.



Fuente: Elaboración propia con software AutoCAD.



Fuente: Elaboración propia con software AutoCAD.

Figura 2-17: Planta de iluminación local de zumba

Figura 2-18: Planta de enchufes local de zumba

2.2.3.3.1 Cálculo de subalimentador

Posteriormente realizado el diseño de las plantas de iluminación y enchufes, se calcula el subalimentador del local (anexo E), realizado según el método constante. Debido a la inexistencia de una sección comercial de $0,27 \text{ mm}^2$ con capacidad de corriente para $7,02 \text{ A}$, se procede a observar la figura 2-13.

Se decide utilizar un monoconductor de 12 AWG de cobre extra flexible con aislación XLPE y cubierta libre de halógenos SUPERFLEX/EVA de la marca General Cable Cocesa, cumpliendo, por un lado, con lo requerido por la S.E.C en el oficio circular N°4979 sobre el uso de conductor EVA en instalaciones eléctricas para uso en lugares de reunión de personas (figura 1-11) y, por otro lado, con la corriente total requerida del local.

El conductor de calibre 12 AWG soporta una corriente máxima de 40 A, siendo el apropiado para alimentar de energía el Tablero de Distribución de Alumbrado auxiliar 3 (T.D.A. aux 3), ya que es mayor a la sección óptima y su voltaje de pérdida es inferior al 3% (6,6 V).

2.2.3.3.2 Cálculos de protecciones

Para un apropiado control de los circuitos correspondientes al actual local, se ha dispuesto separarlos en un circuito de alumbrado y otro circuito de enchufes, estableciendo sus protecciones en base a la corriente consumida por estos. Para mayor información de cálculos observar el anexo E.

Tabla 2-6. Protecciones de los circuitos del local comercial de zumba

Circuito	Corriente	Disyuntor	Diferencial	Curva	Ubicación
1	3,88 A	6 A	N/A	C	T.D.A aux 3
2	3,67 A	10 A	30 mA 2x16 A	C	T.D.A aux 3

Fuente: Elaboración propia con resultados del anexo E

Como se menciona en el punto 2.2 sobre el cálculo de protección general en Tableros de Distribución de Alumbrado, para el presente local, se ha calculado de la siguiente manera:

$$I_{total} = 0,9 * (I_{cto1} + I_{cto 2})$$

$$I_{total} = 0,9 * (3,88 + 3,67)$$

$$I_{total} = 6,79 A$$

Puesto que no existe una protección comercial según el valor calculado, se emplea un disyuntor termomagnético de valor: 10 A curva C.

2.2.3.3.3 Cálculos de canalizaciones

En el punto 2.2.3.3.1 se calculó un alimentador de 10 AWG, por lo tanto, la canalización a utilizar, teniendo en cuenta que dentro irán tres conductores, según la tabla N° 8.18 de la NCh 4/2003 corresponde a una canalización de 1 1/4". Para las derivaciones que se alimenten desde el T.D.A aux 3 se utilizarán canalizaciones de 20 mm. De esta manera, se cumple con lo establecido en la tabla N° 8.16 de la Norma Eléctrica Chilena (figura 1-12) sobre porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores.

Al igual que el local comercial de comida rápida, éste corresponde a un local de reunión de personas, es por ello que se implementarán canalizaciones libres de halógenos. Las características técnicas serán las mismas mencionadas en el punto 2.2.2.3.

2.2.3.3.4 Cálculos luminotécnicos

Con el fin de cumplir lo establecido por la NCh Elec 4/2003 en la tabla N° 11.24, se ha dispuesto un total de 14 luminarias, con iluminancia mínima de 300 lx, correspondiente a locales comerciales, lo anterior fue calculado según el método de cavidad zonal. Para mayores detalles dirigirse al anexo E.

2.2.4 Instalación eléctrica de panadería semi industrial

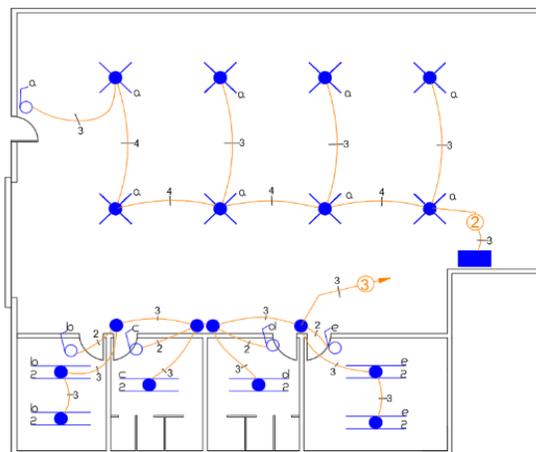
A continuación, se proyectará la instalación eléctrica de la futura panadería semi industrial, la cual es visualizada en la figura 1-13. En la siguiente figura se puede observar la entrada a este local.



Fuente: Fotografía tomada en terreno el día 29 de abril del 2020

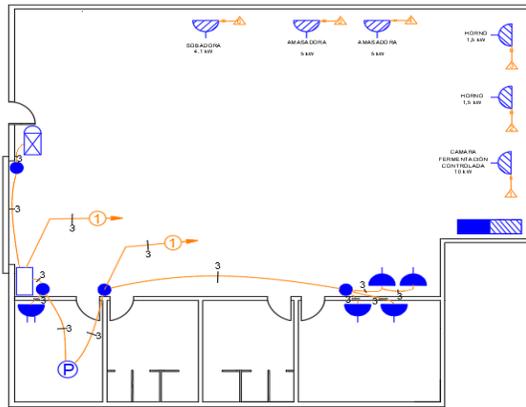
Figura 2-19. Entrada al local semi industrial panadería

Según el requerimiento que tiene esta panadería, se diseñan las plantas de enchufe y alumbrado mediante el software AutoCAD. Se consideran las dimensiones dispuestas en la tabla 1-11 y las disposiciones de las maquinarias según figura 1-13, para conocer dónde ubicar los enchufes de fuerza, enchufes de alumbrado y luminarias.



Fuente: Elaboración propia mediante software AutoCAD

Figura 2-20. Planta de iluminación del local semi industrial panadería



Fuente: Elaboración propia mediante software AutoCAD

Figura 2-21. Planta de enchufes del local semi industrial panadería

En la figura 2-20., se observa el diseño eléctrico de las luminarias en el local semi industrial panadería y en la figura 2-21., se aprecia el diseño eléctrico de los enchufes de fuerza y alumbrado que tendrá el local semi industrial panadería. Siguiendo estos diseños se ejecutará físicamente la instalación eléctrica en el lugar.

2.2.4.1 Cálculo de subalimentador

Elaboradas las plantas de iluminación y de enchufes, se procede a realizar los cálculos correspondientes de los alimentadores, tanto para el alimentador general, como para cada circuito de alumbrado y computación.

Para efectos de cálculos, se considera una tensión de servicio trifásica de 380 V. El cálculo se realizó según el método constante.

En primer lugar, para alimentar el Tablero General auxiliar 2 (T.G. aux 2) se dispone utilizar un multiconductor de 4 AWG de cobre extra flexible con aislación XLPE y cubierta libre de halógenos SUPERFLEX/EVA de General Cable Cocesa. Es utilizado en vista que cruzará por las dependencias del local de zumba, el cual ha sido definido como local de reunión de personas, cumpliendo de esta manera a lo requerido por la S.E.C en el oficio circular N° 4979 sobre el uso

de conductor EVA en instalaciones eléctricas para uso en lugares de reunión de personas (figura 1-11) y con la corriente total requerida del local.

En segundo lugar, para energizar las derivaciones del Tablero de Distribución de Alumbrado 4 (T.D.A. 4), del Tablero de Distribución de Fuerza 2 (T.D.F. 2) y del Tablero de Computación (T.X) hacia sus respectivos circuitos se ha dispuesto utilizar un conductor THHN de 12 AWG, cumpliendo de esta manera con las corrientes de consumo de las cargas.

El conductor de 12 AWG soporta una corriente máxima de 30 A, siendo apropiado para alimentar los tableros de la panadería semi industrial, ya que es mayor a la sección óptima y su voltaje de pérdida es inferior al 3% (6,6 V). Ver anexo F.

2.2.4.2 Cálculos de protecciones

Los dispositivos eléctricos que protegerán a los circuitos de alumbrado, fuerza y computación, deben tolerar la corriente que circula por cada uno de estos y ser capaz de operar en el momento indicado, de esta forma se evitará un accidente. Los equipos de protección se resumen en la siguiente tabla. Para más información ver anexo F.

Tabla 2-7. Protecciones de los circuitos de la panadería semi industrial

Circuito	Corriente	Disyuntor	Diferencial	Curva	Ubicación
1	2,43 A	6 A	N/A	Z	T.X
1	16,36 A	3x25 A	4x25A 30mA	C	T.D.F 2
2	2,45 A	3x6 A	4x25A 30mA	C	T.D.F 2
3	2,45 A	3x6 A	4x25A 30mA	C	T.D.F 2
4	8,18 A	3x10 A	4x25A 30mA	C	T.D.F 2

5	8,18 A	3x10 A	4x25A 30mA	C	T.D.F 2
6	6,71 A	3x10 A	4x25A 30mA	C	T.D.F 2
1	10,33 A	16 A	2x25A 30mA	C	T.D.A 4
2	3,91 A	6 A	2x10A 30mA	C	T.D.A 4
3	2,03 A	3 A	2x6A 30mA	C	T.D.A 4
4	0,73 A	1 A	2x6A 30mA	C	T.D.A 4

Fuente: Elaboración propia con resultados del anexo F.

Las protecciones generales de los tableros T.D.A.4 y T.D.F.2 son 3x16 A y 3x50 A respectivamente, las que a su vez son comandadas por la protección general del Tablero General auxiliar 2, la cual cuenta con un valor de 3x63 A.

2.2.4.3 Cálculos de canalizaciones

En primera instancia, en el punto 2.2.4.1 se calculó un alimentador de 12 AWG, por lo tanto, la canalización a utilizar, considerando que pasará un multiconductor por ella, según la tabla N° 8.19 de la NCh 4/2003 corresponde a una canalización de 32 mm. Asimismo, para la derivación hacia el T.X se utilizarán canalizaciones de 20 mm, mientras que para las derivaciones del T.D.F.2 se utilizarán canalizaciones de 25 mm. De esta manera, se cumple con lo establecido en la tabla N° 8.16 de la Norma Eléctrica Chilena (figura 1-12) sobre porcentaje de sección transversal de la tubería ocupada por los conductores. Ver anexo F para más detalles.

La canalización del circuito de computación que va hacia el punto de trabajo, es del tipo moldura porta conductores (m.p.c). Esto debido a que en el punto de trabajo se dispondrá de un enchufe de alumbrado, un enchufe de computación, una conexión de internet y una conexión de telefonía.

2.2.4.4 Cálculos luminotécnicos

Al ser un local semi industrial la NCh Elec 4/2003 en la tabla N° 11.24 indica un nivel de iluminancia de 300 lx para fábricas en general y el DS 594/99 en el artículo 103 estipula que la iluminancia para un “Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión” (Ministerio de Salud, 1999, n/a), requiere una iluminancia de 300 lx, por lo tanto, se utiliza este valor para calcular el número de luminarias necesarias en el sector de trabajo.

Para cumplir este valor de iluminancia se utilizan luminarias de gran altura LED marca Philips modelo Coreline Campana G4, con 69 W de consumo y 10.000 lm. El flujo luminoso que posee, permite iluminar una gran cantidad de metros cuadrados (m²) con pocas luminarias y bajo consumo energético. Cabe destacar, que presenta una larga vida útil, bajo mantenimiento y bajo peso. Esto último, es ideal puesto que se instalará a una altura de 4 m, reduciendo el riesgo al momento de ser montadas.

Para los baños, la oficina y el comedor se utilizarán tubos LED de 26 W de consumo y 3900 lm. Estos lugares requieren los valores de iluminancia indicados en las tablas N° 11.24 y N° 11.25 de la NCh Elec 4/2003, que serían:

- Comedor: 150 lx
- Oficina: 400 lx

Por equipo se instalarán dos tubos LED y según cálculos realizados en el software DIALux, los niveles exceden de sobremanera las exigencias mínimas, pero manteniendo una uniformidad de iluminancia.

2.2.4.5 Cálculos de circuitos de fuerza

Se diseñan seis circuitos de fuerza, un circuito por cada maquinaria industrial, ya que la potencia que consumen las maquinarias va desde 1,5 kW hasta 10 kW, como se detalló en la tabla 1-6. Este diseño permite tener un mayor control sobre los equipos y ante un eventual fallo poder aislarlo y no perjudicar la operación productiva.

Sobrepuesto en la muralla y detrás de cada maquinaria se dispone un enchufe de fuerza el cual energizará la maquinaria. El enchufe será de la marca Legrand o similar característica, el que brindará seguridad, tanto al instalarlo, como en la extensión de su uso.

Para el circuito 1, el enchufe será de 32 A trifásico y los cinco circuitos restantes tendrán un enchufe de 16 A trifásico.

2.3.1 Cálculos de puesta a tierra

La medición para el posterior cálculo de protección a puesta a tierra para este local semi industrial, no se puede realizar, debido a la contingencia mundial de la pandemia por el virus COVID-19. No obstante, al momento de realizar el diseño, debe contar con una resistencia como máximo de 20Ω , siguiendo el procedimiento de cálculo del punto 2.2.1.4.

2.2.5 Tableros eléctricos

Los tableros que se emplearán para contener los dispositivos de protección de cada instalación serán de marca Legrand o similar calidad y sus características técnicas se describen en la siguiente tabla:

Tabla 2-8. Características técnicas de los tableros eléctricos

Nombre	Marca y modelo	Ubicación	Dimensiones (mm) Alto x ancho x fondo	IP
T.G	Legrand – Armario RAL 7035	Sala eléctrica	1460 x 800 x 400	66
T.D.A.aux.0	Legrand – Calotas	Sala eléctrica	160 x 90 x 74	30
T.G.aux.1	Legrand – Cemarplast II	Casa habitación	384 x 315 x 82	40
T.D.A.2	Legrand - Plexo	Bodega de casa habitación	282 x 340 x 141	65
T.D	Legrand – Atlantic	Sala control de bombas	600 x 400 x 250	66
T.D.A.aux.1	Legrand – Cemarplast II	Local de comida	384 x 315 x 82	40
T.D.A.aux.2	Legrand – Cemarplast II	Local panadería	384 x 315 x 82	40
T.D.A.aux.3	Legrand – Cemarplast II	Local de zumba	192 x 315 x 75	40
T.G.aux.2	Legrand – Atlantic	Local semi industrial panadería	1000 x 600 x 300	66

Fuente: https://www.legrand.cl/documentos/catalogo_general_legrand_2018-2019.pdf

El Tablero General (T.G) tendrá como accesorio un zócalo de un alto, un ancho y una profundidad de 170 mm, 800 mm y 400 mm respectivamente, ya que estará montado sobre el suelo. Además, contará con un sistema de refrigeración por ventilador de 20W de potencia absorbida.

El Tablero General auxiliar 2 (T.G.aux.2) por su parte contará con un chasis cubre equipos para lograr una protección mayor al momento de operar los dispositivos.

El T.G, T.G.aux.2 y T.D dispondrá de placas lisas para montar los equipos, ya sea, directamente en la placa o sobre un riel din y tendrán luces piloto de señalización de presencia de tensión.

2.2.6 Corriente de cortocircuito

Es importante mencionar la necesidad de realizar el cálculo de corriente de cortocircuito a fin de garantizar que la protección general a implementar, sea capaz de operar frente a una posible falla en el sistema. Se realizaron las consultas pertinentes a la empresa suministradora, sin embargo, no se obtuvo respuesta de esta sobre los datos de cortocircuito, sin embargo, se sugiere que se realice dicho cálculo de la siguiente manera:

Primero, calcular la impedancia del sistema, para luego referirla al lado de baja tensión.

$$Z_{sistemaAT} = \frac{V_{ll}/\sqrt{3}}{\left(\frac{S}{\sqrt{3} * V_{ll}}\right)} \quad Z_{sistemaBT} = \frac{Z_{sistemaAT}}{r^2}$$

Dónde: S = Potencia aparente del transformador [VA]

V_{ll} = Voltaje línea-línea [V]

r^2 = Razón de transformación

Segundo, se debe determinar la impedancia del transformador en baja tensión, aplicando la siguiente expresión:

$$Z_{trafoBT} = Z\% * \frac{V_n^2}{S}$$

Dónde: Z% = Impedancia porcentual del transformador

V_n^2 = Voltaje nominal [V]

Tercero, conociendo la resistencia y reactancia del conductor de acometida a la propiedad, se calcula la impedancia que posee:

$$Z_{linea} = (R * 2Lc) + (jX * 2Lc)$$

Dónde: R = Resistencia del conductor [Ω/m]

Jx = Reactancia del conductor [Ω/m]

Lc = Largo del conductor [m]

Finalmente, corriente de falla se resuelve con la expresión:

$$I_{cc} = \frac{Vll/\sqrt{3}}{(Z_{sistemaBT} + Z_{trafoBT} + Z_{linea})}$$

Dónde: Icc = Corriente de corto circuito [A]

Cabe destacar que al realizar estos cálculos es importante conocer los datos del sistema proporcionados por la empresa suministradora de energía CHILQUINTA S.A.

CAPÍTULO 3: DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID INYECCIÓN CERO

3. DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO ON- GRID INYECCIÓN CERO

3.1. DATOS INICIALES DEL DISEÑO FOTOVOLTAICO

Se diseña una instalación de energía renovable no convencional con sistema fotovoltaico tipo on-grid sin inyección a la red, el cual permitirá mitigar un porcentaje de los gastos económicos por consumo de energía del cliente.

Este sistema puede ser montado donde se estime conveniente dentro del terreno ilustrado en la figura 2-1., ya que, no interfiere con los procesos productivos de los locales comerciales.

El consumo energético anual de la casa habitación se detalla en la tabla 3-1., con valores extraídos de la boleta de consumo eléctrico del cliente que se observa en la figura 1-5.

Tabla 3-1. Consumo energético anual de la propiedad

Fecha	kWh
Junio 2019	2.251
Julio 2019	2.134
Agosto 2019	2.313
Septiembre 2019	2.758
Octubre 2019	2.642
Noviembre 2019	3.037
Diciembre 2019	2.883
Enero 2020	3.402
Febrero 2020	2.852
Marzo 2020	3.036
Abril 2020	3.281
Mayo 2020	2.707

TOTAL	33.296
-------	--------

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de la figura 1-5

El promedio del consumo energético por mes anual es 2774,66 kWh. Este valor permite estatuir la cantidad de paneles fotovoltaicos a utilizar, para suplir la demanda de la red en un 20 %, o sea un consumo promedio mensual aproximado de 554,93 kWh.

3.2. DATOS TÉCNICOS DEL SISTEMA

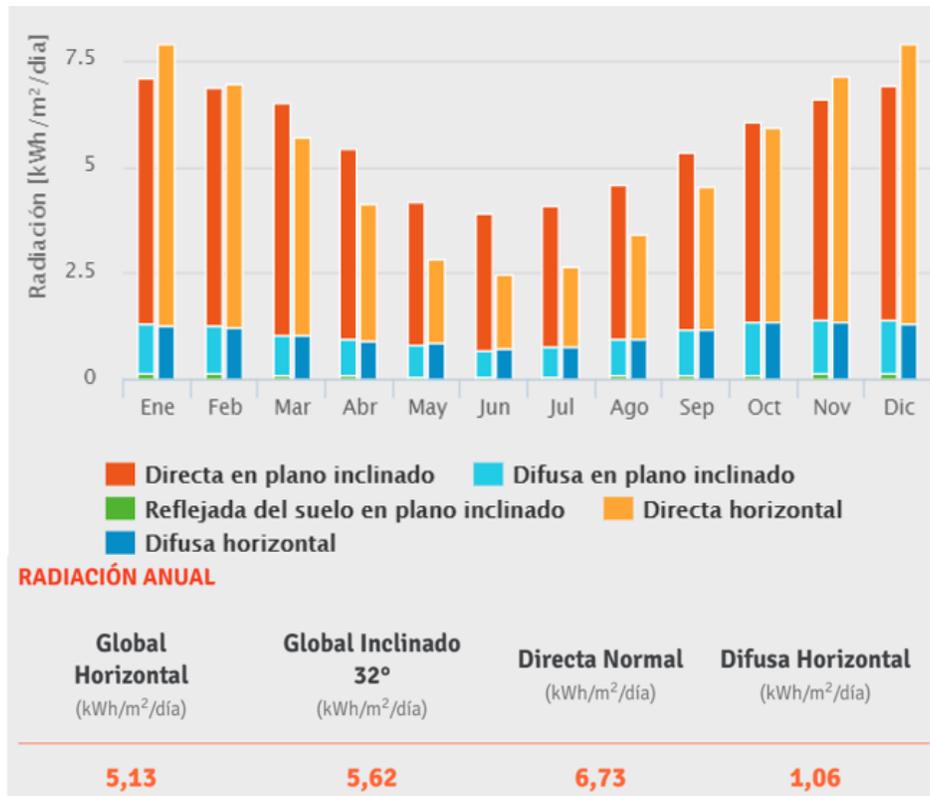
3.2.1. Detalles de los paneles solares fotovoltaicos

El sistema fotovoltaico debe poder entregar una potencia constante y confiable, es decir, que lo medido en terreno sea próximo a lo calculado teóricamente, es por ello que, es importante utilizar paneles que proporcionen una alta eficiencia. Los paneles con esa prestación serian del tipo monocristalino, debido a su rendimiento directo del 15 al 20 %, valor superior a de las células solares policristalino y amorfo. Los paneles fotovoltaicos que se utilizarán son de la marca Ulica solar y modelo UL-320M-60 y las características principales son las siguientes:

- Potencia máxima (Pmax) = 320 W
- Corriente nominal (In) = 9,64 A
- Voltaje nominal (Vn) = 33,2 V
- Voltaje circuito abierto (Voc) = 40,7 V
- Corriente corto circuito (Isc) = 10,05 A

Es necesario conocer la radiación solar exactamente donde se instalarán los paneles solares, para determinar la cantidad de horas solar pico promedio durante el año. Entonces en la figura 3-1., se puede observar un gráfico y el valor promedio de horas solar pico que la propiedad

recibe durante un año. La página web <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/> del ministerio de energía, es quien se encarga de entregar el valor de radiación solar a lo largo del país y como técnico instalador, tener un resultado localizado.



Fuente: <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>

Figura 3-1. Radiación solar anual y promedio diario

Ya teniendo los datos necesarios, el número de paneles solares fotovoltaicos a utilizar para reducir el consumo energético en un aproximado de 20% mensualmente, se resuelve mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}P_v = \frac{FS \times \text{Energía [kWh/mes]} \times 1000}{30 \text{ días} \times HSP \times W_p}$$

$$N^{\circ}P_v = \frac{1,3 \times 560 \text{ [kWh/mes]} \times 1000}{30 \text{ días} \times 5,5 \times 320} = 13,78 \approx 14$$

Dónde:	$N^{\circ}P_v$ =	Numero de paneles solares
	FS =	Factor de seguridad
	HSP =	Horas solar pico diario
	W_p =	Watt pico del panel

Primero, el factor de seguridad internaliza factores de temperatura en los paneles, la eficiencia del inversor y perdidas en general del sistema fotovoltaico.

Segundo, se utiliza la radiación global inclinado de 32°, aprovechando que las inclinaciones de los tejados de la propiedad poseen dicha inclinación, información verificada el 29 de abril del 2020, día de la visita a terreno. Se estima un valor aproximado a 5,5 horas solar pico por día.

Tercero, el valor de energía que se espera producir con los paneles seleccionados será de 560 kWh/mes, vale decir un 20,18 % de la potencia promedio mensual que se consume actualmente en la propiedad.

Según el cálculo realizado anteriormente, la cantidad de paneles a utilizar serian catorce. Debido a que se considera solo las horas solar pico, donde el panel pueda llegar a entregar 320 W_p .

Utilizando catorce paneles, el sistema asegura un mínimo de 560 kWh/mes, lo que no interviene con posteriores cálculos de ahorro monetario para el cliente.

3.2.2. Detalles del inversor on-grid inyección cero

El segundo elemento para esta instalación es el inversor tipo on-grid sin inyección a la red, este se debe ajustar a las características de los paneles fotovoltaicos.

En primer lugar, el inversor debe soportar la potencia máxima que pueda ser generada por los paneles solares, dejando un porcentaje de margen de potencia, esto evita que el equipo trabaje a su potencia máxima y reduzca su vida útil. Esto se determina mediante el siguiente cálculo:

$$P_{\text{inversor}} = W_p \times N^{\circ}P_v$$

$$P_{\text{inversor}} = 320 W_p \times 14 = 4.480 W$$

En segundo lugar, el inversor deber tolerar el voltaje máximo en corriente continua que los paneles fotovoltaicos puedan llegar a entregar. Este voltaje máximo se determina con la siguiente fórmula:

$$V_{\text{máxDC}} = V_{OC} \times N^{\circ}P_v$$

$$V_{\text{máxDC}} = 40,7 V \times 14 = 569,8 V$$

Considerando la potencia máxima que podrán entregar los paneles fotovoltaicos, el voltaje máximo en corriente continua y el margen de potencia para no reducir la vida útil del equipo, se determina utilizar un inversor on-grid sin inyección a la red de marca Fronius, modelo Primo 5.0-1, el cual posee las siguientes características técnicas:

- Potencia de entrada máxima C.C = 7,5 kW
- Voltaje de entrada máximo C.C = 1000 V
- Voltaje de arranque C.C = 80 V
- Rango de voltaje en MPPT = 80 V- 800 V
- Números de string MPPT = 2
- Corriente máxima por MPPT = 12 A

- Potencia máxima de salida C.A = 5 kW
- Voltaje nominal en C.A = 220 V
- Corriente nominal en C.A = 21,7 A

Los valores proporcionados anteriormente se extrajeron de la ficha técnica del equipo que se utilizará en el sistema fotovoltaico y son de utilidad para saber el conexionado que se debe realizar.

Las características detalladas anteriormente denotan ser óptimas para las características del panel solar que se utilizará, ya que, los valores calculados no superan los límites del equipo inversor.

Cabe destacar que utilizando este inversor se puede ampliar la instalación fotovoltaica en un futuro, hasta 4 paneles más por MPPT (Maximum Power Point Tracker).

3.2.3. Conexión del sistema fotovoltaico

Es importante realizar una correcta conexión de los paneles fotovoltaicos entre sí y hacia el inversor, con el objetivo de no superar los límites de operación del inversor, para no dañarlo.

Observando la corriente máxima por strings MPPT que es 12 A y la corriente nominal en los paneles de 9,64 A, se debe diseñar un conexionado de los paneles solares de tal forma que no superen la corriente del string. En base a que la corriente en un circuito serie se mantiene y el voltaje se suma, la conexión óptima sería enlazar siete paneles en serie para un string y siete paneles en serie para otro string, obteniendo por MPPT 232,4 V.

Entonces, con esa conexión se mantiene un valor de corriente inferior a 12 A y un valor de voltaje superior a 80 V e inferior a 800 V.

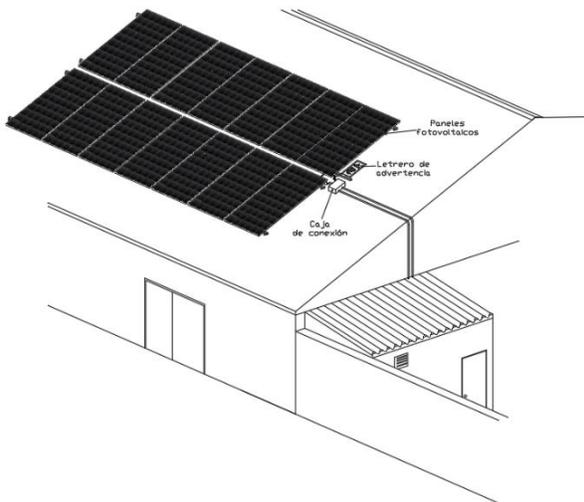
3.2.4. Montaje del sistema fotovoltaico

El montaje de los paneles fotovoltaicos debe ser: Primero, orientado al norte y en ángulo de 32°, con el propósito de aprovechar la radiación solar, segundo, instalado cerca del inversor, para evitar caídas de tensión en corriente continua (C.C) en el conductor eléctrico. Por último,

verificar que la estructura donde se montarán los paneles solares se encuentre sin oxidación y puntos débiles.

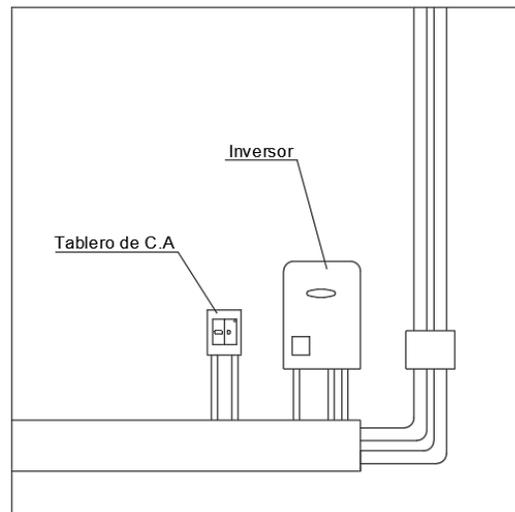
El lugar predilecto para instalar los catorce paneles fotovoltaicos es sobre la techumbre de 32° de inclinación del local comercial de zumba que está al lado de la sala eléctrica donde se ubicará el inversor. La distancia entre los paneles y el inversor no supera los 6 m, lo que permite una caída de tensión reducida.

El material de las cerchas del local, es madera y las calaminas que cubren a estas son de zinc acanaladas, ambos materiales con una edad de instalación de 3 años según informa el cliente, lo cual permite una correcta instalación disminuyendo el deterioro acelerado de la estructura de los paneles debido al buen estado de la techumbre.



Fuente: Elaboración propia mediante el software AutoCAD

Figura 3-2. Montaje físico de los paneles fotovoltaicos



Fuente: Elaboración propia mediante el software AutoCAD

Figura 3-3. Montaje físico del inversor y tablero de C.A.

3.2.5. Conductores eléctricos

Los conductores eléctricos a utilizar serán de dos tipos, en primer lugar, los conductores de corriente continua que permitirán el conexionado entre los paneles y de los paneles hacia el inversor, en segundo lugar, el conductor de corriente alterna, los cuales se utilizarán para realizar la posterior conexión desde el inversor hacia el tablero de distribución fotovoltaico.

3.2.5.1. Conductores eléctricos en C.C

Los conductores eléctricos que conectarán los paneles solares en serie hacia el inversor, son de corriente continua, y se establece su sección nominal según la corriente máxima que circulará por ellos o la corriente máxima que soporta el string donde se conecte.

$$I_{\text{máx}} = I_{\text{cc}} \times N^{\circ} \text{ string}$$

$$I_{\text{máx}} = 12 \times 2 = 24 \text{ A}$$

$$\text{Cap. trans. conductor CC} = FS \times I_{\text{max}}$$

$$\text{Cap. trans. conductor CC} = 1,25 \times 24 \text{ A} = 30 \text{ A}$$

donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito de cada string

$N^{\circ} \text{ string}$ = número de strings

$I_{\text{inv. máx}}$ = corriente inversa máxima

FS = factor de seguridad

$I_{\text{máx}}$ = corriente máxima

Capacidad de transporte del conductor

La capacidad mínima de corriente que debe soportar el conductor debe ser de 30 A, por lo tanto, un conductor de 4 mm² será óptimo para esta instalación, ya que, presenta las siguientes características:

- V_{máx}: 1,8 kV
- In al aire libre: 55 A
- In en ducto: 44 A
- Resistencia UV: Excelente

3.2.5.2. Conductores eléctricos en C.A

A la salida del inversor, la corriente es alterna, por lo tanto, los conductores eléctricos deben presentar características específicas para considerarlos óptimos en la instalación. El inversor entrega una potencia activa de 5kW y trabaja a una tensión nominal de 220 V, en consecuencia, la corriente nominal que circulará por el conductor será de 21,7 A.

Observando la figura 2-8., el conductor del tipo THHN calibre 12 AWG (3,31 mm²) soporta una corriente de 30 A en ducto y la caída de tensión que presentará será de 1,41 V, según:

$$V_p = \frac{\rho_{Cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times 6 \text{ m} \times 2 \times 21,7 \text{ A}}{3,31 \text{ mm}^2} = 1,41 \text{ V}$$

Entonces, se resuelve utilizar THHN 12 AWG, porque la caída de tensión es inferior al 3% (6,6) como exige la NCh Elec 4/2003 y la corriente que soporta es superior a la corriente nominal que circulará.

3.2.6. Protecciones eléctricas

En cuanto a la implementación de protecciones eléctricas, se considera oportuno referirse a la norma RGR 2/2017 sobre diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, punto 13.14:

Las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red, en el lado de corriente alterna, deberán contar con una protección diferencial e interruptor general magnetotérmico bipolar, para el caso de las instalaciones monofásicas o tetrapolar para el caso de las instalaciones trifásicas, con intensidad

de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. (S.E.C, 2017, p.15).

Además, la misma norma señala en el punto 12,7 que:

Las protecciones de sobre intensidad indicadas en el punto 12,6, podrán omitirse solo cuando la unidad de generación este conformada por un máximo de dos string, conectados en forma directa al inversor, siempre que la suma de la corriente máxima de los string, no excede la capacidad de corriente del conductor y no exceda la corriente máxima inversa de los módulos (S.E.C, 2017, p.16).

Según lo señalado anteriormente y las características del inversor descritas en el punto 3.2.3, primero, no es necesario instalar protecciones en corriente continua, ya que, el inversor internamente posee las protecciones necesarias para eso.

Segundo, se define el protector diferencial e interruptor magnetotérmico bipolar.

Al saber que la corriente nominal que circulará por el conductor de corriente alterna es de 22,7 A, se determina que el dispositivo adecuado para proteger los conductores y al circuito debe ser una protección con valor comercial de 25 A, la protección diferencial debe poseer la misma intensidad nominal con 30 mA de sensibilidad.

Sin embargo, no puede ser cualquier tipo de protección diferencial, esta debe ser capaz de detectar los defectos de componentes de señal alterna y continua. Dicho lo anterior, la protección diferencial adecuada a utilizar es de tipo F (Ex Hpi) de la marca Legrand o de calidad similar.

3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO

3.3.1 Inversión inicial

Dado que implementar un sistema fotovoltaico conlleva un gasto monetario significativo, en la siguiente figura se detallan los costos asociados a materiales para la fabricación del sistema, con el objetivo de conocer el valor total en pesos chilenos (CLP), para un posterior análisis del tiempo en que se recuperaría la inversión inicial.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
9	SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID				
9.1	Panel Solar 320 Wp (Esol)	un	14	\$ 83.125	\$ 1.163.750
9.2	Riel Al 4200 mm	un	7	\$ 15.000	\$ 105.000
9.3	Conector unión rieles	un	24	\$ 1.100	\$ 26.400
9.4	Conector fijación techo a costanera	un	12	\$ 3.700	\$ 44.400
9.5	Conector terminal 35-40 mm (final de paneles)	un	8	\$ 700	\$ 5.600
9.6	Caja metálica con tapa 150x100x100 sin perforaciones (dartel)	un	2	\$ 14.641	\$ 29.282
9.7	Conduit rígido galvanizado EMT 1"	un	6	\$ 7.100	\$ 42.600
9.8	Uniones no roscadas EMT 1"	un	4	\$ 2.500	\$ 10.000
9.9	cable solar 4mm2, 26m (13 rojo + 13 negro)	mts	26	\$ 900	\$ 23.400
9.10	Conectores MC4 (par)	un	12	\$ 1.000	\$ 12.000
9.11	Inversor Fronius Primo 5,0-1 On-Grid, inyección cero	un	1	\$ 914.965	\$ 914.965
9.12	Cable revíflex RV-K 1x2,5mm2	mts	10	\$ 1.200	\$ 12.000
9.13	barra toma a tierra 5/8" x 1,5 mts largo	un	1	\$ 10.000	\$ 10.000
9.14	Cinta aisladora roja+negra	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
9.15	tornillos y tarugos	un	1	\$ 30.000	\$ 30.000
9.16	Tablero plástico sobrepuesto IP65 para 6 módulos	un	1	\$ 11.400	\$ 11.400
9.17	TM 2x25A, 10kA, curva C	un	1	\$ 8.000	\$ 8.000
9.18	Protector diferencial HPI 2x25A, 30mA	un	1	\$ 53.000	\$ 53.000
9.19	Prensa estopa	un	8	\$ 290	\$ 2.320
sub-total I					\$ 2.507.117

Fuente: Elaboración propia mediante planilla Excel

Figura 3-4. Presupuesto de materiales del sistema On grid 5 kW

La figura anterior detalla los valores específicos según materiales a utilizar, resultando un sub total de 2.507.117 CLP y un total final con IVA (Impuesto al valor agregado) de 2.983.469 CLP. Estos valores han sido cotizados con fecha 29 de julio de 2020 y se utilizarán para el posterior cálculo de ahorro monetario anual.

3.3.2. Ahorro del consumo energético

El utilizar un sistema fotovoltaico genera beneficios, tanto monetarios, como medioambientales. Ya que, por una parte, el consumo de energía generada por el sistema fotovoltaico, no será consumido de la red eléctrica, en este caso suministrada por la empresa CHILQUINTA, que para una tarifa BT-4.3 el valor del kW/h es de 55,47 CLP. Y por otra parte los 560 kW/h que generará el sistema mensualmente, reducirá anualmente 2,847 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), según el reporte generado por el explorador solar del Ministerio de Energía.

Dicho lo anterior el ahorro anual se establece mediante la siguiente operación matemática:

$$Ahorro_{Energía} = Valor\ de\ tarifa \times Energía\ generada \times 12\ meses$$

$$Ahorro_{Energía} = 55,47 \frac{CLP}{kWh} \times 560\ kWh \times 12\ meses = 372.758,4\ CLP$$

El valor en CLP del kWh proporcionado por el reporte del explorador solar del Ministerio de Energía, con fecha de 29 de julio de 2020, considera que “no hay excedentes inyectados a la red, sino que todo se auto consume” (Explorador solar, 2020).

Entonces, al conocer el valor de ahorro monetario en CLP anual, se proyecta un tiempo de recuperación de lo invertido inicialmente según se muestra en la siguiente fórmula:

$$Periodo\ de\ retorno = \frac{Costo\ inversión}{Ahorro\ energía}$$

$$Periodo\ de\ retorno = \frac{\$2.983.469}{\$372.758,4} = 8\ años$$

3.3.3. Rentabilidad del sistema

De acuerdo a lo calculado en el punto anterior, la inversión inicial en base a los kWh que se generarán, el periodo de retorno será de ocho años, el cual permite estatuir que dicho retorno de dinero está dentro de un periodo aceptable, considerando que la vida útil de los paneles e inversor es de 20 años.

Cabe destacar, que los paneles fotovoltaicos y el inversor posterior a 20 años, no dejarán de producir energía, si no que reducirán su eficiencia, sin embargo, será suficiente para seguir ahorrando en consumo energético de la red.

Posterior a los ocho años, todo lo que genere el cliente, será ganancia para él, específicamente 4.473.100 CLP, comprendidos en 12 años. Además, al mismo tiempo, la reducción de emisión de CO₂ será de aproximadamente 34,48 toneladas.

En síntesis, instalar el sistema fotovoltaico, no solo reduce el consumo energético y monetario, sino también ayuda a reducir las emisiones de CO₂ por consumir energía de la red eléctrica.

CAPÍTULO 4: TRÁMITES LEGALES Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

4. TRÁMITES LEGALES Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO

4.1. TRÁMITES LEGALES

Al proyectar una instalación eléctrica se debe considerar los trámites que se realizarán ante los organismos fiscalizadores y empresa suministradora, dado que hay gastos económicos involucrados al realizarlos y son parte de una instalación que cumple con las normas eléctricas vigentes.

4.1.1. Solicitud de aumento de potencia y cambio de tarifa

Al realizar este proyecto eléctrico se obtiene un aumento en la potencia instalada, puesto que se proyectan más elementos de consumo energético. Actualmente existe una potencia contratada de 6 kW y la nueva potencia a contratar a la empresa distribuidora es de 77 kW según cálculos matemáticos. Al realizar este aumento de potencia la compañía CHILQUINTA factura un valor de instalación de 377.538 CLP, ya que deben instalar los conductores de acometida aérea que soporten la corriente requerida por la propiedad hacia el empalme.

Además, se debe solicitar un cambio de tarifa acorde a la potencia contratada, dado que la tarifa actual es la BT-1, tarifa simple para clientes residenciales con potencia conectada inferior o igual a 10 kW. La tarifa que se proyecta contratar es la BT-4.3, tarifa que mide mensualmente la energía total consumida, la demanda máxima de potencia leída en horas de punta y la demanda máxima de potencia suministrada, se opta por esta tarifa debido a su conveniencia, ya que cada energía consumida se mide, o sea, dicho en palabras más simples, si no se consume no se cobra. El precio por kWh en hora punta es cuatro veces mayor al precio de demanda máxima, este horario comienza desde 18:30 horas hasta las 22:00 todos los días, entre el 1 de abril y 30 de septiembre.

Dicho lo anterior, se torna como tarifa conveniente para el cliente, ya que los locales comerciales presentan horarios de trabajo entre las 04:00 am y 18:00 pm de lunes a sábado.

4.1.2. Declaración de la instalación

La S.E.C emite a los propietarios de una instalación eléctrica un documento llamado Declaración de Instalación Eléctrica Interior TE-1, el cual debe llenar con la información solicitada el instalador eléctrico autorizado, además, junto al TE-1 se debe adjuntar los planos eléctricos de la instalación y memoria explicativa, todo este proceso tiene un costo monetario de 100.000 CLP.

4.2. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Los materiales a cotizar para el presente proyecto, son los que se han descrito técnicamente en el capítulo 2. Los siguientes presupuestos corresponden a valores obtenidos de las empresas Vitel, Esol, Sodimac Homecenter, Dartel, Rhona y TecnoRed.

4.2.1. Costo total de materiales

A continuación, se detallan los sub totales de los elementos correspondientes a cada sector de la propiedad que será modificado:

LUGAR DE APLICACIÓN	SUB-TOTAL	VALOR
Local comercial comida rápida	A	\$ 442.642
Local comercial panadería	B	\$ 462.665
Local comercial de zumba	C	\$ 392.356
Casa habitación	D	\$ 360.758
Sala control de bombas	E	\$ 217.589
Exterior de casa y controlador de riego	F	\$ 125.025
Sala eléctrica	G	\$ 2.262.290
Local panadería semi industrial	H	\$ 2.091.864
Sistema fotovoltaico on-grid inyección cero	I	\$ 2.507.117
Materiales generales	J	\$ 203.787
Total materiales		\$ 9.066.093

Fuente: Elaboración propia mediante planilla Excel

Figura 4-1. Costo de materiales a utilizar

Para cada lugar de aplicación los materiales a utilizar que requieran certificación para su uso, cumplen con este requisito a fin de garantizar la mayor seguridad para los usuarios y los equipos.

Realizando la sumatoria del “sub-total A” hasta el “sub-total J”, se obtiene un costo total de materiales de 9.066.093 CLP sin Impuesto al Valor Agregado (IVA).

4.2.2. Costo total mano de obra

Para ejecutar este proyecto eléctrico se requieren trabajadores capacitados que monten los equipos, las canalizaciones, los conductores y los artefactos proyectados en un tiempo calculado de 52 días en base a la carta Gantt diseñada (anexo N).

En la siguiente figura, se observa el profesional que trabajará, el valor en CLP por día que obtendrá por su trabajo y los días que laborará.

MANO DE OBRA				
TRABAJADORES	PROFESIONAL	VALOR DÍA	DÍAS TRABAJADOS	VALOR TOTAL
1	Técnico Electricista 1	\$ 35.000	52	\$ 1.820.000
2	Técnico Electricista 2	\$ 35.000	52	\$ 1.820.000
3	Ayudante electricista 1	\$ 20.000	6	\$ 120.000
4	Ayudante electricista 2	\$ 20.000	6	\$ 120.000
5	Ayudante electricista 3	\$ 20.000	6	\$ 120.000
6	Ayudante electricista 4	\$ 20.000	6	\$ 120.000
sub-total				\$ 4.120.000

Fuente: Elaboración propia mediante planilla Excel

Figura 4-2. Costo mano de obra

Primero que todo, para ejecutar el proyecto se estiman seis trabajadores (dos técnicos electricistas y cuatro ayudantes electricistas), estos últimos serán de apoyo para la instalación

eléctrica de los locales comerciales de comida, panadería y zumba, debido que se espera interrumpir el proceso productivo de estos locales comerciales el menor tiempo posible, seis días se contemplan para realizar dicha labor. El montaje en el resto de lugares lo realizarán los técnicos electricistas.

Segundo, el valor por día se determina ante la valorización de trabajo de mano de obra en el mercado actual a fecha de 4 de agosto de 2020.

Por último, este ítem suma la cantidad en CLP de 4.120.000.

4.2.3. Costo total de gastos generales

Otro gasto que se considera al proyectar una instalación eléctrica son los gastos generales, que incluye el desgaste y/o arriendo de herramientas, los trámites legales, imprevistos y gastos generales propiamente tal.

Primero, se genera un sub-total A, que suma el costo total de materiales y el costo total de mano de obra obteniendo un valor de 13.186.093 CLP.

Segundo, se considera un 7% del sub-total A para los gastos asociados a equipos y herramientas, ya sea para arrendarlas o renovarlas posterior al trabajo, debido al desgaste que sufren.

Tercero, se estima un 5% del sub-total A para acontecimientos de naturaleza impredecible, por ejemplo, el hurto de materiales, traslados no considerados, entre otros.

Cuarto, los gastos generales hacen referencia a gastos relacionados con combustible para transporte, firma ante S.E.C y equipos de protección personal que utilizarán los trabajadores durante los 52 días de trabajo y comprende un 7% del sub-total A.

Por último, el valor de trámites legales suma el precio que la compañía suministradora de energía factura por aumento de potencia y cambio de tarifa.

Realizando una sumatoria de lo mencionado anteriormente se obtiene un sub-total B de valor 2.488.496 CLP, como se ilustra en la figura 4-3.

Materiales	\$	9.066.093
Mano de obra	\$	4.120.000
Sub-total A		\$ 13.186.093
Equipos y herramientas 7%	\$	923.027
Tramites legales	\$	477.538
Gastos generales 7%	\$	634.627
Imprevistos 5%	\$	453.305
Sub-total B		\$ 2.488.496

Fuente: Elaboración propia mediante planilla Excel

Figura 4-3. Valores monetarios de sub-totales

4.2.4. Costo total utilidad

Con fecha 4 de agosto de 2020, el costo de utilidad en el área de la electricidad, se encuentra entre un margen del 30% al 40%, es por ello que para este proyecto se ha considerado el mínimo de este rango, siendo un 30% de la sumatoria de los sub totales A y B, porcentaje que corresponde a 4.702.377 CLP sin IVA.

4.2.5. Costo final del proyecto

En primer lugar, el proyecto eléctrico diseñado que se espera implementar bajo la normativa NCh Elec 4/2003, presenta un valor de ejecución total de 20.383.625 CLP sin IVA. En segundo lugar, el costo del IVA corresponde al 19% del valor neto, siendo este 3.872.889 CLP. Finalmente, la sumatoria entre el valor de ejecución y el costo del IVA, resulta un total de 24.256.514 CLP, equivalente a 846,244 UF al día 4 de agosto del 2020, como costo final del proyecto.

Valor Neto \$	20.383.625
IVA 19% \$	3.872.889

TOTAL CLP \$	24.256.514
TOTAL UF	846.244

Valor UF al 4 de agosto, 2020	\$28.663,74
--------------------------------------	--------------------

Fuente: Elaboración propia mediante planilla Excel

Figura 4-4. Costo final del proyecto

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resumiendo lo planteado en los capítulos del presente proyecto, se realizó una inspección visual de las instalaciones eléctricas de la propiedad, con el fin de evidenciar los problemas a resolver. Las múltiples insuficiencias constatadas incumplían la Norma Eléctrica Chilena, por ello las herramientas utilizadas a fin de dar soluciones técnicas y profesionales fueron diversos softwares que permiten la creación de plantas y diagramas eléctricos, seleccionando los materiales adecuados para otorgar una mayor seguridad a los usuarios. Es por esto, que se deduce que los objetivos planteados fueron resueltos satisfactoriamente, debido a que se logró diseñar una instalación eléctrica bajo normativa vigente, respondiendo a las necesidades y solicitudes expuestas por el cliente.

En conclusión, dar solución a instalaciones eléctricas en condiciones de riesgos inseguras es de vital importancia, ya que protegen a los usuarios que las operan y permiten resguardar el entorno en que han sido montadas, por estas razones se sugiere lo siguiente:

- Implementar el presente proyecto a la brevedad por personal calificado, a fin de evitar un incidente y/o accidente.
- Utilizar los materiales sugeridos o de iguales características para no comprometer la seguridad de las instalaciones eléctricas.
- Realizar mantenciones preventivas periódicas y/o correctivas por profesionales en la materia una vez realizadas las regularizaciones a la propiedad.

En relación a la generación de energía por el sistema fotovoltaico, se recomienda que en caso de ser instalado se vuelvan a realizar los cálculos monetarios respectivos, con el propósito de obtener un costo total actualizado relacionado al consumo energético de la propiedad a fecha de una posible implementación.

Finalmente, la implementación de una instalación eléctrica que garantice una completa seguridad en su funcionamiento, debe poseer una malla de puesta a tierra que evite una tensión de contacto y paso peligroso, en una posible condición de falla. Por lo que se sugiere que

profesionales especializados en el área realicen las mediciones correspondientes con el propósito de diseñar la malla de puesta a tierra, previamente a la ejecución del presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Boylestad, R. (2011). Introducción al análisis de circuitos. *PEARSON EDUCACIÓN*. ISBN: 978-607-32-0584-9.

Corral, M. (2013). Certificación de Instalaciones Eléctricas de Consumo. Reunión de colaboración S.E.C – IST para bajar la accidentabilidad por causas eléctricas en el ámbito laboral en Chile. (1-19 p.) Santiago: Chile. Recuperado de <http://www.ist.cl/reunion-colaboracion-sec-ist-bajar-la-accidentabilidad-causas-electricas-ambito-laboral-chile/>

DECRETO SUPREMO 594 del 2000 [con fuerza de ley]. Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. 15 de septiembre de 1999. D.O. No. 10

LEY 18.410 de 1985. Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles. 26 de abril de 1985. D.O. No. 22 de mayo 1985

Muñoz, C. (Sin fecha). Estudio de accidentes eléctricos y peligro de arco eléctrico. Introducción a la norma NFPA 70E. ACHS. https://www.achs.cl/portal/centro-de-noticias/Documents/Estudio_de_accidentes_electricos_y_peligro_del_arco_electrico.pdf

Ministerio de Energía. (29 de julio del 2020). Explorador solar. <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>

Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (1984). Elaboración y presentación de proyectos (NCh Elec. 2/84). <https://documentos.arq.com.mx/Detalles/36181.html>

Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2003). Instalaciones de consumo en baja tensión (NCh Elec. 4/2003). http://www.prospectiva.cl/images/Norma4/norma4_completa.pdf

Superintendencia de Electricidad y Combustibles. (2017). Diseño y ejecución de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red (RGR. 2/2017). https://www.sec.cl/sitio-web/wp-content/uploads/2019/07/RGR_02_INSTRUCCION_TECNICAV5.pdf

ANEXO A**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA CASA HABITACIÓN****Cálculos de los alimentadores y protecciones de la casa interior y exterior****T.D.A.1:**

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{2562 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 12,52 \text{ A}$ $P_{cto} = 16A$
- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{2700 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,19 \text{ A}$ $P_{cto} = 16A$
- Circuito 3: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{1500 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 7,33 \text{ A}$ $P_{cto} = 10A$

T.D.A.2:

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{377 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 1,84 \text{ A}$ $P_{cto} = 2A$
- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{750 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 3,66 \text{ A}$ $P_{cto} = 6A$
- Circuito 3: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 0,48 \text{ A}$ $P_{cto} = 1A$
- Circuito 4: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 0,73 \text{ A}$ $P_{cto} = 1A$

T.G.aux.1:

- Circuito 6: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 0,73 \text{ A}$ $P_{cto} = 1A$

Sección del conductor eléctrico del circuito 2 del T.D.A.1:

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 16 A}{6,6 V} = 1,75 mm^2$$

Sección comercial según figura 2-4. = 2,81 mm² = 14 AWG

Con la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida sea inferior al 3% como indica la NCh Elec 4/2003.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 16 A}{2,81 mm^2} = 4,09 V$$

Voltaje de Pérdida

Ya que, es la mínima sección que se puede utilizar y el voltaje de pérdida no supera los 6,6 V, se considera una sección adecuada para el circuito con mayor corriente, se diseñan todos los circuitos recién calculados con este conductor.

Alimentador T.D.A.2:

$$I_A = \Sigma I_{ctos T.D.A.2}$$

$$I_A = 1,84 A + 3,66 A + 0,48 A + 0,73 A$$

$$I_A = 6,71 A$$

Dónde: I_a = Corriente del alimentador

$\Sigma_{Ictos T.D.A.2}$ = Sumatoria de las corrientes de los ctos del T.D.A.2

La protección general para este tablero se determina observando la figura 2-3., utilizando la corriente I_a .

$$P_G = 6,71 A = 10 A$$

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 10 A}{6,6 V} = 1,09 mm^2$$

La sección mínima como se indica en el punto 2.2, debe ser de 2,5 mm².

Sección comercial según figura 2-4. = 2,5 mm² = 3,3 mm² = 12 AWG.

Mediante la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida sea inferior al 3% como indica en el punto 2.2.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 10 A}{3,31 mm^2} = 2,17 V$$

Debido que el voltaje de pérdida es inferior al 3% del voltaje nominal, se considera una sección óptima para alimentar el Tablero de Distribución de Alumbrado 2.

Alimentador T.G. aux 1:

$$I_R = 19,22 A$$

$$I_S = 20,34 A$$

$$I_T = 13,92 A$$

Dónde: I_R = Corriente en la fase R

I_S = Corriente en la fase S

I_T = Corriente en la fase T

La protección general comercial para el T.G.aux.1 se determina visualizando la figura 2-3 y la corriente de la fase T.

$$I_s = 20,34 A \quad P_G = 3 \times 25A$$

Se utiliza la fase con mayor corriente para calcular el alimentador al T.G.aux.1.

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 15 m \times 1 \times 25A}{11,4 V} = 0,59 mm^2$$

La sección mínima como se indica en el punto 2.2, debe ser de 2,5 mm².

Sección comercial según figura 2-4. = 2,5 mm² = 3,31 mm² = 12 AWG.

Al ser cinco conductores dentro de un ducto (fase 1 (R), fase 2 (S), fase 3 (T), Neutro (N) y Tierra), se aplica un factor de corrección según tabla N° 8.8., por lo tanto, se aplica de la siguiente forma:

$$I = I_{tabla} \times f_n = 36A \times 0,8 = 28,8 A$$

Además, se aplica la siguiente fórmula para comprobar que no posea con un voltaje de pérdida mayor al indicado en el punto 2.1.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 15 m \times 1 \times 25 A}{3,31 mm^2} = 2,039 V$$

El resultado de la operación anterior, al ser menor que el valor que exige la NCh Elec 4/2003, se considera apto para ser utilizado.

El alimentador del Tablero General auxiliar 1, o, dicho de otra forma, el alimentador general de la casa habitación, tendrá una sección de 3x12 AWG.

Cálculos de los alimentadores y protecciones de la sala de control de bombas

T.D.F:

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{1276 W}{220 V \times 0,93} = 6,23 A$; $I_n \times f_d = 6,23 \times 0,9 = 5,61 A$
- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{1298 W}{220 V \times 0,93} = 6,34 A$; $I_n \times f_d = 6,34 \times 1,4 = 8,876 A$

T.D.A.3:

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{52 W}{220 V \times 0,93} = 0,25 A$ $P_{cto} = 1A$
- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V} = \frac{36 W}{220 V \times 0,93} = 0,18 A$ $P_{cto} = 1A$

Dónde: I_n = Corriente nominal

P = Potencia absorbida

V = Voltaje nominal

f_d = Factor de dimensionamiento (Tabla N°12.28, NCh Elec 4/2003)

Teniendo en cuenta la corriente de arranque de estos motores se aplica un factor de 1,25 la corriente nominal.

$$P_{cto1} = I_n \times 1,25 = 6,23 \times 1,25 = 7,78 A = 10A$$

$$P_{cto1} = I_n \times 1,25 = 6,34 \times 1,25 = 7,925 A = 10A$$

Sección del conductor eléctrico del circuito 2 del T.D.F:

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 4 m \times 2 \times 10 A}{6,6 V} = 0,22 mm^2$$

Sección comercial según figura 2-4. = 2,81 mm² = 14 AWG

Con la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida sea inferior al 3% como indica la NCh Elec 4/2003.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 4 m \times 2 \times 10 A}{2,81 mm^2} = 0,51 V$$

Ya que, es la mínima sección que se puede utilizar y el voltaje de pérdida no supera al 3%, se considera una sección adecuada para el circuito con mayor corriente entre las dos bombas, se diseña el circuito 1 y 2 recién calculado con este conductor.

Alimentador T.D:

$$I_A = (f_d \times I_{nm}) + (I_{cto1 T.D.F} \times f_d) + \Sigma I_{ctos T.D.A.3} + I_{cto T.C}$$

$$I_A = (1,25 \times 6,23 A) + (6,34 A \times 0,9) + (0,25 A + 0,17 A) + (2A)$$

$$I_A = 15,91 A$$

Dónde: I_a = Corriente del alimentador

$I_{cto1 T.D.F}$ = Corriente del circuito 1 del T.D.F

f_d = Factor de dimensionamiento (Tabla N°12.28, NCh Elec 4/2003)

$\Sigma I_{ctos T.D.A.3}$ = Sumatoria de las corrientes de los ctos. del T.D.A.3

$I_{cto T.C}$ = Corriente del circuito 1 del T.C

La protección comercial para este tablero (T.D) se determina observando la figura 2-3., y la corriente I_A , ya que, esta corriente presenta factores de dimensionamiento.

$$P_G = 15,91 A = 20 A$$

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 25 m \times 2 \times 20 A}{6,6 V} = 2,72 mm^2$$

La sección mínima como se indica en el punto 2.2, debe ser de 2,5 mm².

Sección comercial según figura 2-4. = 2,5 mm² = 3,31 mm² = 12 AWG.

Mediante la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida sea inferior al 3% como indica en el punto 2.2.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 25 m \times 2 \times 20 A}{3,31 mm^2} = 5,43 V$$

Se utiliza la sección 12 AWG para alimentar el T.D, ya que cumple con la NCh Elec 4/2003.

Cálculos de canalizaciones

Utilizando la tabla N° 8.18 de la NCh Elec 4/2003 y la sección nominal de los conductores de cada circuito y subalimentador.

Los circuitos de los tableros T.D.A.1, T.D.A.2, T.D.A.3 y T.D.F comparten en común la cantidad de conductores (3) y la sección nominal de estos (2,81 mm). Por lo tanto, según tabla N° 8.18 la canalización ideal es de ¾" o 25 milímetros (mm).

Para comprobar que la sección nominal de la tubería es la óptima, tendríamos:

$$S = 2,81 mm \times 2 = 5,62 mm$$

$$20 mm = 100\%$$

$$5,62 mm = 22,48\%$$

Los tres conductores al interior del ducto ocupan el 33,72% de esta forma cumple lo indicado en la figura 1-12.

En el caso de los alimentadores para el T.D y T.D.A.2, comparten en común la sección nominal del conductor (3,31 mm) y la cantidad de conductores por ducto (3). Por ende, según la tabla N° 8.18 la canalización ideal es de ¾" o 25 milímetros (mm), no obstante, los conductores ocuparían el 44,8%, incumpliendo lo estipulado en la tabla N° 8.16 de la NCh Elec 4/2003.

Corrigiendo esto, se utiliza una tubería de 32 mm, obteniendo:

$$S = 11,2 \text{ mm}$$

$$32 \text{ mm} = 100\%$$

$$11,2 \text{ mm} = 35\%$$

El multiconductor al interior del ducto ocupa el 35% de esta, entonces cumple lo indicado en la figura 1-12.

Los conductores que alimentan el T.G.aux.1 son 5, fase 1 (R), fase 2 (S), fase 3 (T), Neutro (N) y Tierra. Todos con una sección de 3,31 mm. Para dicha sección se observa en la tabla N° 8.18 una tubería de ¾", pero estos ocuparían el 57,6% de la tubería, incumpliendo lo indicado en la tabla N° 8.16 de la NCh Elec 4/2003.

Se busca una tubería que brinde el espacio necesario y pueda cumplir lo estipulado en la NCh Elec 4/2003, siendo esta de 50 mm de diámetro.

$$S = 14,4 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} = 100\%$$

$$14,4 \text{ mm} = 28,8\%$$

Cálculos luminotécnicos

Para comenzar se debe calcular el índice del local (K), este es determinado mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L \times A}{h_m(L + A)}$$

Dónde: L = Largo del local

A = Ancho del local

h_m = Altura de la luminaria sobre el plano de trabajo

Índice del local

Conociendo el valor del índice del local, se procede a determinar el coeficiente de utilización. Con ayuda de la figura 2-5., se determina el porcentaje de reflexión del local a iluminar.

Cada luminaria posee en su ficha técnica una tabla de coeficiente de utilización propia, entonces se utiliza el valor calculado K y los coeficientes de reflexión que correspondan, para determinar el coeficiente de utilización a utilizar en la siguiente fórmula:

$$\phi_t = \frac{E_m \times L \times A}{f_m \times C_u}$$

Dónde: E_m = Iluminancia requerida

L = Largo del local

A = Ancho del local

f_m = Factor de mantenimiento

C_u = Coeficiente de utilización

Teniendo calculado el flujo luminoso total, solo resta dividir dicho resultado por el flujo luminoso de la luminaria a instalar para conocer la cantidad de luminarias que el local requiere, quedando:

$$N = \frac{\phi_t}{\phi_l * n^\circ}$$

Dónde: ϕ_t = Flujo total
 ϕ_l = Flujo luminoso de la luminaria
 N = Numero de luminarias
 n° = Cantidad de luces por luminarias

Este cálculo se aplica transversalmente en todos los cálculos luminotécnicos de este proyecto.

Sala eléctrica

$$K = \frac{2m \times 2m}{2,2m(2m + 2m)} = 0,45$$

Al ser un local de metal y suelo de cemento, posee los siguientes índices de reflexión:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,30

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.44	0.44	0.42	0.41	0.40	0.33	0.32	0.27	0.30	0.26	0.23	
0.80	0.53	0.50	0.52	0.50	0.49	0.41	0.39	0.34	0.37	0.33	0.29	
1.00	0.62	0.57	0.59	0.57	0.55	0.48	0.46	0.40	0.43	0.39	0.35	
1.25	0.70	0.64	0.67	0.64	0.62	0.54	0.52	0.47	0.49	0.45	0.41	
1.50	0.76	0.69	0.73	0.70	0.67	0.60	0.57	0.52	0.54	0.50	0.45	
2.00	0.85	0.76	0.82	0.78	0.74	0.68	0.64	0.60	0.61	0.57	0.52	
2.50	0.92	0.81	0.88	0.83	0.79	0.73	0.69	0.65	0.66	0.63	0.57	
3.00	0.96	0.84	0.92	0.87	0.82	0.77	0.73	0.69	0.70	0.66	0.61	
4.00	1.03	0.89	0.98	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.74	0.71	0.66	
5.00	1.07	0.92	1.02	0.95	0.89	0.85	0.81	0.78	0.77	0.75	0.69	

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Coefficiente de utilización: 0,42

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\varnothing_t = \frac{300lx \times 2m \times 2m}{0,85 \times 0,42} = 3361,344538 \text{ lm}$$

$$N = \frac{3361,344538 \text{ lm}}{3900 \text{ lm} \times 1} = 0,86 \approx 1$$

Se requiere una luminaria para iluminar de manera correcta la sala eléctrica.

Sala control de bombas

$$K = \frac{1,5m \times 1,9m}{2,2m(1,5m + 1,9m)} = 0,38$$

Al ser un local de metal y suelo de cemento, posee los siguientes índices de reflexión:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,30

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	
0.60	0.44	0.44	0.42	0.41	0.40	0.33	0.32	0.27	0.30	0.26	0.23	
0.80	0.53	0.50	0.52	0.50	0.49	0.41	0.39	0.34	0.37	0.33	0.29	
1.00	0.62	0.57	0.59	0.57	0.55	0.48	0.46	0.40	0.43	0.39	0.35	
1.25	0.70	0.64	0.67	0.64	0.62	0.54	0.52	0.47	0.49	0.45	0.41	
1.50	0.76	0.69	0.73	0.70	0.67	0.60	0.57	0.52	0.54	0.50	0.45	
2.00	0.85	0.76	0.82	0.78	0.74	0.68	0.64	0.60	0.61	0.57	0.52	
2.50	0.92	0.81	0.88	0.83	0.79	0.73	0.69	0.65	0.66	0.63	0.57	
3.00	0.96	0.84	0.92	0.87	0.82	0.77	0.73	0.69	0.70	0.66	0.61	
4.00	1.03	0.89	0.98	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.74	0.71	0.66	
5.00	1.07	0.92	1.02	0.95	0.89	0.85	0.81	0.78	0.77	0.75	0.69	

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Coefficiente de utilización: 0,42

Factor de mantenimiento: 0,85

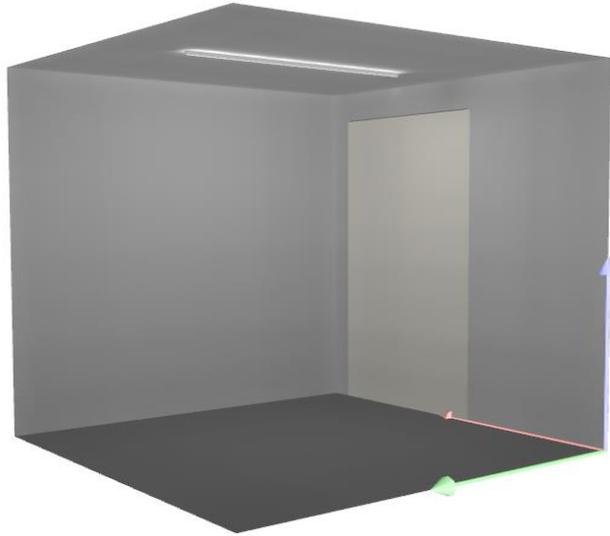
$$\phi_t = \frac{300lx \times 1,5m \times 1,9m}{0,85 \times 0,42} = 2394,957983 \text{ lm}$$

$$N = \frac{2394,957983 \text{ lm}}{3900 \text{ lm} \times 1} = 0,61 \approx 1$$

Se requiere una luminaria para iluminar de manera correcta la sala eléctrica.

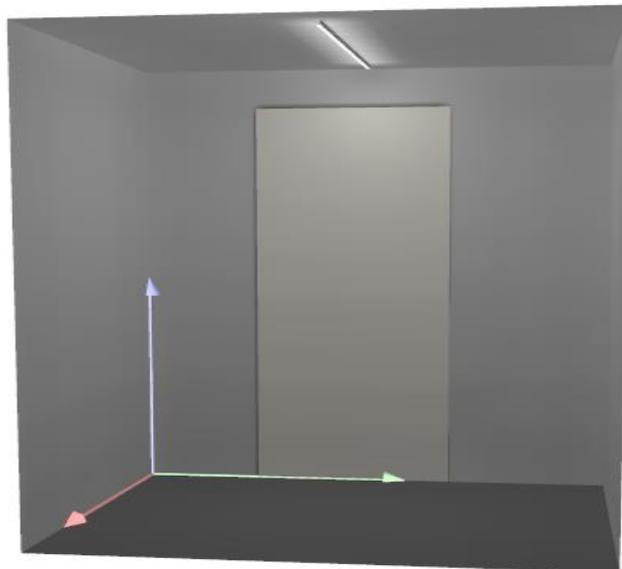
Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:

Procesado 3D Sala Eléctrica:



Fuente: Elaboración propia con software DIALux

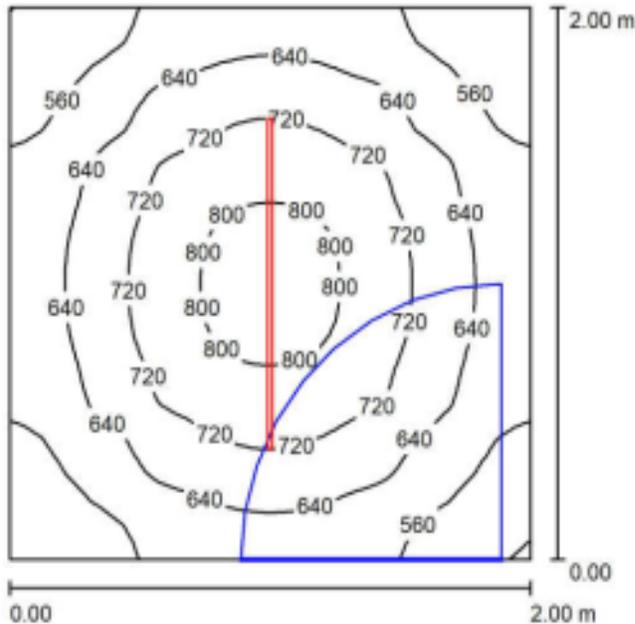
Procesado 3D Sala control de bombas:



Fuente: Elaboración propia con software DIALux

Proyecto elaborado por Ricardo Araya - Francisco Martínez
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala eléctrica / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	656	479	833	0.730
Suelo	27	459	367	523	0.798
Techo	80	462	321	17189	0.694
Paredes (4)	80	443	252	660	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	23	23	
Trama: 32 x 32 Puntos	Pared inferior	23	23	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

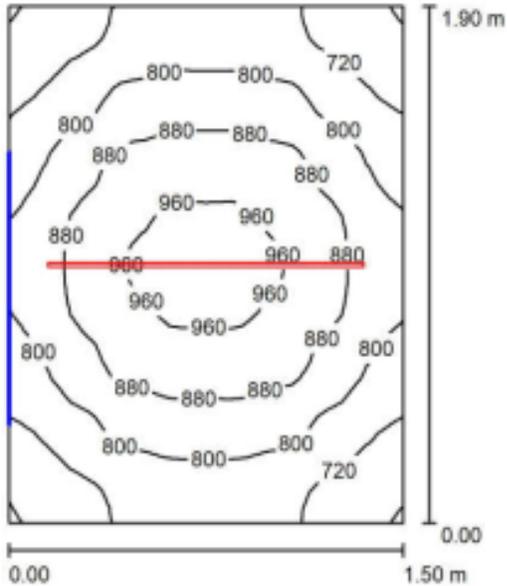
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips lighting (China) Investment Co., Ltd. (1.000)	3898	3900	26.0
Total:			3898	Total: 3900	26.0

Valor de eficiencia energética: $6.50 \text{ W/m}^2 = 0.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.00 m^2)

Proyecto elaborado por Ricardo Araya - Francisco Martínez
Teléfono
Fax
e-Mail

Sala control de bombas / Resumen



Altura del local: 2.200 m, Altura de montaje: 2.200 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:25

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	825	633	991	0.767
Suelo	27	548	447	613	0.816
Techo	80	659	456	17726	0.693
Paredes (4)	80	582	296	1414	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

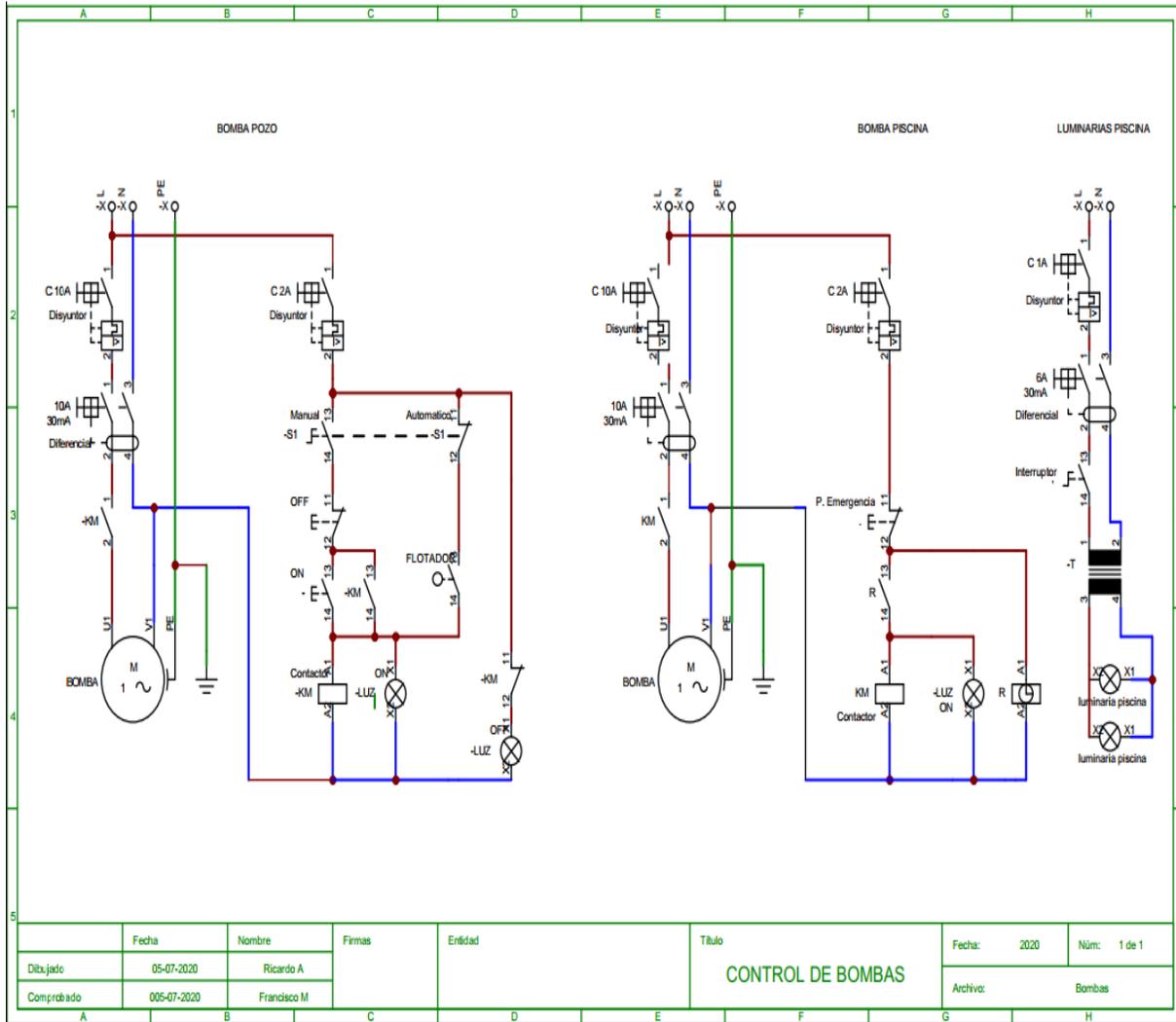
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips lighting (China) Investment Co., Ltd. (1.000)	3898	3900	26.0
Total:			3898	3900	26.0

Valor de eficiencia energética: $9.12 \text{ W/m}^2 = 1.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.85 m^2)

ANEXO B

DIAGRAMAS DE CONTROL Y ESQUEMAS CONSTRUCTIVOS

Diagramas de control de bombas



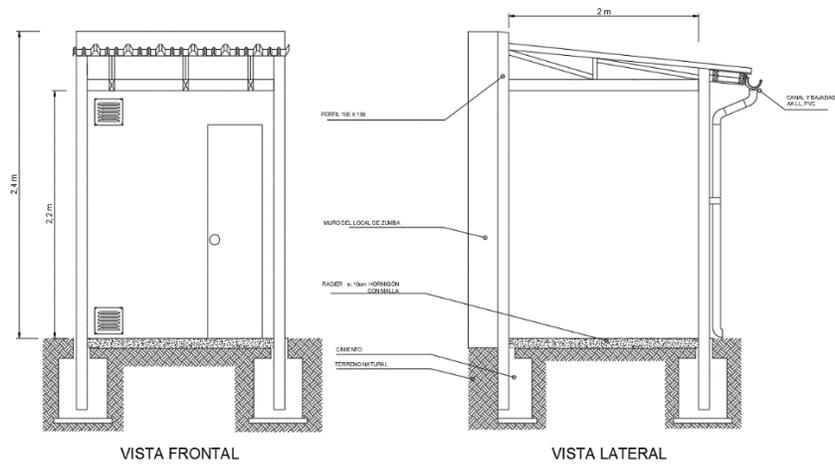
Fuente: Elaboración propia con el software CADeSIMU

Visualización Tablero de Distribución de la sala de control de bombas



Fuente: Elaboración propia con software AutoCAD

Esquema constructivo de la sala eléctrica



Fuente: Elaboración propia con software AutoCAD

ANEXO C**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOCAL COMIDA RÁPIDA****Cálculo de subalimentador**

Cálculo sección óptima y voltaje de pérdida:

$$S = \frac{\text{Rho}_{\text{cu}} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times 17 \text{ m} \times 2 \times 32 \text{ A}}{6,6 \text{ V}} = 2,96 \text{ mm}^2$$

Sección óptima: 2,96 mm²

Sección comercial a utilizar: 12 AWG = 3,31 mm²

$$V_p = \frac{\text{Rho}_{\text{cu}} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}} \times 17 \text{ m} \times 2 \times 32 \text{ A}}{3,31 \text{ mm}^2} = 5,91 \text{ V}$$

Los valores utilizados en las fórmulas fueron extraídos de los planos correspondientes a este local.

Cálculo de protecciones

T.D.A. aux 1:

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{836 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 4,08 \text{ A}$
- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{1440 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 7,03 \text{ A}$
- Circuito 3: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 14,66 \text{ A}$

- Circuito 4: $I_n = \frac{P}{V \times f_p} = \frac{750 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 3,67 \text{ A}$
- Corriente total: $I_t = \Sigma I_n = 4,08 + 7,03 + 14,66 + 3,67 = 29,44 \text{ A}$

Cálculos de canalizaciones

Utilizando la tabla N° 8.16 y 8.19 de la NCh Elec 4/2003 y la sección nominal de los conductores de cada circuito y subalimentador.

$$S = 6,1 \text{ mm} \times 2 = 12,2 \text{ mm}$$

$$40 \text{ mm} = 100\%$$

$$12,2 \text{ mm} = 30,5\%$$

Los dos conductores al interior del ducto ocupan el 30,5% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12.

Cálculos luminotécnicos

Para los siguientes cálculos luminotécnicos se ha dispuesto utilizar un foco LED empotrable Coreline, Philips de las siguientes características:

- 21 W
- 2100 lm
- fm: 0.85



Determinación constante K:

Esta constante ayudará a determinar el coeficiente de utilización según las características constructivas del local, factor que se utilizará para el posterior cálculo de cavidad zonal.

- Recepción:

$$K = \frac{2,9 \times 4,6}{2,4 (2,9 + 4,6)} = 0,74$$

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.5	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.60	0.61	0.62	0.61	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.90	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Los índices de reflexión utilizados para los diferentes locales son los siguientes:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,10

Determinación número de luminarias:

Coeficiente de utilización: 0,63

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\phi_t = \frac{300 \text{ lux} \times 2,9 \text{ m} \times 4,6 \text{ m}}{0,85 \times 0,63} = 7473,389 \text{ lm}$$

$$N = \frac{7473,389 \text{ lm}}{2100 \text{ lm} * 1} = 3,55 \approx 4$$

Se requieren cuatro luminarias para iluminar de manera correcta la recepción.

- Pasillo:

$$K = \frac{4,1 \times 1,2}{2,4 (4,1 + 1,2)} = 0,38$$

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.30	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.60	0.55	0.67	0.66	0.55	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.67	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.90	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Los índices de reflexión utilizados son los siguientes:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,10

Coefficiente de utilización: 0,55

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\phi_t = \frac{300 \times 4,1 \times 1,2}{0,85 \times 0,55} = 3157,219 \text{ lm}$$

$$N = \frac{3157,219 \text{ lm}}{2100 \text{ lm} * 1} = 1,5 \approx 2$$

Se requieren dos luminarias para iluminar de manera correcta el pasillo.

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:

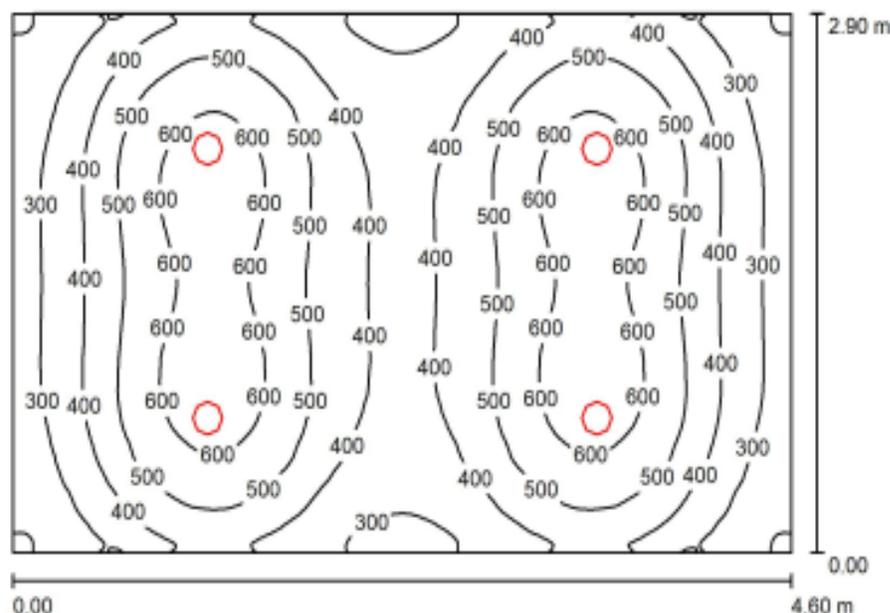
Procesado 3D de la recepción y pasillo:



Fuente: Elaboración propia con el software DIALux

Proyecto elaborado por Ricardo Araya - Francisco Martínez
Teléfono
Fax
e-Mail

Recepción (Local de comida) / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:38

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	449	192	652	0.426
Suelo	30	352	199	434	0.566
Techo	70	93	62	107	0.667
Paredes (4)	50	190	56	380	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	21	21	
Trama: 128 x 128 Puntos	Pared inferior	21	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

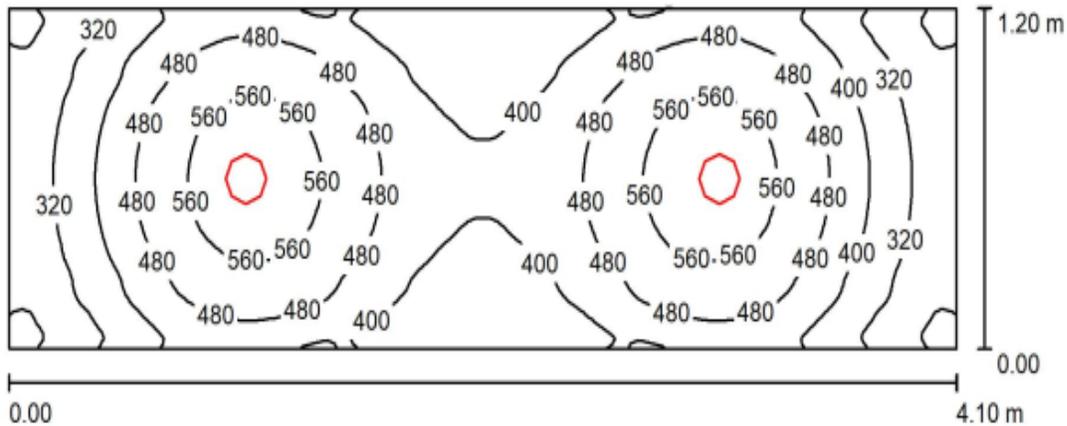
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	DN145B PSU D218 LED20S/- NO (1.000)	2100	2100	21.0
			Total: 8401	Total: 8400	84.0

Valor de eficiencia energética: 6.30 W/m² = 1.40 W/m²/100 lx (Base: 13.34 m²)

Proyecto elaborado por Ricardo Araya - Francisco Martínez
Teléfono
Fax
e-Mail

Pasillo (Local de comida) / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	434	216	599	0.498
Suelo	30	280	186	325	0.665
Techo	70	86	58	103	0.666
Paredes (4)	50	193	55	486	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	DN145B PSU D218 LED20S/- NO (1.000)	2100	2100	21.0
			Total: 4200	Total: 4200	42.0

Valor de eficiencia energética: $8.54 \text{ W/m}^2 = 1.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.92 m^2)

- Cocina:

$$K = \frac{4,1 \times 3,3}{2,4 (4,1 + 3,3)} = 0,76$$

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.5	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.67	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.90	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Los índices de reflexión utilizados son los siguientes:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,10

Coefficiente de utilización: 0,63

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\phi_t = \frac{300 \times 4,1 \times 3,3}{0,85 \times 0,63} = 7579,831 \text{ lm}$$

$$N = \frac{7579,831 \text{ lm}}{2100 \text{ lm} * 1} = 3,61 \approx 4$$

Se requieren cuatro luminarias para iluminar de manera correcta la cocina del presente local.

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:

Procesado 3D de la cocina:

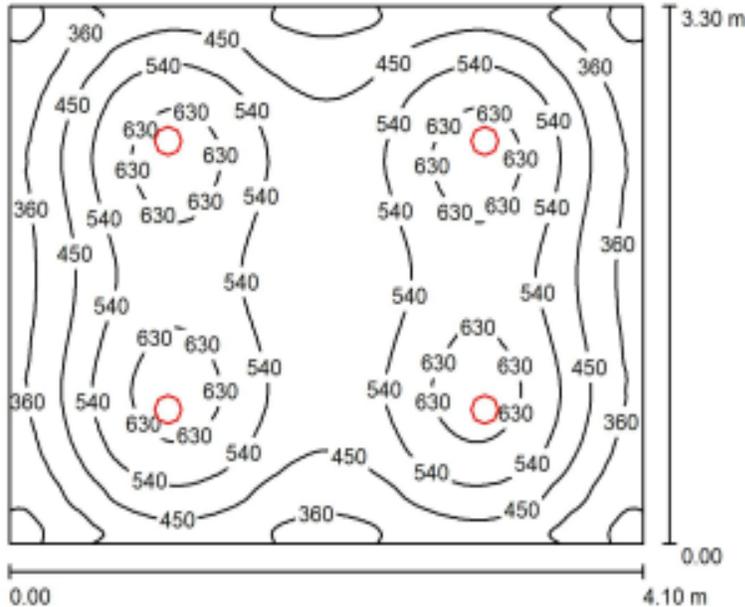


Fuente: Elaboración propia con el software DIALux

Proyecto 1

Proyecto elaborado por Ricardo Araya - Francisco Martínez
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Cocina (Local de comida) / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:43

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	492	232	671	0.472
Suelo	67	396	240	479	0.606
Techo	70	168	106	198	0.634
Paredes (4)	50	261	108	394	/

Plano útil:	UGR	Longi-	Tran	al eje de luminaria
Altura: 0.850 m	Pared izq	22	22	
Trama: 128 x 128 Puntos	Pared inferior	21	21	
Zona marginal: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	DN145B PSU D218 LED20S/- NO (1.000)	2100	2100	21.0
			Total: 8401	Total: 8400	84.0

Valor de eficiencia energética: $6.21 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.53 m^2)

- Sector sillas:

$$K = \frac{4,8 \times 4,7}{2,4 (4,8 + 4,7)} = 0,98$$

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.5	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.67	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.74	0.76	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.90	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Los índices de reflexión utilizados son los siguientes:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,10

Coeficiente de utilización: 0,7

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\phi_t = \frac{300 \times 4,8 \times 4,7}{0,85 \times 0,7} = 11374,789 \text{ lm}$$

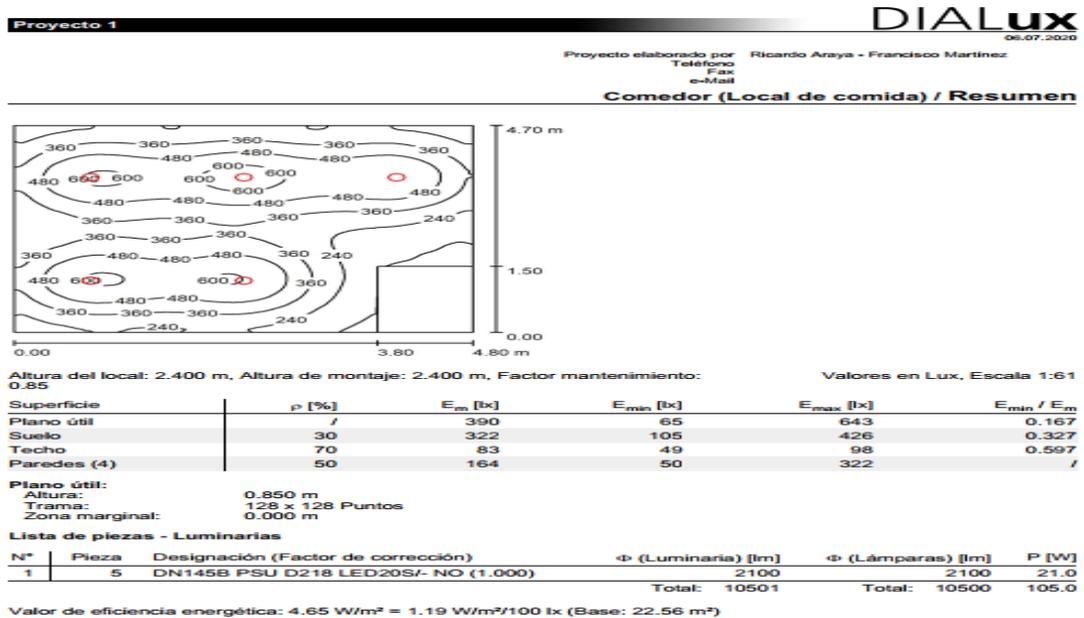
$$N = \frac{11374,789 \text{ lm}}{2100 \text{ lm} * 1} = 5,41 \approx 5$$

Se requieren cinco luminarias para iluminar de manera correcta el sector de las sillas (comedor). Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:

Procesado 3D del comedor:



Fuente: Elaboración propia con el software DIALux



ANEXO D**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOCAL PANADERÍA****Cálculo de subalimentador**

Cálculo sección óptima y voltaje de pérdida:

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 12 m \times 1 \times 32 A}{11,4 V} = 0,6 mm^2$$

Sección óptima: 0,6 mm²

Sección comercial a utilizar: 10 AWG = 5,26 mm²

Este local cuenta con una alimentación trifásica, por ende, la corriente utilizada en este cálculo corresponde a la fase de mayor consumo.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 12 m \times 1 \times 32 A}{5,26 mm^2} = 1,31 V$$

Los valores utilizados en las fórmulas fueron extraídos de los planos correspondientes a este local.

Cálculo de protecciones

T.D.A. aux 2:

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{815 W}{220 V \times 0,93} = 3,7 A$

- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,63 \text{ A}$
- Circuito 3: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,63 \text{ A}$
- Circuito 4: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,63 \text{ A}$
- Circuito 5: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,63 \text{ A}$
- Circuito 6: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,63 \text{ A}$
- Circuito 7: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{3000 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 13,63 \text{ A}$
- Corriente total: $I_t = \frac{Pt}{\sqrt{3} \times V \times fp} = \frac{18815 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 380 \text{ V} \times 0,93} = 30,74 \text{ A}$

Cálculos de canalizaciones

Utilizando la tabla N° 8.16 y 8.18 de la NCh Elec 4/2003 y la sección nominal de los conductores de cada circuito y subalimentador.

$$S = 14,9 \text{ mm} \times 1 = 14,9 \text{ mm}$$

$$32 \text{ mm} = 100\%$$

$$14,9 \text{ mm} = 46,56\%$$

El conductor multipolar al interior del ducto ocupa el 46,56% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12.

Cálculos luminotécnicos

Para los siguientes cálculos luminotécnicos se ha utilizado la misma luminaria descrita en el anexo C.

Determinación constante K:

Esta constante ayudará a determinar el coeficiente de utilización según las características constructivas del local, factor que se utilizará para el posterior cálculo de cavidad zonal.

$$K = \frac{12,2 \times 4,6}{2,4 (12,2 + 4,6)} = 1,39$$

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.10	0.30	0.10
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.55	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.67	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.90	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Los índices de reflexión utilizados son los siguientes:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,10

Coefficiente de utilización: 0,81

Factor de mantenimiento: 0,85

Determinación flujo total y números de luminarias:

Flujo luminoso

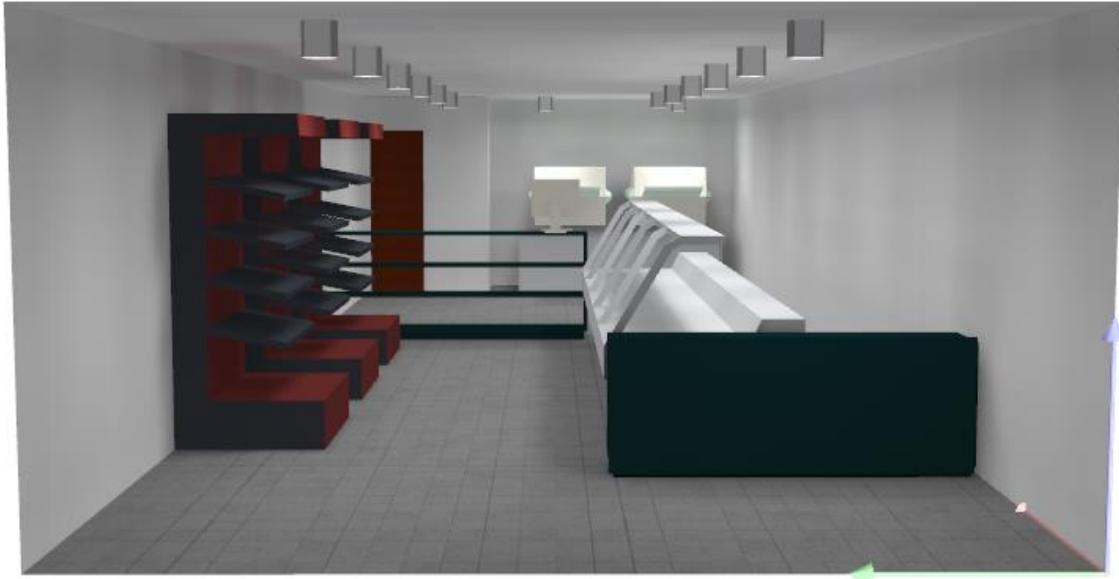
$$\phi_t = \frac{300 \times 12,2 \times 4,6}{0,85 \times 0,81} = 24453,159 \text{ lm}$$

Número de luminarias

$$N = \frac{24453,159 \text{ lm}}{2100 \text{ lm} * 1} = 11,64 \approx 12$$

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:

Procesado 3D del local:

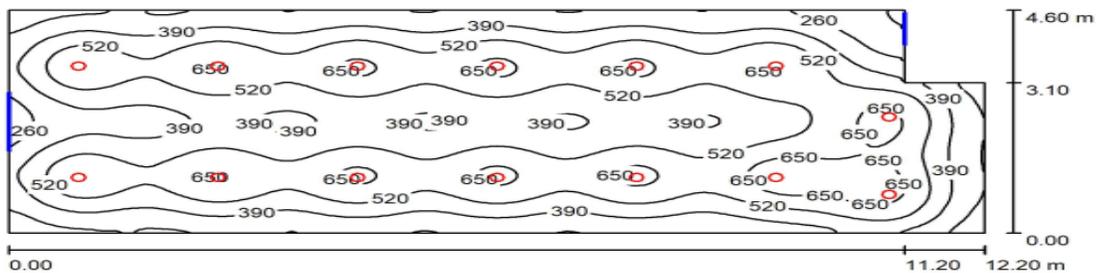


Fuente: Elaboración propia con el software DIALux

Proyecto 1 **DIALux**
06.07.2020

Proyecto elaborado por Ricardo Araya - Francisco Martínez
Teléfono
Fax
e-Mail

Local comercial panadería / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.400 m, Factor mantenimiento: 0.85

Valores en Lux, Escala 1:88

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	471	116	723	0.246
Suelo	39	412	172	536	0.418
Techo	70	130	74	155	0.569
Paredes (6)	50	212	75	384	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	DN145B PSU D218 LED20S/- NO (1.000)	2100	2100	21.0
			Total: 29402	Total: 29400	294.0

Valor de eficiencia energética: 5.38 W/m² = 1.14 W/m²/100 lx (Base: 54.62 m²)

ANEXO E**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LOCAL DE ZUMBA****Cálculo de subalimentador**

Cálculo sección óptima y voltaje de pérdida:

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 7 m \times 2 \times 16 A}{6,6 V} = 0,61 mm^2$$

Sección óptima: 0,61 mm²

Sección comercial a utilizar: 12AWG = 3,31 mm²

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 7 m \times 2 \times 16 A}{3,31 mm^2} = 1,22 V$$

Los valores utilizados en las fórmulas fueron extraídos de los planos correspondientes a este local.

Cálculo de protecciones

T.D.A. aux 3:

- Circuito 1: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{794 W}{220 V \times 0,93} = 3,88 A$
- Circuito 2: $I_n = \frac{P}{V \times fp} = \frac{750 W}{220 V \times 0,93} = 3,67 A$
- Corriente total: $I_t = \Sigma I_n = 3,88 + 3,67 = 7,55 A$

Cálculos de canalizaciones

Utilizando la tabla N° 8.16 y 8.18 de la NCh Elec 4/2003 y la sección nominal de los conductores de cada circuito y subalimentador.

$$S = 6,1 \text{ mm} \times 2 = 12,2 \text{ mm}$$

$$40 \text{ mm} = 100\%$$

$$12,2 \text{ mm} = 30,5\%$$

Los dos conductores al interior del ducto ocupan el 30,5% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12.

Cálculos luminotécnicos

Para los siguientes cálculos luminotécnicos se ha utilizado la misma luminaria descrita en el anexo C

Determinación constante K:

Esta constante ayudará a determinar el coeficiente de utilización según las características constructivas del local, factor que se utilizará para el posterior cálculo de cavidad zonal.

$$K = \frac{12,2 \times 4,6}{2,4 (12,2 + 4,6)} = 1,39$$

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.55	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.67	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.89	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Los índices de reflexión utilizados son los siguientes:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,10

Coefficiente de utilización: 0,81

Factor de mantenimiento: 0,85

Determinación flujo total y números de luminarias:

$$\Phi_t = \frac{\text{Flujo luminoso}}{0,85 \times 0,81} = \frac{300 \times 12,2 \times 4,6}{0,85 \times 0,81} = 24453,159 \text{ l}$$

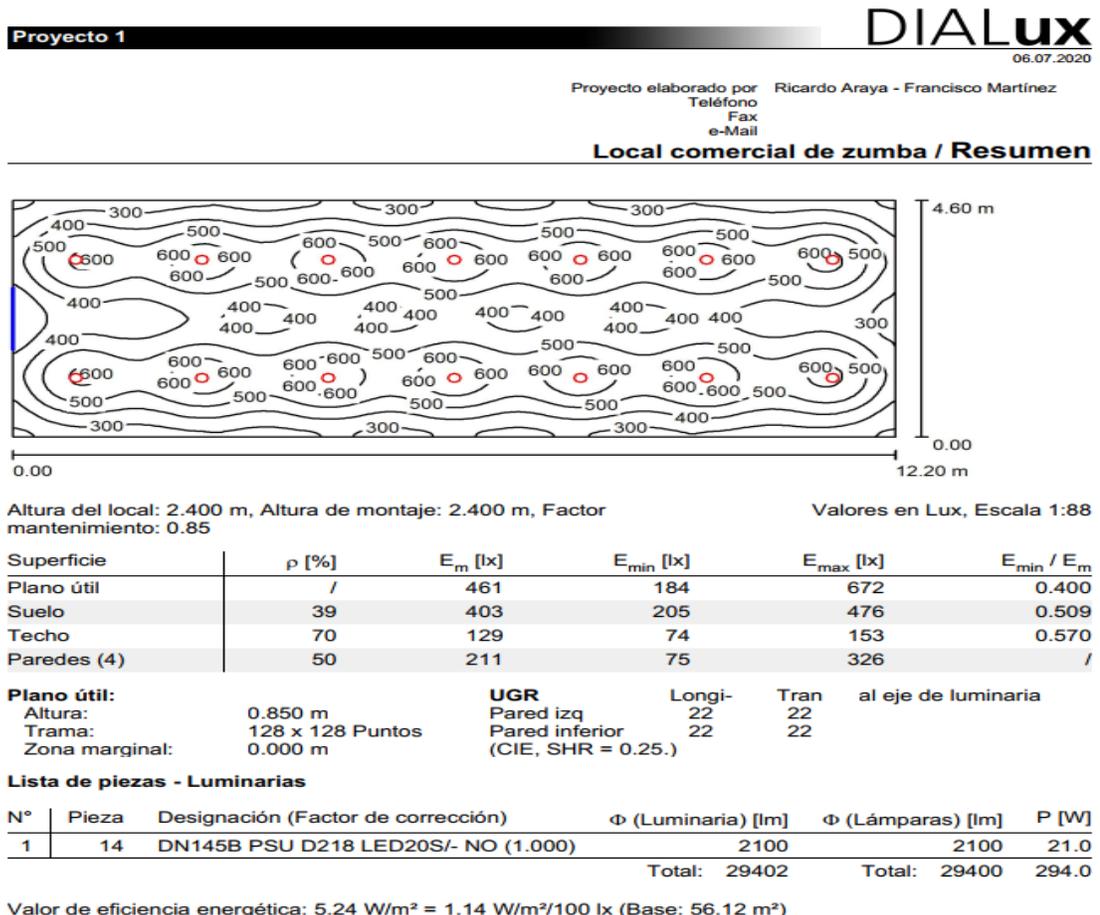
$$N = \frac{\text{Número de luminarias}}{2100 \text{ lm} * 1} = \frac{24453,159 \text{ lm}}{2100 \text{ lm} * 1} = 11,64 \approx 12$$

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:

Procesado 3D del local:



Fuente: Elaboración propia con el software DIALux



ANEXO F**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL****Cálculos de los alimentadores y protecciones.**

Observando el resultado de las corrientes de cada circuito se determinará su protección eléctrica, teniendo en cuenta que debe ser mayor a la corriente calculada y acorde a los valores de las figuras 2-2., y 2-3. Lo dicho anteriormente se aplica para determinar cada protección individual por circuito de T.D.A.4, T.D.F.2 y T.X.

- T.D.A.4

$$\text{Circuito 1: } I_n = \frac{P}{V} = \frac{2140 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 10,45 \text{ A} \quad P_{cto} = 16 \text{ A}$$

$$\text{Circuito 2: } I_n = \frac{P}{V} = \frac{800 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 3,91 \text{ A} \quad P_{cto} = 6 \text{ A}$$

$$\text{Circuito 3: } I_n = \frac{P}{V} = \frac{416 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 2,03 \text{ A} \quad P_{cto} = 3 \text{ A}$$

$$\text{Circuito 4: } I_n = \frac{P}{V} = \frac{150 \text{ W}}{220 \text{ V} \times 0,93} = 0,73 \text{ A} \quad P_{cto} = 1 \text{ A}$$

Sección del conductor eléctrico del circuito 1 y sección del conductor del alimentador del tablero T.D.A.4.

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 \text{ m} \times 2 \times 16 \text{ A}}{6,6 \text{ V}} = 1,74 \text{ mm}^2$$

Sección comercial según figura 2-7. = 2,81 mm² = 14 AWG

Con la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida sea inferior al 3% como indica la NCh Elec 4/2003.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 16 A}{2,81 mm^2} = 3,48 V$$

Ya que, es la mínima sección que se puede utilizar y el voltaje de pérdida no supera los 6,6 V, se considera una sección adecuada para el circuito con mayor corriente, se diseñan todos los circuitos recién calculados con este conductor y además se considera la sección de 3 x 14 AWG para alimentar el T.D.A.4 desde la barra de alimentación.

- T.D.F.2

$$\text{Circuito 1: } I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{10000W}{380 V \times \sqrt{3} \times 0,93} = 16,33 A * 1,4 = 22,86 A$$

$$\text{Circuito 2: } I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{1500 W}{380 V \times \sqrt{3} \times 0,93} = 2,45 A * 1,4 = 3,43 A$$

$$\text{Circuito 3: } I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{1500W}{380 V \times \sqrt{3} \times 0,93} = 2,45 A * 1,4 = 3,43 A$$

$$\text{Circuito 4: } I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{5000 W}{380 V \times \sqrt{3} \times 0,93} = 8,16 A * 0,9 = 7,34 A$$

$$\text{Circuito 5: } I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{5000W}{380 V \times \sqrt{3} \times 0,93} = 8,16 A * 0,9 = 7,34 A$$

$$\text{Circuito 6: } I_n = \frac{P}{V \times \sqrt{3} \times fp} = \frac{4100 W}{380 V \times \sqrt{3} \times 0,93} = 6,69A * 0,85 = 5,68 A$$

Dónde: fp =Factor de potencia de la maquinaria

Las maquinarias en su ficha técnica no entregan el factor de potencia que presentan, por lo tanto, se considera este como 0,93.

Protección a utilizar circuito 1 = 3x25 A

Protección a utilizar circuito 2 = 3x6 A

Protección a utilizar circuito 3 = 3x6 A

Protección a utilizar circuito 4 = 3x10 A

Protección a utilizar circuito 5 = 3x10 A

Protección a utilizar circuito 6 = 3x6 A

Sección de conductores según circuito:

$$S_{cto1} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 3 m \times 1 \times 25A}{11,4 V} = 0,12 mm^2$$

$$S_{cto2} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 6 \times 1 \times 6A}{11,4 V} = 0,05 mm^2$$

$$S_{cto3} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 8,5 \times 1 \times 6 A}{11,4 V} = 0,08 mm^2$$

$$S_{cto4} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 15 m \times 1 \times 10 A}{11,4 V} = 0,24 mm^2$$

$$S_{cto5} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 19 m \times 1 \times 10 A}{11,4 V} = 0,3 mm^2$$

$$S_{cto6} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 21 m \times 1 \times 6 A}{11,4 V} = 0,2 mm^2$$

Sección comercial circuito 1 según figura 2-7. = 3,31 mm² = 12 AWG

Sección comercial circuito 2 según figura 2-7. = 3,31 mm² = 12 AWG

Sección comercial circuito 3 según figura 2-7. = 3,31 mm² = 12 AWG

Sección comercial circuito 4 según figura 2-7. = 3,31 mm² = 12 AWG

Sección comercial circuito 5 según figura 2-7. = 3,31 mm² = 12 AWG

Sección comercial circuito 6 según figura 2-7. = 3,31 mm² = 12 AWG

Con la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida en cada circuito sea inferior a 11,4 V.

$$V_{pcto 1} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 3 m \times 1 \times 25A}{3,31 mm^2} = 0,41 V$$

$$V_{pcto 2} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 6 m \times 1 \times 6 A}{3,31 mm^2} = 0,19 V$$

$$V_{pcto 3} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 8,5 m \times 1 \times 6 A}{3,31 mm^2} = 0,27 V$$

$$V_{pcto 4} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 15 m \times 1 \times 10 A}{3,31 mm^2} = 0,82V$$

$$V_{pcto 5} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 19 m \times 1 \times 10 A}{3,31 mm^2} = 1,03 V$$

$$V_{pcto 6} = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 21 m \times 1 \times 6 A}{3,31 mm^2} = 0,68 V$$

- T.X

$$\text{Circuito 1: } I_n = \frac{P}{V} = \frac{500W}{220 V \times 0,93} = 2,43 A \quad P_{cto} = 6 A$$

La protección de este circuito se sobrestima por posible instalación de equipos, como routers y/o módems.

Sección del conductor eléctrico del circuito 1 del T.X.

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 6 A}{6,6 V} = 0,38 mm^2$$

Sección comercial según figura 2-7. = 2,81 mm² = 14 AWG

Con la siguiente fórmula se determina que el voltaje de pérdida sea inferior al 3% como indica la NCh Elec 4/2003.

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 2 \times 6 A}{2,81 mm^2} = 1,54 V$$

Protecciones generales de los tableros:

T.D.A.4

$$P_G = I_{cto1} + I_{cto3} = 10,45 A + 2,03A = 12,48A$$

Dónde: I_{cto1} = Corriente del circuito 1

I_{cto3} = Corriente del circuito 3

Se utiliza solo el circuito con la mayor corriente, ya que, es una protección trifásica.

El resultado obtenido en la ecuación anterior se compara con la figura 2-3, buscando la protección comercial que prosigue al valor de corriente calculado.

Según 2-3. $P_G = 3 \times 16 A$

T.D.F.2

La protección magnetotérmica de este tablero se determina mediante la siguiente operación matemática y según indica la NCh Elec 4/2003 en el capítulo 12.

$$P_G = (1,25 \times 16,33) + (2,45 \times 2) + (8,18 \times 2) + 6,69 = 44,24 A = 3 \times 50 A$$

T.G.aux.2

Para determinar la protección general de este local se suma linealmente la corriente del T.D.A 4 y T.D.F.2. o la suma de las protecciones generales de dichos tableros.

$$P_G = P_{g1} + P_{g2}$$

$$P_G = 12,48 A + 44,24A = 56,72 A = 63 A$$

$$P_G = 3 \times 63 A$$

Dónde: P_G = Protección general
 P_{g1} = Protección general T.D.A.4
 P_{g2} = Protección general T.D.F.2

- Alimentador hacia T.G. aux 2

$$S = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 25 \times 1 \times 63A}{11,4 V} = 2,48 mm^2$$

Sección comercial según figura 2-13 para soportar 63 A = 5 x 4 AWG

$$V_p = \frac{Rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 25 m \times 1 \times 63 A}{21,2 mm^2} = 1,33 V$$

Cálculos canalizaciones

Utilizando la tabla N° 8.16 y 8.19 de la NCh Elec 4/2003 y la sección nominal de los conductores de cada circuito y subalimentador, se determinan las canalizaciones óptimas.

T.G. aux 2

$$S = 8,4 mm \times 4 = 33,6 mm$$

$$73 mm = 100\%$$

$$33,6 mm = 46,02\%$$

El multiconductor al interior del ducto de 32mm ocupa el 46,02% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12.

T.D.A. 4 y T.X.

$$S = 2,81 \text{ mm} \times 2 = 5,62 \text{ mm}$$

$$20 \text{ mm} = 100\%$$

$$5,62 \text{ mm} = 28,1\%$$

Los dos conductores al interior del ducto de 20mm ocupan el 28,1% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12. Esta tubería será utilizada en cada circuito correspondiente al T.D.A.4. y al circuito que alimenta al T.X.

T.D.F. 2

$$S = 3,3 \text{ mm} \times 4 = 13,2 \text{ mm}$$

$$40 \text{ mm} = 100\%$$

$$13,2 \text{ mm} = 35\%$$

Los cuatro conductores al interior del ducto de 32 mm ocupan el 35% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12. Esta tubería será utilizada en cada circuito correspondiente al T.D.F. 2.

Cálculos luminotécnicos

Sector de trabajo:

$$K = \frac{17,65m \times 11,35m}{4m(17,65m + 11,35m)} = 1,72$$

El local posee los siguientes índices de reflexión:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,30

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)											
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
0.60	0.61	0.58	0.50	0.59	0.58	0.52	0.51	0.47	0.51	0.47	0.46	0.46
0.80	0.71	0.67	0.70	0.68	0.66	0.60	0.60	0.56	0.59	0.56	0.54	0.54
1.00	0.80	0.74	0.78	0.76	0.73	0.68	0.67	0.63	0.66	0.63	0.61	0.61
1.25	0.88	0.80	0.86	0.83	0.79	0.74	0.73	0.70	0.73	0.69	0.67	0.67
1.50	0.93	0.85	0.91	0.87	0.84	0.79	0.78	0.75	0.77	0.74	0.72	0.72
2.00	1.02	0.91	1.00	0.95	0.90	0.86	0.85	0.82	0.84	0.81	0.79	0.79
2.50	1.07	0.95	1.05	0.99	0.94	0.91	0.89	0.87	0.88	0.86	0.84	0.84
3.00	1.11	0.98	1.08	1.02	0.97	0.94	0.92	0.90	0.91	0.89	0.87	0.87
4.00	1.16	1.00	1.13	1.06	0.99	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90	0.90
5.00	1.19	1.02	1.15	1.08	1.01	0.99	0.98	0.96	0.96	0.95	0.92	0.92

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Coefficiente de utilización: 0,97

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\phi_t = \frac{300lx \times 17,65m \times 11,35m}{0,85 \times 0,97} = 72890,539 \text{ lm}$$

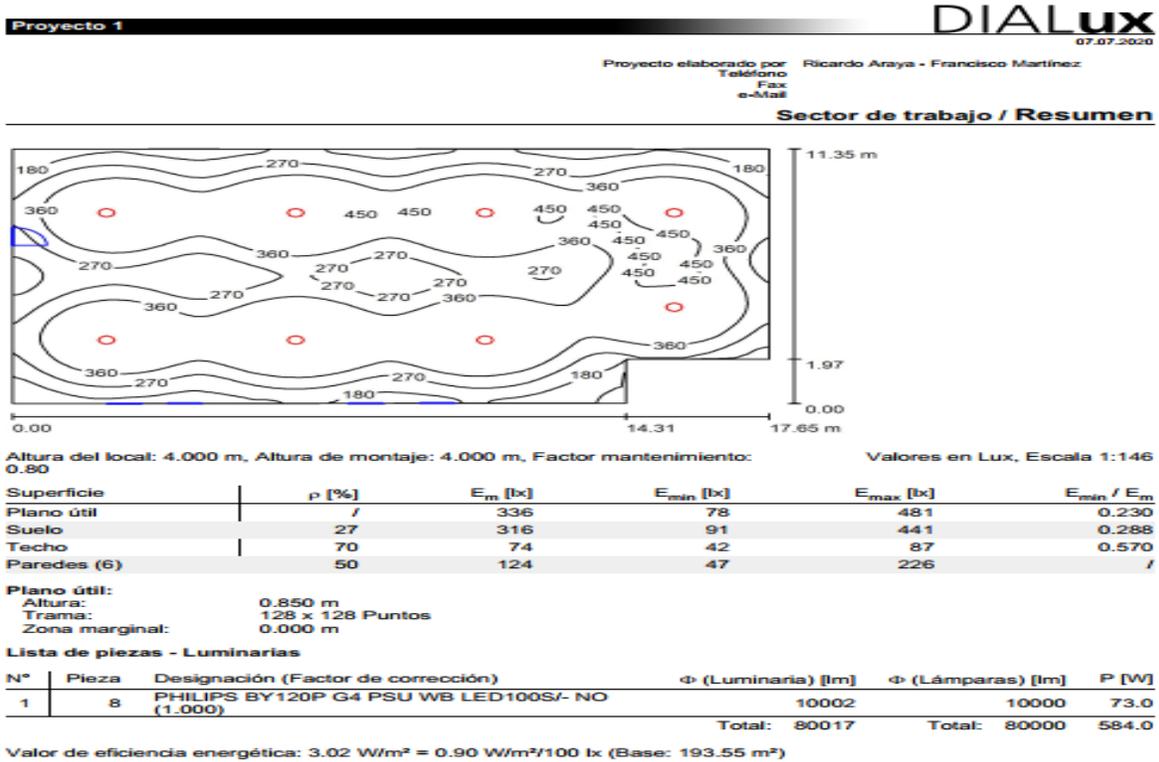
$$N = \frac{72890,539 \text{ lm}}{10000lm \times 1} = 7,29 \approx 8$$

Se requieren ocho luminarias para iluminar de manera correcta el sector de trabajo.

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:



Fuente: Elaboración propia con el software DIALux



Oficina:

$$K = \frac{4m \times 2,9m}{2,4m(4m + 2,9m)} = 0,7$$

El local posee los siguientes índices de reflexión:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,30

Utilisation factor table

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.44	0.44	0.42	0.41	0.40	0.33	0.32	0.27	0.30	0.26	0.23
0.80	0.53	0.50	0.52	0.50	0.49	0.41	0.39	0.34	0.37	0.33	0.29
1.00	0.62	0.57	0.59	0.57	0.55	0.48	0.46	0.40	0.43	0.39	0.35
1.25	0.70	0.64	0.67	0.64	0.62	0.54	0.52	0.47	0.49	0.45	0.41
1.50	0.76	0.69	0.73	0.70	0.67	0.60	0.57	0.52	0.54	0.50	0.45
2.00	0.85	0.76	0.82	0.78	0.74	0.68	0.64	0.60	0.61	0.57	0.52
2.50	0.92	0.81	0.88	0.83	0.79	0.73	0.69	0.65	0.66	0.63	0.57
3.00	0.96	0.84	0.92	0.87	0.82	0.77	0.73	0.69	0.70	0.66	0.61
4.00	1.03	0.89	0.98	0.92	0.86	0.82	0.78	0.75	0.74	0.71	0.66
5.00	1.07	0.92	1.02	0.95	0.89	0.85	0.81	0.78	0.77	0.75	0.69

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Coefficiente de utilización: 0,67

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\phi_t = \frac{400lx \times 4m \times 2,9m}{0,85 \times 0,67} = 8147,497 \text{ lm}$$

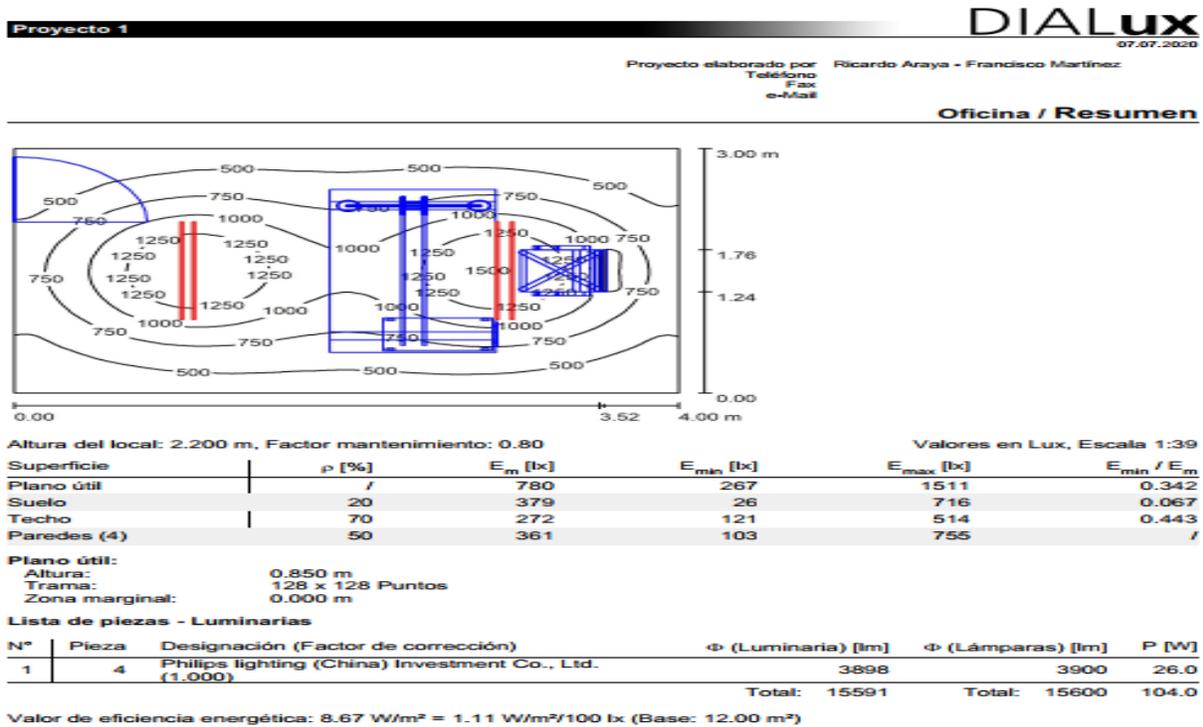
$$N = \frac{8147,497 \text{ lm}}{3900 \text{ lm} \times 1} = 2,089 \approx 2$$

Se requieren dos luminarias para iluminar de manera correcta la oficina.

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:



Fuente: Elaboración propia con el software DIALux



Comedor:

$$K = \frac{4,84m \times 4m}{2,4m(4,84m + 4m)} = 0,91$$

El local posee los siguientes índices de reflexión:

- Reflexión del techo: 0,70
- Reflexión de las paredes: 0,50
- Reflexión del suelo: 0,30

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.58	0.55	0.57	0.56	0.55	0.49	0.48	0.44	0.48	0.44	0.42
0.80	0.68	0.64	0.57	0.65	0.63	0.57	0.56	0.52	0.56	0.52	0.50
1.00	0.77	0.71	0.75	0.73	0.70	0.64	0.63	0.59	0.63	0.59	0.57
1.25	0.84	0.77	0.83	0.79	0.76	0.71	0.70	0.66	0.69	0.65	0.63
1.50	0.90	0.82	0.88	0.84	0.81	0.76	0.75	0.71	0.74	0.70	0.68
2.00	0.99	0.88	0.97	0.92	0.88	0.83	0.82	0.79	0.81	0.78	0.76
2.50	1.05	0.93	1.02	0.97	0.92	0.88	0.86	0.84	0.85	0.83	0.80
3.00	1.09	0.95	1.06	1.00	0.94	0.91	0.90	0.87	0.88	0.86	0.84
4.00	1.14	0.99	1.11	1.04	0.98	0.95	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
5.00	1.17	1.01	1.14	1.06	1.00	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.90

Fuente: Ficha técnica de luminaria Philips

Coefficiente de utilización: 0,75

Factor de mantenimiento: 0,85

$$\varnothing_t = \frac{150lx \times 4,84m \times 4m}{0,85 \times 0,75} = 4555,29 \text{ lm}$$

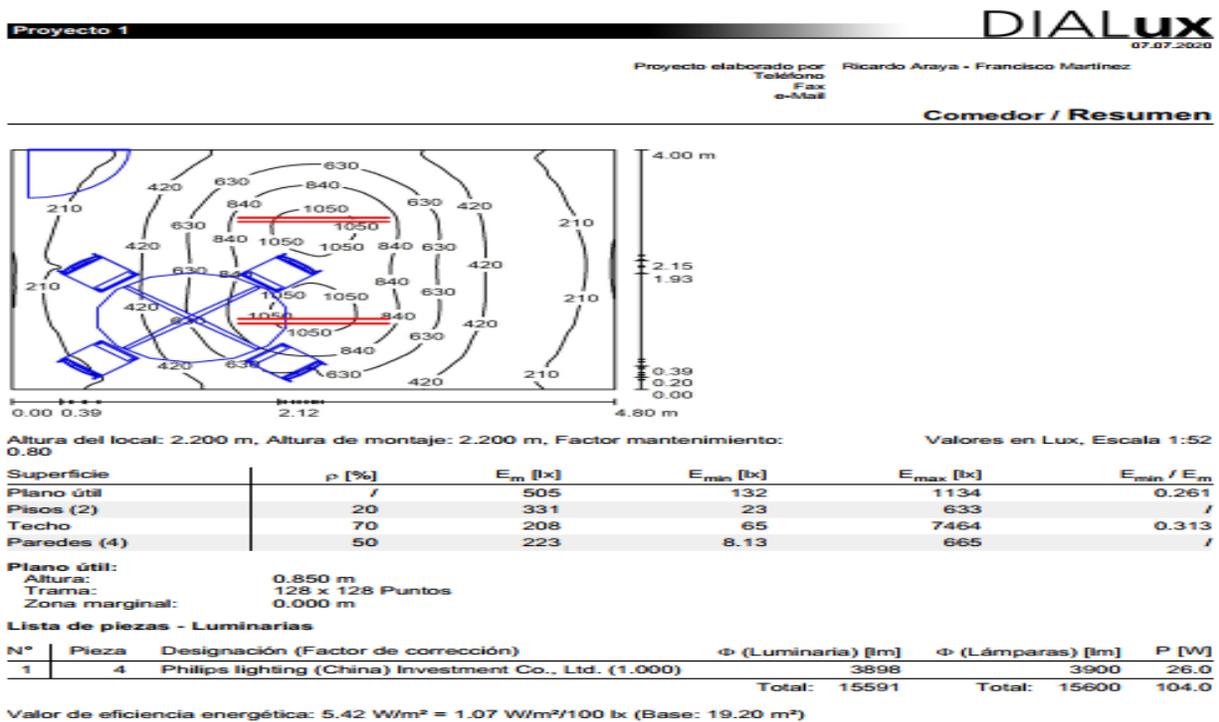
$$N = \frac{4555,29lm}{3900lm \times 1} = 1,17 \approx 1$$

Se requiere una luminaria para iluminar de manera correcta el comedor.

Para complementar estos cálculos se realizan simulaciones en el software DIALux, el cual generó lo siguiente:



Fuente: Elaboración propia con el software DIALux



ANEXO G**CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE EMPALME**Cálculos de acometida y alimentadorAcometida:

$$S_{empalme} = \frac{\rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 \times 1 \times 125 A}{11,4 V} = 3,94 mm^2$$

$$V_{pempalme} = \frac{\rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 20 m \times 1 \times 125 A}{50 mm^2} = 0,9 V$$

El conductor a utilizar será un preensamblado de 3x50mm.

Alimentador:

$$S_{alimentador} = \frac{\rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{V_p} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 6 \times 1 \times 125 A}{11,4 V} = 1,18 mm^2$$

$$V_{palimentador} = \frac{\rho_{cu} \times L_c \times k \times I}{S} = \frac{0,018 \frac{\Omega \times mm^2}{m} \times 6 \times 1 \times 125 A}{42,4 mm^2} = 0,31 V$$

Sección óptima = 1,42 mm²

Sección comercial = 1 AWG = 42,4 mm²

Cálculo de la protección general

La protección general de la propiedad se determina conociendo la corriente mayor entre las tres fases (R-S-T), dicha corriente es determinada haciendo un equilibrio entre las fases. En el plano eléctrico del proyecto se hace el equilibrio en el cuadro de resumen obteniendo un valor por fase como sigue:

Fase R = 109,24 A

Fase S = 108,77 A

Fase T = 116,93 A

Evidentemente la fase T presenta una mayor corriente, por lo tanto, comercialmente se escoge una protección superior a este valor.

Cálculos de canalizaciones

Utilizando la tabla N° 8.16 y 8.19 de la NCh Elec 4/2003 y la corriente total consumida por la instalación, se procede a realizar el siguiente cálculo

T.G.

$$S = 24,7 \text{ mm} \times 1 = 24,7 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm} = 100\%$$

$$24,7 \text{ mm} = 49,4\%$$

El multiconductor al interior del ducto de 50mm ocupa el 49,4% de esta, cumpliendo lo indicado en la figura 1-12.

Cálculos de puestas a tierra

El valor mínimo de resistencia de puesta a tierra queda determinado por:

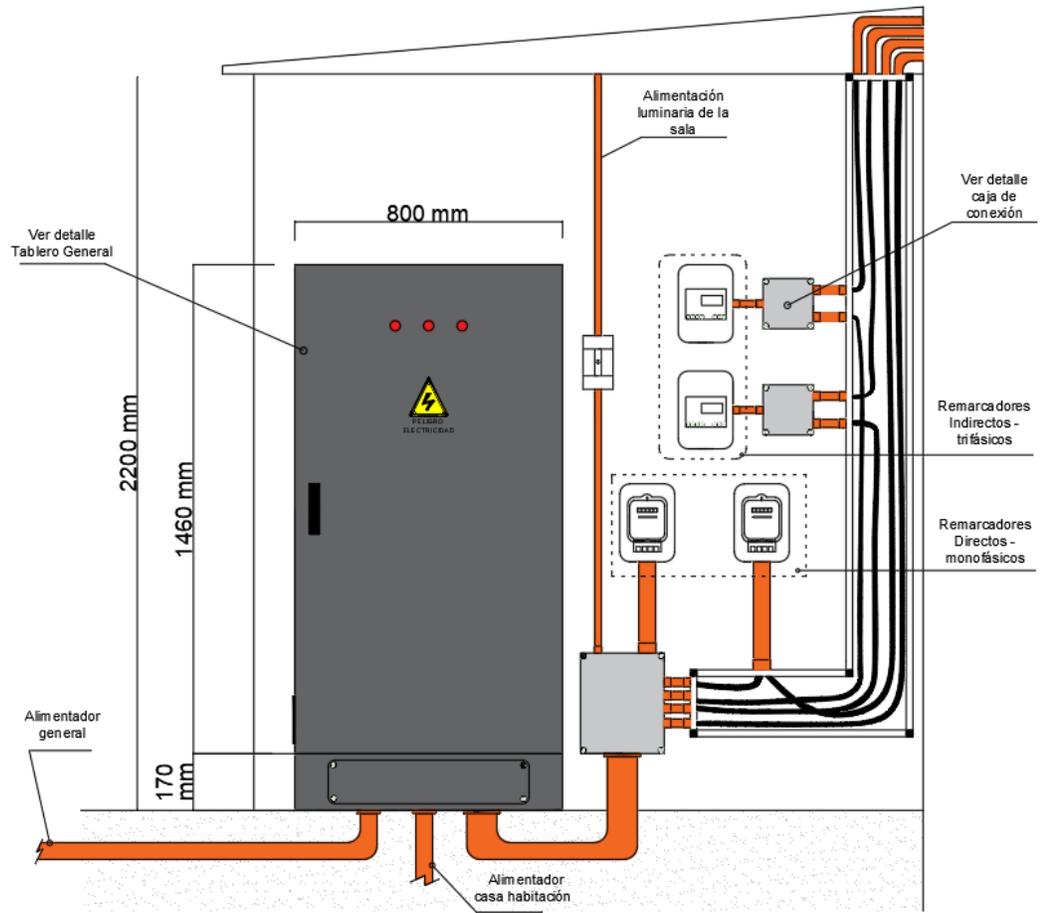
$$R_{TP} = \frac{V_s}{I_o}; \quad I_o = K \times I_N$$

$$I_o = 1,25 \times 63 A = 78,75 A$$

$$R_{TP} = \frac{50V}{78,75A} = 0,63 \Omega$$

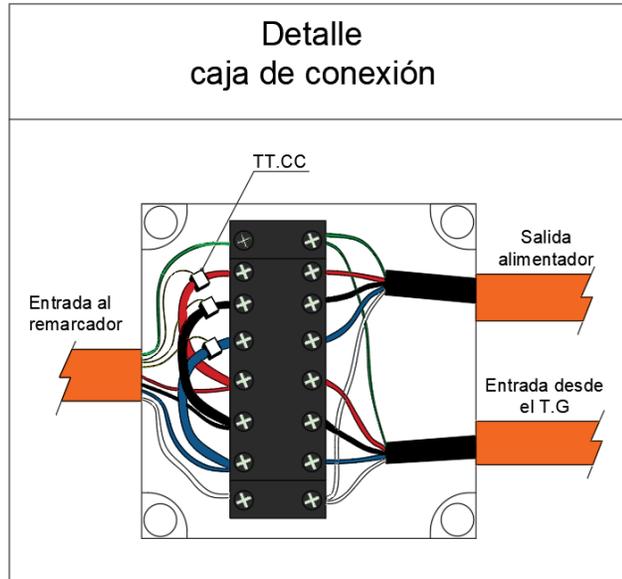
La resistencia de puesta a tierra general de la propiedad debe tener un valor igual o inferior a $0,63 \Omega$, por otra parte, en diversos puntos de la instalación se dispondrán barras de cobre aterrizando tableros y estructuras metálicas, como puede ser la sala eléctrica o sala de bombas, etc.

Vista física de la sala eléctrica

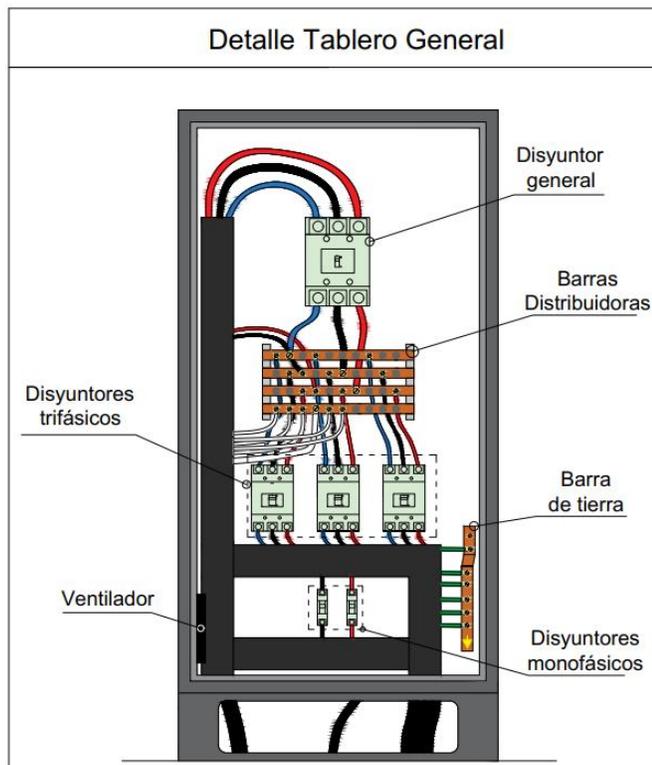


Fuente: Elaboración propia mediante software AutoCAD

Detalles de conexión



Fuente: Elaboración propia mediante software AutoCAD



Fuente: Elaboración propia mediante software AutoCAD

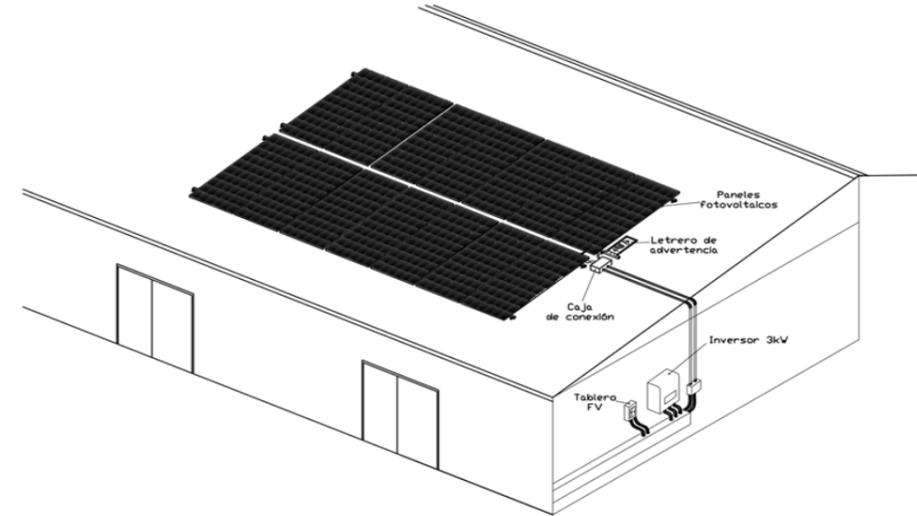
ANEXO H: LÁMINA 1

ÍNDICE:

- 1.6 - ÍNDICE.
 - DISPOSICIÓN DE INSTALACIÓN. FOTVOLTAICA ON-GRID INYECCIÓN CERO.
 - CUADROS DE GENERACIÓN. FOTVOLTAICA.
- 2.6 - DIAGRAMA UNILINEAL.
 - CUADROS DE RESUMEN.
- 3.6 - PLANTAS DE ALIMENTADORES DE LA INSTALACIÓN.
 - PLANTA DE LUMINARIAS SALA ELÉCTRICA.
 - PLANTA DE LUMINARIAS SALA CONTROL DE BOMBAS.
 - PLANTA DE FUERZA SALA CONTROL DE BOMBAS.
 - CUADROS DE CARGA SALA CONTROL DE BOMBAS Y SALA ELÉCTRICA.
 - SIMBOLOGÍA.
 - CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.
- 4.6 - PLANTA ILUMINACIÓN LOCALES COMERCIALES.
 - PLANTA ENCHUFES LOCALES COMERCIALES.
 - CUADROS DE CARGAS DE ALUMBRADO.
 - CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.

- 5.6 - PLANTA ILUMINACIÓN CASA HABITACIÓN.
 - PLANTA ENCHUFES CASA HABITACIÓN.
 - PLANTAS DE ILUMINACIÓN EXTERIORES.
 - PLANTAS DE ENCHUFES EXTERIORES.
 - CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.
 - CUADROS DE CARGAS DE ALUMBRADO.
- 6.6 - PLANTA ILUMINACIÓN PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL.
 - PLANTA ENCHUFES PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL.
 - CÁLCULOS CORRESPONDIENTES.
 - CUADROS DE CARGAS.

DISPOSICIÓN DE INSTALACIÓN FOTVOLTAICA ON-GRID INYECCIÓN CERO



LOS MATERIALES QUE REQUIEREN CERTIFICACIÓN PARA SU USO, CUMPLEN CON ESTE REQUISITO

CUADRO DE UNIDAD DE GENERACIÓN FOTVOLTAICA / STRING - CA

UG N°	N° String	Inversor string				Protecciones AC		Canalización CA						Ubicación	
		Pot. Máx (W)	Voltaje AC (V)	Nombre del perfil de red ó indicar si permite ajustes al sistema de protecciones	Modelo y marca	Disyuntor (A)	Diferencial (mA)	Ducto		Conductor					
								Tipo	Sección (mm)	Tipo Aislación	Sección (mm)	Corriente máxima (A)	Largo (m)		Caída de tensión (V)
9 PFV	1	7500	220/230	Perfil de red chilena 50 Hz	Primo 5.0-1 Fronius	2 X 25 A	2 X 25 A 30 mA	L.p.r.e	25 mm	PVC y Nylon	3,31 mm ²	30	10	1,36	Sala eléctrica
Total															

CUADRO DE CAÍDAS DE TENSIÓN DE ALIMENTADOR UG EN CA

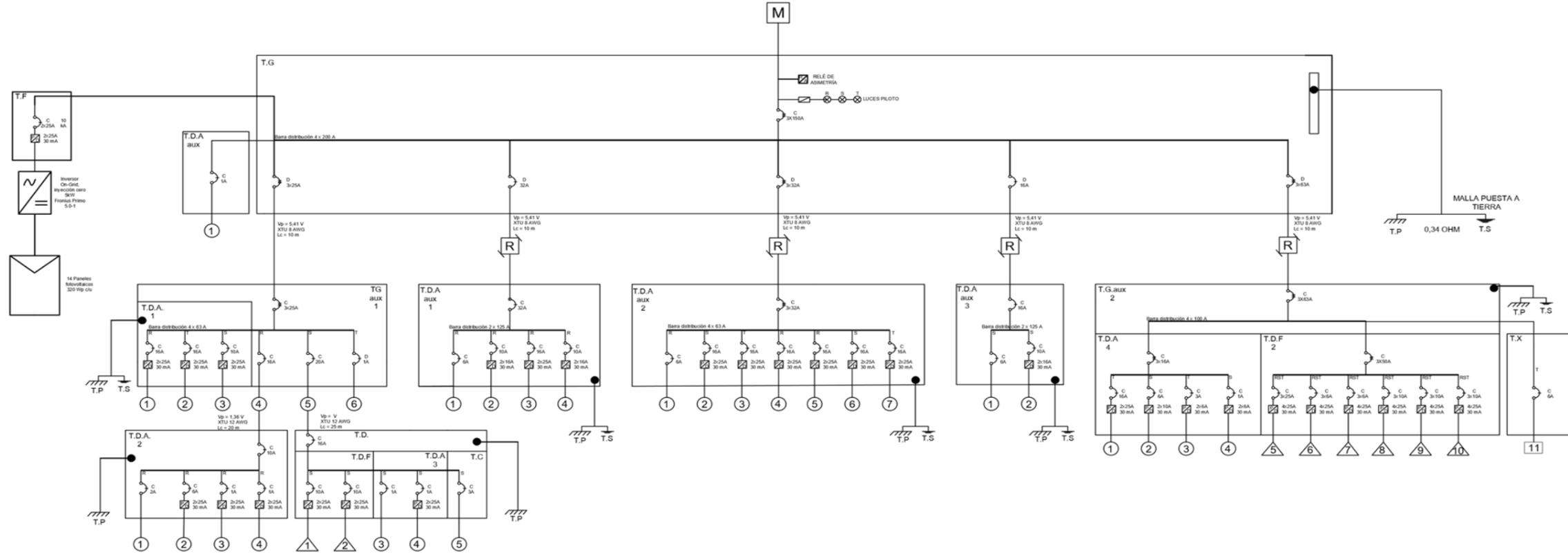
Tramos de alimentador	Capacidad de protección (A)	Tensión de UG en CC (V)	Tensión de UG en AC (220 V o 380 V)	Conductor				Canalización		Caída de Tensión de los diferentes tramos	
				Tipo aislamiento	Sección (mm ²)	Corriente máx de transporte (A)	Largo (m)	Tipo	Sección (mm)	V	% del Vn
UG - Inversor	12	464,8	—	N/A	4	50	10	L.a.g	32 mm	1,08	0,23%
Inversor - TD FV	15	—	220	XLPE	3,31	30	2	b.p.c	200 x 100	0,32	0,14%
TD FV - TG	25	—	220	XLPE	3,31	30	5	b.p.c	200 x 100	1,36	0,61%
TG - Empalme	150	—	220	XLPE	50	51	15	L.p.r.e	75 mm	1,62	0,7%
Total											

CUADRO DE UNIDAD DE GENERACIÓN FOTVOLTAICA / STRING - CC

UG N°	N° String	Módulos o Paneles								String o Cadena				Inversor string				Canalización CC						Ubicación	CROQUIS DE UBICACIÓN	REGISTRO SEC	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE SISTEMA FOTVOLTAICO DE 3kW EN CASA HABITACIÓN			
		Tipo de módulo	Pot. Máx (W)	Corriente operación (A)	Voltaje Voc (V)	Voltaje operación (V)	Corriente cortocircuito (A)	Corriente Máx inversa (A)	Cantidad de módulos	Voltaje Voc (V)	Corriente máx (A)	Pot. Máx (W)	Fusible corriente inversa (A)	Diodo de bloqueo Tensión inversa (V)	Rango Entrada CC		N° Tracker al que está conectado el string	Potencia entrada (W)	Ducto		Conductor									
															V (V)	I (A)			Tipo	Sección (mm)	Tipo Aislación	Sección (mm)	Corriente máxima (A)				Largo (m)	Caída de tensión (V)		
14 PFV	2	Mono	320	9,64	40,7	33,2	10,05	15	2	569,8	10,05	4480	no indica	no indica	80 a 800	12	N/A	5000	L.a.g	25	XLPE	4	50	10	1,08	Techo locales comerciales y sala eléctrica			DIRECCIÓN: LORCA N° 795 ESQUINA LOS LUCLAMOS. COMUNA: QUILLOTA. CIUDAD: QUILLOTA.	LÁMINA: 1 de 8 ESCALA: referencial FECHA: 04-08-2020
Total																													FIRMA: NOMBRE: JULIO VALÉNZUELA RUN:	FIRMA: NOMBRE: RICARDO ARAYA RUN: 20.308.749-7

ANEXO I: LÁMINA 2

DIAGRAMA UNILINEAL GENERAL



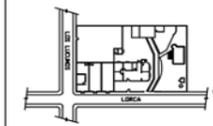
CUADRO RESUMEN DE CARGAS

T.D.A.						T.D.COMP.						T.D.F.					
DESIGNACIÓN	CANTIDAD CTOS.	POTENCIA KW	FASES (A)			DESIGNACIÓN	CANTIDAD CTOS.	POTENCIA KW	FASES (A)			DESIGNACIÓN	CANTIDAD CTOS.	POTENCIA KW	FASES (A)		
			R	S	T				R	S	T				R	S	T
Local comercial de comida	4	5,986			29,45	Local comercial de comida					Local comercial de comida						
Local comercial panadería	7	18,815	33,3	29,32	29,32	Local comercial panadería					Local comercial panadería						
Local comercial de zumba	2	1,544		7,55		Local comercial de zumba					Local comercial de zumba						
Local semi industrial panadería	4	3,506	12,48	4,64		Local semi industrial panadería	1	1,59		2,43	Local semi industrial panadería	6	27,1	44,24	44,24	44,24	
Casa habitación	6	10,951	19,22	20,34	13,92	Casa habitación					Casa habitación						
Sala eléctrica	1	0,052		0,25		Sala eléctrica					Sala eléctrica						
TOTALES	24	40,854	65	62,1	72,69												POTENCIA TOTAL
																	69,54 kW

CUADRO DE RESUMEN

DESIGNACIÓN	CANTIDAD CTOS.	POTENCIA KW	CONDUCTOR
Local comercial de comida	4	5,986	SUPERFLEX 12 AWG
Local comercial panadería	7	18,815	SUPERFLEX 5 x 10 AWG
Local comercial de zumba	2	1,544	SUPERFLEX 12 AWG
Local semi industrial panadería	11	32,196	SUPERFLEX 5 x 4 AWG
Casa habitación	6	10,951	XTU 5 x 12 AWG
Sala eléctrica	1	0,052	TH-IN 14 AWG
TOTAL	31	69,54	

CROQUIS DE UBICACIÓN



REGISTRO SEC

REGULARIZACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASA HABITACIÓN Y LOCALES COMERCIALES

DIRECCIÓN LORCA N° 795
ESQUINA LOS LUJANOS
COMUNA QUILLOTA
CIUDAD QUILLOTA

LÁMINA: 2 de 6
ESCALA: referencial
FECHA: 04-08-2020

ACEPTACIÓN DE PROPIETARIO

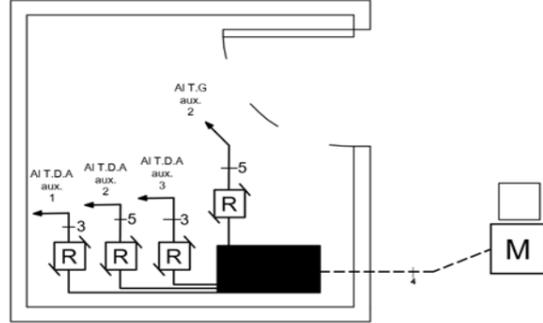
INSTALADOR

FIRMA
NOMBRE: JULIO VALENZUELA
RUT:

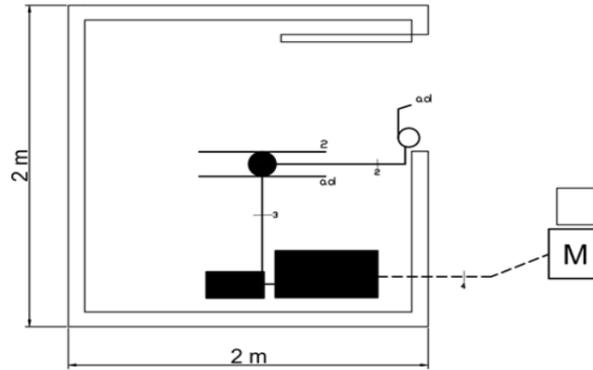
FIRMA
NOMBRE: RICARDO ARAYA
RUT: 20.328.749-7

ANEXO J: LÁMINA 3

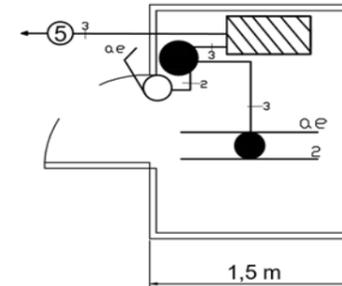
PLANTA DE ALIMENTADORES DE LA INSTALACIÓN (SALA ELÉCTRICA)



PLANTA DE LUMINARIAS SALA ELÉCTRICA



PLANTA DE ILUMINACIÓN POZO



Alimentador T.D.

$V_p = 3\% \cdot 220 = 6,6 \text{ V}$

$S = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / V_p$
 $S = (0,018 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 20) / 6,6$
 $S = 2,72 \text{ mm}^2$
 Sección óptima = 2,72 mm²
 Sección comercial y mínima exigida = 3,31 mm² o 12 AWG

$V_p = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / S$
 $V_p = (0,018 \cdot 2 \cdot 25 \cdot 20) / 3,31$
 $V_p = 5,43 \text{ V}$

CÁLCULOS T.D.A. AUX

CTO 1 $P/V \cdot I_p = 52 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 0,25 \text{ A}$

CÁLCULOS T.D.A. 3

CTO 1 $P/V \cdot I_p = 52 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 0,25 \text{ A}$
 CTO 2 $P/V \cdot I_p = 36 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 0,18 \text{ A}$
I TOTAL $P_t / V \cdot I_p = 88 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 0,43 \text{ A}$

CÁLCULOS T.D.F.

CTO 1 $P/V \cdot I_p = 1276 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 6,23 \text{ A}$
 CTO 2 $P/V \cdot I_p = 1298 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 6,34 \text{ A}$
I TOTAL $P_t / V \cdot I_p = 2574 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 12,58 \text{ A}$

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO SALA ELÉCTRICA

Luminaria utilizada: 26 W
 3900 lm
 f.m: 0,85

Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 2 \cdot 2) / (0,85 \cdot 0,42) = 3361,35 \text{ lm}$

N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 3361,35 / 3900 \cdot 1 = 0,86 \approx 1 \text{ luminaria}$

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO SALA ELÉCTRICA POZO Y PISCINA

Luminaria utilizada: 26 W
 3900 lm
 f.m: 0,85

Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 1,9 \cdot 1,5) / (0,85 \cdot 0,42) = 2394,96 \text{ lm}$

N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 2394,96 / 3900 \cdot 1 = 0,61 \approx 1 \text{ luminaria}$

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO SALA ELÉCTRICA

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO N°	LAMPARAS TUBO LED EQ. LED		Total de Centros	Pot. TOTAL kW	FASE (A)			PROTECCIÓN CIRCUITO		CANALIZACIÓN CONDUCTOR DUCTO			UBICACIÓN
		26W	18W			R	S	T	AUT.	DIF.	tipo	tipo	Ø	
○	1	2	18W	2	0,052			0,25	1A		THHN 14 AWG	t.p.r.v	20mm	Sala eléctrica
	TOTAL	2	2		0,052									

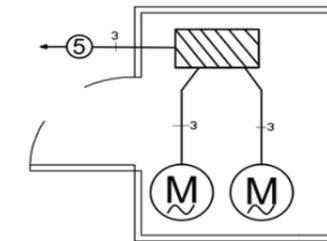
CUADRO DE CARGAS DE FUERZA SALA CONTROL DE BOMBAS

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO N°	CANALIZACIÓN		TAB. DE COMANDO PROTEC.			MOTOR N°	In A	FASE	POTENCIA UTIL.		PARTIDA	POTENCIA ABSORBIDA kW	UBICACIÓN
		COND mm²	DUCTO Ø	DIF.	DISY.	TERM.				H.P	kW			
⚡	1	THHN 14 AWG	25mm	10A			1	6,23A	S	1	0,75	SI	1,276	Bomba pozo sala control de bombas
	2	THHN 14 AWG	25mm	10A			2	6,34A	S	3/4	0,55	SI	1,298	Bomba piscina sala control de bombas
	TOTAL						2	12,58A		1,75	1,3		2,574	

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO SALA CONTROL DE BOMBAS

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO N°	LAMPARAS TUBO LED EQ. LED		Total de Centros	Pot. TOTAL kW	FASE (A)			PROTECCIÓN CIRCUITO		CANALIZACIÓN CONDUCTOR DUCTO			UBICACIÓN
		26W	18W			R	S	T	AUT.	DIF.	tipo	tipo	Ø	
Ⓢ	1	2	18W	2	0,052			0,25	1A		THHN 14 AWG	t.p.r.e	20mm	Luminaria sala control de bombas
	2	2	2	2	0,036			0,18	1A		THHN 14 AWG	t.p.r.e	20mm	Luminaria piscina
	TOTAL	2	2	4	0,088			0,43						

PLANTA DE FUERZA POZO



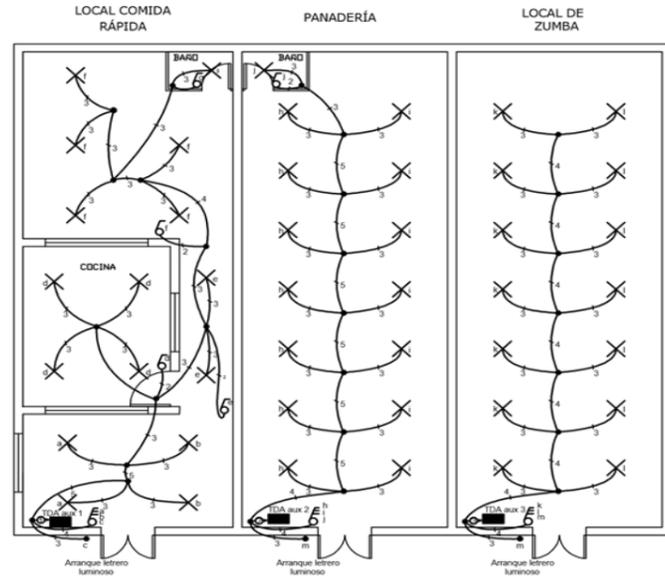
SIMBOLOGÍA

	Tablero de Distribución de Fuerza
	Caja de conexión
	Remarcador de energía
	Relé de asimetría
	Cámara tipo C
	Poste
	Tablero de distribución de Alumbrado
	Enchufe hembra triple de alumbrado
	Enchufe hembra doble de alumbrado
	Enchufe hembra para alumbrado
	Interruptor de un efecto
	Interruptor de tres efectos
	Interruptor de dos efectos
	Fluorescente de 2x26 W
	Disyuntor monofásico
	Diferencial
	Caja de medición
	Enchufe hembra de fuerza trifásico
	Tierra de protección
	Tierra de servicio
	Luz piloto
	Fusible
	Centro de luz
	Portalampara de Emergencia Auto-energizada
	Motor trifásico alterno
	Tablero de Computación
	Inversor
	Paneles fotovoltaicos
	Disyuntor trifásico
	Punto Común de:
	Enchufe Triple
	Enchufe de Telefonía
	Enchufe de Internet
	Enchufe de Computación

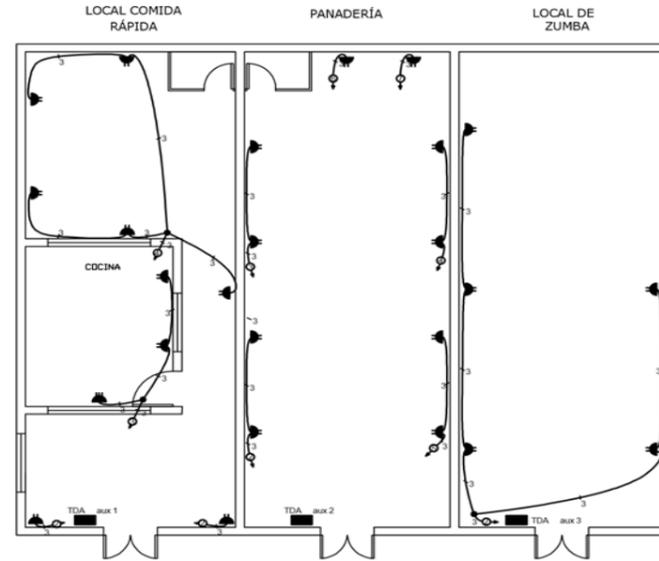
<p>CROQUIS DE UBICACIÓN</p>	<p>REGISTRO SEC</p>	<p>REGULARIZACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASA HABITACIÓN Y LOCALES COMERCIALES</p>	
		<p>DIRECCION: LORCA N° 795 ESQUINA LOS LUCUMOS COMUNA: QUILLOTA CIUDAD: QUILLOTA</p>	<p>Lámina: 3 de 8 ESCALA: referencial FECHA: 04-08-2020</p>
<p>ACEPTACIÓN DE PROPIETARIO</p>		<p>INSTALADOR</p>	
<p>FIRMA NOMBRE: JULIO VALENZUELA RUT:</p>		<p>FIRMA NOMBRE: RICARDO ARAYA RUT: 20.308.749-7</p>	

ANEXO K: LÁMINA 4

PLANTA DE ILUMINACIÓN LOCALES COMERCIALES



PLANTA DE ENCHUFES LOCALES COMERCIALES



CÁLCULOS T.D.A. aux 1
 CTO 1 $P/(V \cdot \text{fp}) = 836 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 4,08 \text{ A}$
 CTO 2 $P/(V \cdot \text{fp}) = 1400 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 7,03 \text{ A}$
 CTO 3 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 14,67 \text{ A}$
 CTO 4 $P/(V \cdot \text{fp}) = 750 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 3,67 \text{ A}$
I TOTAL $\Sigma I_n = 4,08 + 7,03 + 14,67 + 3,67 = 29,45 \text{ A}$

Alimentador:
 $V_p = 3\% \cdot 220 = 6,6 \text{ V}$
 $S = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / V_p$
 $S = (0,018 \cdot 2 \cdot 17 \cdot 32) / 6,6$
 $S = 2,96 \text{ mm}^2$
 Sección óptima = 2,96 mm²
 Sección comercial = 12 AWG = 3,31 mm²

CÁLCULOS T.D.A. aux 2
 CTO 1 $P/(V \cdot \text{fp}) = 815 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 3,7 \text{ A}$
 CTO 2 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 13,63 \text{ A}$
 CTO 3 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 13,63 \text{ A}$
 CTO 4 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 13,63 \text{ A}$
 CTO 5 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 13,63 \text{ A}$
 CTO 6 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 13,63 \text{ A}$
 CTO 7 $P/(V \cdot \text{fp}) = 3000 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 13,63 \text{ A}$
I TOTAL $P_t / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{fp}) = 18815 \text{ W} / (\sqrt{3} \cdot 380\text{V} \cdot 0,93) = 30,74 \text{ A}$

Alimentador:
 $V_p = 3\% \cdot 380 = 11,4 \text{ V}$
 $S = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / V_p$
 $S = (0,018 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 32) / 11,4$
 $S = 0,6 \text{ mm}^2$
 Sección óptima = 0,6 mm²
 Sección comercial = 10 AWG = 5,26 mm²

CÁLCULOS T.D.A. aux 3
 CTO 1 $P/(V \cdot \text{fp}) = 794 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 3,88 \text{ A}$
 CTO 2 $P/(V \cdot \text{fp}) = 750 \text{ W} / 220\text{V} \cdot 0,93 = 3,67 \text{ A}$
I TOTAL $\Sigma I_n = 3,88 + 3,67 = 7,55 \text{ A}$

Alimentador:
 $V_p = 3\% \cdot 220 = 6,6 \text{ V}$
 $S = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / V_p$
 $S = (0,018 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 16) / 6,6$
 $S = 0,61 \text{ mm}^2$
 Sección óptima = 0,61 mm²
 Sección comercial = 12 AWG = 3,31 mm²

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO PANADERÍA Y LOCAL DE ZUMBA
 Luminaria utilizada: 21 W / 2100 lm / f.m: 0,85
 Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 12,2 \cdot 4,6) / (0,85 \cdot 0,81)$
 $= 24453,159 \text{ lm}$
N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 24453,159 / 2100 \cdot 1$
 $= 11,64 = 12 \text{ luminarias}$

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO LOCAL COMIDA RÁPIDA
 Luminaria utilizada: 21 W / 2100 lm / f.m: 0,85
Recepción:
 Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 2,9 \cdot 4,6) / (0,85 \cdot 0,63)$
 $= 7473,389 \text{ lm}$
N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 7473,389 / 2100 \cdot 1$
 $= 3,55 = 4 \text{ luminarias}$
Pasillo:
 Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 4,1 \cdot 1,2) / (0,85 \cdot 0,55)$
 $= 3157,219 \text{ lm}$
N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 3157,219 / 2100 \cdot 1$
 $= 1,5 = 2 \text{ luminarias}$
Cocina:
 Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 4,1 \cdot 3,3) / (0,85 \cdot 0,63)$
 $= 7579,831 \text{ lm}$
N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 7579,831 / 2100 \cdot 1$
 $= 3,61 = 4 \text{ luminarias}$
Sector sillas:
 Flujo total $[\phi_t] = (E_m \cdot L \cdot a) / (f_m \cdot f_c)$
 $= (300 \cdot 4,8 \cdot 4,7) / (0,85 \cdot 0,7)$
 $= 11374,789 \text{ lm}$
N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
 $= 11374,789 / 2100 \cdot 1$
 $= 5,41 = 5 \text{ luminarias}$

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO LOCAL DE ZUMBA

TDA aux 3	CTO. N°	FOCO LED			LETRERO LUMINOSO			ENCHUFES			TOTAL CENTROS	POTENCIA kW	FASE	PROTECCIONES		CANALIZACIÓN		UBICACIÓN
		21 W	500 W	0,15 kW	0,7 kW	1 kW	R	S	T	DIF.				DIY.	CONDUCTOR TIPO	DUCTO TIPO		
○	1	14	1	—	—	—	15	0,794	3,88	—	—	—	—	6 A	EVAFLEX	1,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Iluminación letrero y local zumba
	2	—	—	5	—	—	5	0,75	3,67	2x16Ax30mA	10 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	—	—	—	Enchufes local zumba
TOTAL	3	14	1	5	—	—	20	1,544	7,55	—	—	—	—	—	—	—	—	—

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PANADERÍA

TDA aux 2	CTO. N°	FOCO LED			LETRERO LUMINOSO			ENCHUFES			TOTAL CENTROS	POTENCIA kW	FASE	PROTECCIONES		CANALIZACIÓN		UBICACIÓN
		21 W	500 W	1,5 kW	3 kW	R	S	T	DIF.	DIY.				CONDUCTOR TIPO	DUCTO TIPO			
○	1	15	1	—	—	—	16	0,815	3,98	—	—	—	—	6 A	EVAFLEX	1,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Iluminación panadería, baño y letrero luminoso
	2	—	—	2	—	—	2	3	—	14,66 A	—	2x25 A 30 mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Enchufe panadería	
	3	—	—	2	—	—	2	3	—	14,66 A	—	2x25 A 30 mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Enchufe panadería	
	4	—	—	2	—	—	2	3	14,66 A	—	—	2x25 A 30 mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Enchufe panadería	
	5	—	—	2	—	—	2	3	14,66 A	—	—	2x25 A 30 mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Enchufe panadería	
	6	—	—	—	1	—	1	3	—	14,66 A	—	—	2x25 A 30 mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Enchufe panadería
	7	—	—	—	1	—	1	3	—	14,66 A	—	—	2x25 A 30 mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	Enchufe panadería
TOTAL	7	15	1	8	2	—	26	18,815	33,3 A	29,32 A	29,32 A	—	—	—	—	—	—	—

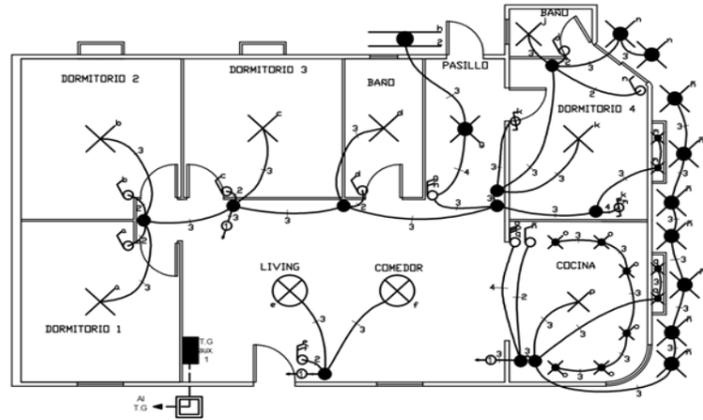
CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO LOCAL COMIDA RÁPIDA

TDA aux 1	CTO. N°	FOCO LED			LETRERO LUMINOSO			ENCHUFES			TOTAL CENTROS	POTENCIA kW	FASE	PROTECCIONES		CANALIZACIÓN		UBICACIÓN	
		21 W	500 W	0,15 kW	0,7 kW	1 kW	R	S	T	DIF.				DIY.	CONDUCTOR TIPO	DUCTO TIPO			
○	1	16	1	—	—	—	17	0,836	4,08	—	—	—	—	6 A	EVAFLEX	1,5mm ²	t.p.r.e 20 mm	Iluminación letrero, recepción, cocina, pasillo, baño y sector sillas	
	2	—	—	—	2	—	2	1,4	7,03	2x16Ax30mA	10 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	—	—	—	Enchufes refrigeradores recepción	
	3	—	—	—	—	3	—	3	3,0	14,67	2x25Ax30mA	16 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	—	—	—	Enchufes cocina
	4	—	—	5	—	—	5	0,75	3,67	2x16Ax30mA	10 A	EVAFLEX	2,5mm ²	t.p.r.e 20mm	—	—	—	Enchufes público en general sector sillas y pasillo	
TOTAL	3	16	1	5	2	3	27	5,986	29,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

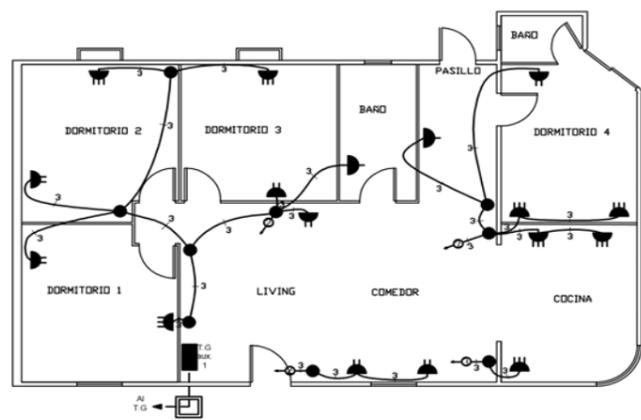
CROQUIS DE UBICACIÓN 	REGISTRO SEC	REGULARIZACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASA HABITACIÓN Y LOCALES COMERCIALES	
		DIRECCION: LORCA N° 795 ESQUINA LOS LUCUMOS C/OMINA: QUILLOTA CIUDAD: QUILLOTA	LÁMINA: 4 de 6 ESCALA: 1:100 FECHA: 04-08-2020
ACEPTACIÓN DE PROPIETARIO		INSTALADOR	
FIRMA: NOMBRE: JULIO VALENZUELA RUN:		FIRMA: NOMBRE: RICARDO ARAYA RUN: 20.308.749-7	

ANEXO L: LÁMINA 5

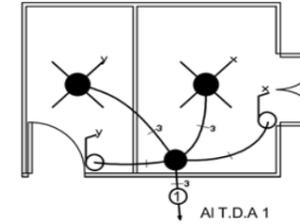
PLANTA DE ILUMINACIÓN CASA HABITACIÓN



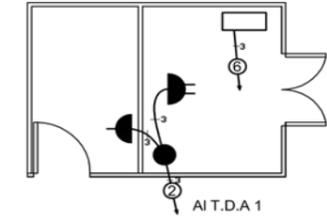
PLANTA DE ENCHUFES CASA HABITACIÓN



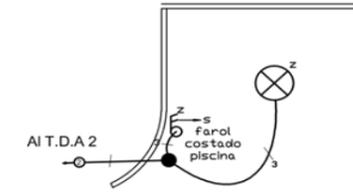
PLANTA DE ILUMINACIÓN LAVANDERÍA Y BAÑO



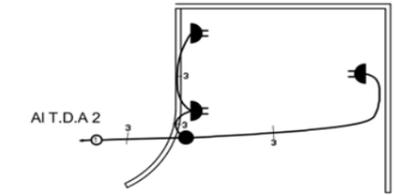
PLANTA DE ENCHUFES LAVANDERÍA Y BAÑO



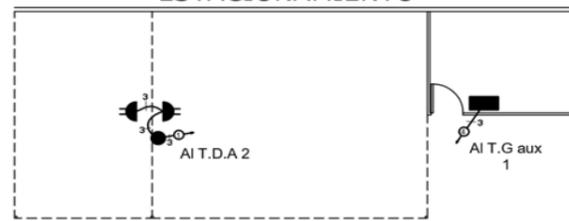
PLANTA DE ILUMINACIÓN QUINCHO



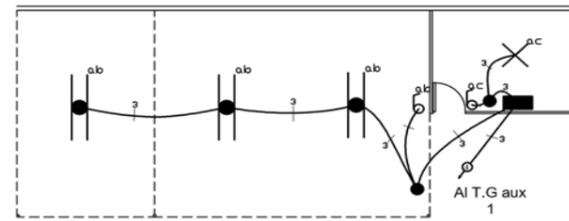
PLANTA DE ENCHUFES QUINCHO



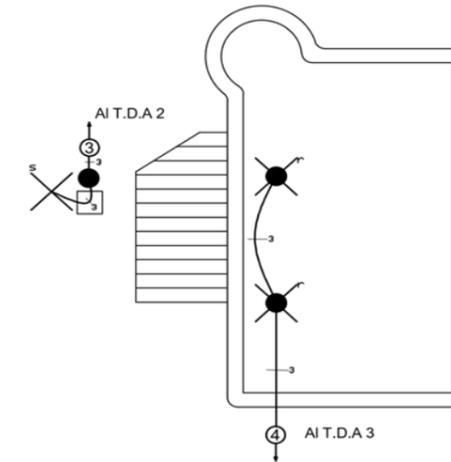
PLANTA DE ENCHUFES ESTACIONAMIENTO



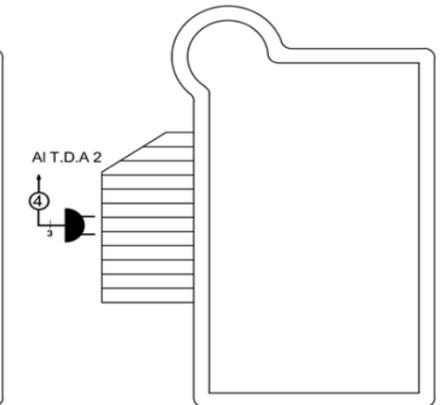
PLANTA DE ILUMINACIÓN ESTACIONAMIENTO



PLANTA DE ILUMINACIÓN PISCINA



PLANTA DE ENCHUFES PISCINA



CÁLCULOS T.G. aux 1

CTO 1 P/V*fp = 2562 W / 220V*0,93 = 12,52 A
 CTO 2 P/V*fp = 2700 W / 220V*0,93 = 13,19 A
 CTO 3 P/V*fp = 1500 W / 220 V*0,93 = 7,33 A
 CTO 4 P/V*fp = 1377 W / 220 V*0,93 = 6,7 A
 CTO 5 P/V*fp = 2662 W / 220 V*0,93 = 13,01 A
 CTO 6 P/V*fp = 150 W / 220 V*0,93= 0,73 A
 I TOTAL Pt / V*fp = 10951 W / 1,73* 380V*0,93 = 17,89 A

Alimentador:
 Vp = 3%*380 = 11,4 V
 S = (rho * k * L * I) / Vp
 S = (0,018 * 1 * 15 * 25) / 11,4
 S = 0,59 mm²
 Sección óptima = 0,59 mm²
 Sección comercial = 3,31 mm² o 12 AWG

Vp = (rho * k * L * I) / S
 Vp = (0,018 * 1 * 15 * 25) / 3,31
 Vp = 2,039 V

CÁLCULOS T.D.A. 2

CTO 1 P/V*fp = 377 W / 220 V*0,93 = 1,84 A
 CTO 2 P/V*fp = 750 W / 220 V*0,93 = 3,66 A
 CTO 3 P/V*fp = 100 W / 220 V*0,93 = 0,48 A
 CTO 4 P/V*fp = 150 W / 220 V*0,93 = 0,73 A
 I TOTAL Pt / V*fp = 1377 W / 220 V*0,93 = 6,7 A

Alimentador:
 Vp = 3%*220 = 6,6 V
 S = (rho * k * L * I) / Vp
 S = (0,018 * 2 * 20 * 10) / 6,6
 S = 1,09 mm²
 Sección óptima = 1,09 mm²
 Sección comercial y mínima exigida = 3,31 mm² o 12 AWG

Vp = (rho * k * L * I) / S
 Vp = (0,018 * 2 * 20 * 10) / 3,31
 Vp = 2,17 V

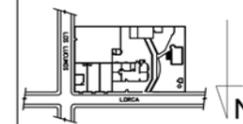
CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO CASA HABITACIÓN EXTERIOR

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO Nº	ENCHUFES		OTROS	LÁMPARAS			Total de Centros	Pot. TOTAL kW	FASE (A)			PROTECCIÓN CIRCUITO		CANALIZACIÓN			UBICACIÓN
		150W	1,5 kW		TUBO LED	EQ. LED	port.			R	S	T	AUT.	DIF.	CONDUCTOR	DUCTO	Ø	
4	1				26W	21W	100W	9	0,377	1,84			2A	THHN 14 AWG	t.p.re	20mm	Quincho, bodega y estacionamientos	
	2	5					5	0,75	3,66			6A	THHN 14 AWG	t.p.re	20mm	Quincho		
	3						1	0,1	0,48			1A	XTU 14 AWG	t.p.rs	20mm	Piscina		
	4	1					1	0,15	0,73			1A	XTU 14 AWG	t.p.rs	20mm	Piscina		
TOTAL	6				6	1	3	16	1,377	6,71			10A	XTU 12 AWG	t.p.rs	25mm	Alimentador	

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO CASA HABITACIÓN

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO Nº	ENCHUFES		OTROS	LÁMPARAS			Total de Centros	Pot. TOTAL kW	FASE (A)			PROTECCIÓN CIRCUITO		CANALIZACIÓN			UBICACIÓN
		150W	1,5 kW		TUBO LED	EQ. LED	port.			R	S	T	AUT.	DIF.	CONDUCTOR	DUCTO	Ø	
O	1				26W	21W	100W	35	2,562	12,52			16A	THHN 14 AWG	t.p.re	20mm	Dormitorios, living, comedor, cocina, baños y duchas.	
	2	18					18	2,7				16A	THHN 14 AWG	t.p.re	20mm	Cocina		
	3		1					1	1,5		7,33		10A	THHN 14 AWG	t.p.re	20mm	Dormitorios, living, comedor, cocina, exterior, lavandería, baños y duchas.	
	4												10A	XTU 12 AWG	t.p.re	20mm	Alimentador de T.D.A.2 - Cuadro de carga independiente	
	5												20A	XTU 12 AWG	t.p.re	20mm	Alimentador de T.D. - Cuadro de carga independiente	
	6	1						1	0,15		0,73		1A	THHN 14 AWG	t.p.re	20mm	Alimentador de controlador de riesgo	
TOTAL	18	1			2	10	21	55	6,912	12,52	8,06	13,19						

CROQUIS DE UBICACIÓN



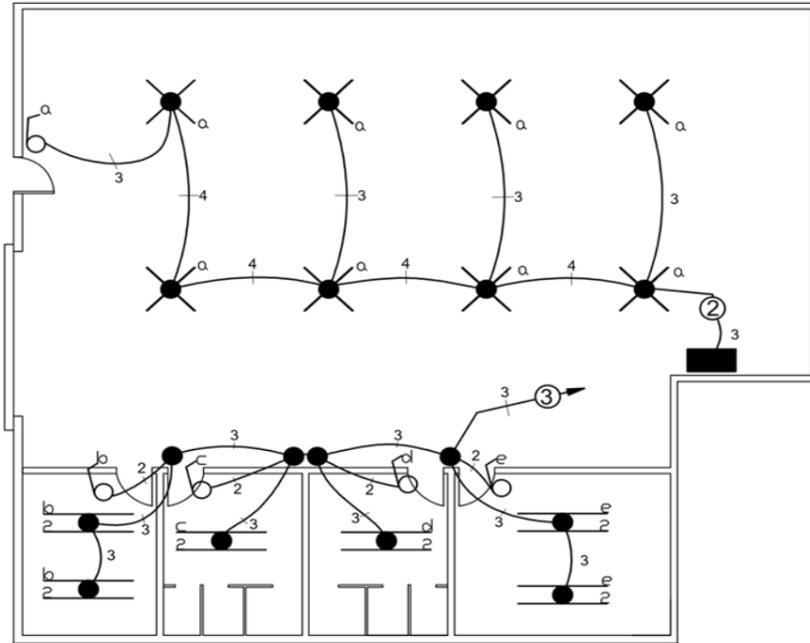
REGISTRO SEC

REGULARIZACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASA HABITACIÓN Y LOCALES COMERCIALES

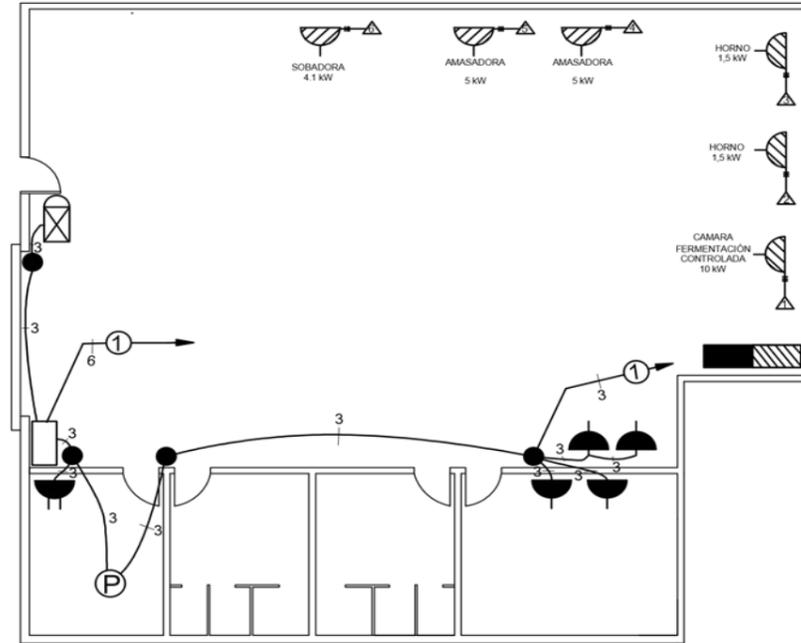
DIRECCION LORCA N° 756 ESQUINA LOS LUCUMOS CARRERA QUILLOTA CIUDAD QUILLOTA	LÁMINA: 5 de 6 ESCALA: referencial FECHA: 04-08-2020
ACEPTACIÓN DE PROPIETARIO	INSTALADOR
FIRMA NOMBRE: JULIO VALENZUELA RUT:	FIRMA NOMBRE: RICARDO ARAYA RUT: 20.308.749-7

ANEXO M: LÁMINA 6

PLANTA DE ILUMINACIÓN PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL



PLANTA DE ENCHUFES PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL



CÁLCULOS T.D.F.2

CTO 1 $P/V \cdot fp \cdot 1,73 = 10 \text{ kW} / 380V \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 16,33 \text{ A}$

CTO 2 $P/V \cdot fp \cdot 1,73 = 1,5 \text{ kW} / 380V \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 2,45 \text{ A}$

CTO 3 $P/V \cdot fp \cdot 1,73 = 1,5 \text{ kW} / 380V \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 2,45 \text{ A}$

CTO 4 $P/V \cdot fp \cdot 1,73 = 5 \text{ kW} / 380V \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 8,16 \text{ A}$

CTO 5 $P/V \cdot fp \cdot 1,73 = 5 \text{ kW} / 380V \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 8,16 \text{ A}$

CTO 6 $P/V \cdot fp \cdot 1,73 = 4,1 \text{ kW} / 380V \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 6,69 \text{ A}$

I TOTAL $P_t / V \cdot fp = 27,1 \text{ kW} / 380 \cdot 0,93 \cdot 1,73 = 44,24 \text{ A}$

CÁLCULOS T.D.A. 4

CTO 1 $P/V \cdot fp = 2140 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 10,45 \text{ A}$

CTO 2 $P/V \cdot fp = 800 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 3,91 \text{ A}$

CTO 3 $P/V \cdot fp = 416 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 2,03 \text{ A}$

CTO 4 $P/V \cdot fp = 150 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 0,93 = 0,73 \text{ A}$

I fase S = Cto2+Cto4 = 3,91A+0,73A = 4,64 A

I fase T = Cto1+Cto3 = 10,45A+2,03A = 12,48 A

Alimentador T.G.aux.2

$V_p = 3\% \cdot 380 = 11,4 \text{ V}$

$S = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / V_p$

$S = (0,018 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 63) / 11,4$

$S = 2,48 \text{ mm}^2$

Sección óptima = 2,48 mm²

Sección comercial y mínima exigida = 3,31 mm² o 12 AWG

$V_p = (\rho \cdot k \cdot L \cdot I) / S$

$V_p = (0,018 \cdot 1 \cdot 25 \cdot 63) / 3,31$

$V_p = 8,56 \text{ V}$

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO SECTOR DE TRABAJO

Luminaria utilizada: 69 W
1000 lm
fm: 0,85

Flujo total $[\phi_t] = (Em \cdot L \cdot a) / (fm \cdot fc)$
= $(300 \cdot 17,65 \cdot 11,35) / (0,85 \cdot 0,97)$
= 72890,539 lm

N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
= $72890,539 \text{ lm} / 10000 \cdot 1$
= 7,29 = 8 luminarias

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO COMEDOR

Luminaria utilizada: 26 W
3900 lm
fm: 0,85

Flujo total $[\phi_t] = (Em \cdot L \cdot a) / (fm \cdot fc)$
= $(150 \cdot 4,84 \cdot 4) / (0,85 \cdot 0,75)$
= 4555,29 lm

N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
= $4555,29 \text{ lm} / 3900 \text{ lm} \cdot 1$
= 1,17 = 1 luminaria

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO OFICINA

Luminaria utilizada: 26 W
3900 lm
fm: 0,85

Flujo total $[\phi_t] = (Em \cdot L \cdot a) / (fm \cdot fc)$
= $(400 \cdot 4 \cdot 2,9) / (0,85 \cdot 0,67)$
= 8147,497 lm

N° Luminarias [N] = $\phi_t / n \cdot \phi_l$
= $8147,497 \text{ lm} / 3900 \text{ lm} \cdot 1$
= 2,089 = 2 luminarias

CUADRO DE CARGAS DE COMPUTACIÓN PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL

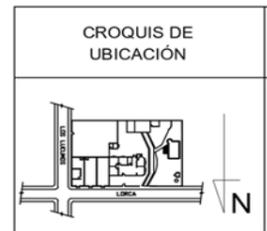
DESIGNACIÓN TABLERO	CTO N°	ENCH. 500W	TOTAL CENTROS	POTENCIA kW	FASE			PROTECCIONES		CANALIZACIÓN			UBICACIÓN
					R	S	T	DIF.	AUT.	CONDUCTOR	DUCTO	Ø	
	11	1	1	0,5kW				2,44 A	6 A	TH#N 14 AWG	b.p.c.	Ø	Oficina administrativa
	TOTAL			0,5kW				2,44 A					

CUADRO DE CARGAS DE FUERZA PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO N°	CANALIZACIÓN		TAB. DE COMANDO PROTEC.			MOTOR N°	In A	FASES	POTENCIA		PARTIDA	TIPO DE ENCHUFES	UBICACIÓN
		COND mm²	DUCTO Ø	DIF.	DISY.	TERM.				H.P.	KW.			
	5	TH#N 14 AWG	25mm	3x25A			1	16,33A	R-S-T	10	SI	Empotrado 32A	Sector de trabajo (fermentación)	
	6	TH#N 14 AWG	25mm	3x6A			2	2,45A	R-S-T	1,5	SI	Empotrado 16A	Sector de trabajo (horneado)	
	7	TH#N 14 AWG	25mm	3x6A			3	2,45A	R-S-T	1,5	SI	Empotrado 16A	Sector de trabajo (horneado)	
	8	TH#N 14 AWG	25mm	3x10A			4	8,16A	R-S-T	5	SI	Empotrado 16A	Sector de trabajo (amasado)	
	9	TH#N 14 AWG	25mm	3x10A			5	8,16A	R-S-T	5	SI	Empotrado 16A	Sector de trabajo (amasado)	
	10	TH#N 14 AWG	25mm	3x10A			6	6,69A	R-S-T	4,1	SI	Empotrado 16A	Sector de trabajo (sobado)	
	TOTAL						6	44,24A		27,1				

CUADRO DE CARGAS DE ALUMBRADO PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL

DESIGNACIÓN TABLERO	CTO N°	ENCHUFES			LÁMPARAS			Total de Centros	Pot. TOTAL kW	FASE (A)			PROTECCIÓN CIRCUITO	CANALIZACIÓN			UBICACIÓN
		150W	170W	1,5 kW	TUBO LED 25W	EQ. LED 100W	emerg. 150W			R	S	T		AUT.	DIF.	CONDUCTOR	
	1	2	2	1			5	2,14				16A	TH#N 14 AWG	t.p.re	20mm	Oficina administrativa, comedor, baños y duchas.	
	2						8	0,8		3,91		6A	TH#N 14 AWG	t.p.re	20mm	Sector de trabajo (Amasado, sobado, formación, fermentación y horneado)	
	3				16		16	0,416		2,03		3A	TH#N 14 AWG	t.p.re	20mm	Oficina administrativa, comedor, baños y duchas.	
	4						1	0,15		0,73		1A	TH#N 14 AWG	t.p.re	20mm	Sector de trabajo (Amasado, sobado, formación, fermentación y horneado)	
	TOTAL							3,506		4,64							



REGISTRO SEC

DIRECCION LORCA N° 705 ESQUINA LOS LUCUMOS. COMUNA QUILLOTA. CIUDAD QUILLOTA.	LÁMINA 6 de 6 ESCALA 1:100 FECHA: 04-08-2020
ACEPTACIÓN DE PROPIETARIO	INSTALADOR
FIRMA NOMBRE: JULIO VALENZUELA RÚN:	FIRMA NOMBRE: RICARDO ARAYA RÚN:

REGULARIZACIÓN INSTALACIÓN ELÉCTRICA CASA HABITACIÓN Y LOCALES COMERCIALES

ANEXO Ñ

DATOS DEL INSTALADOR		PRESUPUESTO	
Nombre	Francisco J. Martínez Ramírez Ricardo A. Araya Cisternas	Fecha	04-08-2020
Teléfono	9 6775 6375 9 36267405	Comuna	Quillota
Correo	franciscomartinez@gmail.com ricardoaraya.alex@gmail.com		

DATOS CLIENTE	
Nombre	Juan Valenzuela
Teléfono	
Correo	
Proyecto	Regularización de instalación eléctrica de casa habitación y locales comerciales
Dirección	Lorca N° 795, esquina Los Lácumos, Quillota, Chile.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN LOCAL DE COMIDA RÁPIDA					
1					
1.1	Tablero embutido de 24 espacios	un	1	\$ 23.626	\$ 23.626
1.2	Disyuntor monofásico C10 A 6kA	un	2	\$ 1.878	\$ 3.756
1.3	Disyuntor monofásico C16 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 1.878
1.4	Disyuntor monofásico C6 A 6kA	un	1	\$ 1.621	\$ 1.621
1.5	Disyuntor monofásico C32 A 6kA	un	1	\$ 1.916	\$ 1.916
1.6	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	un	3	\$ 13.611	\$ 40.833
1.7	Barra repartidora bipolar 125 A	un	1	\$ 10.008	\$ 10.008
1.8	Regleta para riel din tierra de protección	un	1	\$ 3.012	\$ 3.012
1.9	Cable EVA FLEX 1,5 mm rojo	mts	55	\$ 134	\$ 7.370
1.10	Cable EVA FLEX 1,5 mm blanco	mts	55	\$ 134	\$ 7.370
1.11	Cable EVA FLEX 1,5 mm verde	mts	55	\$ 134	\$ 7.370
1.12	Cable EVA FLEX 2,5 mm2 rojo	mts	60	\$ 221	\$ 13.260
1.13	Cable EVA FLEX 2,5 mm2 blanco	mts	60	\$ 221	\$ 13.260
1.14	Cable EVA FLEX 2,5 mm2 verde	mts	60	\$ 221	\$ 13.260
1.15	t.p.r libre de halógeno 3 m 20 mm	un	35	\$ 3.700	\$ 129.500
1.16	Terminal libre de halógeno 20 m	un	70	\$ 600	\$ 42.000
1.17	Interruptor 9/12	un	4	\$ 1.235	\$ 4.940
1.18	Interruptor 9/32	un	1	\$ 2.760	\$ 2.760
1.19	Enchufe triple 10 A	un	1	\$ 2.785	\$ 2.785
1.20	Enchufe doble 10 A	un	9	\$ 2.024	\$ 18.216
1.21	Caja de derivación libre de halógeno	un	17	\$ 311	\$ 5.287
1.22	Barra toma a tierra 5/8 1,5 m	un	1	\$ 7.603	\$ 7.603
1.23	Conector bronce para barra 5/8	un	1	\$ 1.171	\$ 1.171
1.24	Luminaria LED embutida	un	16	\$ 4.990	\$ 79.840
Sub-total A					\$ 442.642
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN LOCAL PANADERÍA					
2					
2.1	Tablero embutido de 24 espacios	un	1	\$ 23.626	\$ 23.626
2.2	Disyuntor monofásico C16 A 6kA	un	6	\$ 1.878	\$ 11.268
2.3	Disyuntor monofásico C6 A 6kA	un	1	\$ 1.621	\$ 1.621
2.4	Disyuntor trifásico 3 x C32 A 6kA	un	1	\$ 99.624	\$ 99.624
2.5	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	un	6	\$ 13.611	\$ 81.666
2.6	Barra repartidora tetrapolar 63 A	un	1	\$ 14.749	\$ 14.749
2.7	Regleta para riel din tierra de protección	un	1	\$ 3.012	\$ 3.012
2.8	Cable THHN 14 AWG rojo	mts	60	\$ 211	\$ 12.660
2.9	Cable THHN 14 AWG blanco	mts	60	\$ 211	\$ 12.660
2.10	Cable THHN 14 AWG verde	mts	60	\$ 211	\$ 12.660
2.11	Cable THHN 12 AWG mm2 rojo	mts	60	\$ 317	\$ 19.020
2.12	Cable THHN 12 AWG blanco	mts	60	\$ 317	\$ 19.020
2.13	Cable THHN 12 AWG verde	mts	60	\$ 317	\$ 19.020
2.14	t.p.r 6 m 20 mm	un	20	\$ 894	\$ 17.880
2.15	Salida de caja pvc 20 m	un	70	\$ 29	\$ 2.030
2.16	Interruptor 9/12	un	1	\$ 1.235	\$ 1.235
2.17	Interruptor 9/32	un	1	\$ 2.760	\$ 2.760
2.18	Enchufe doble 10 A	un	10	\$ 2.024	\$ 20.240
2.19	Caja de derivación embutida	un	22	\$ 195	\$ 4.290
2.20	Barra toma a tierra 5/8 1,5 m	un	1	\$ 7.603	\$ 7.603
2.21	Conector bronce para barra 5/8	un	1	\$ 1.171	\$ 1.171
2.22	Luminaria LED embutida	un	15	\$ 4.990	\$ 74.850
Sub-total B					\$ 462.665

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN LOCAL DE ZUMBA					
3	Tablero embutido de 20 espacios	un	1	\$ 20.362	\$ 20.362
3.2	Disyuntor monofásico C10 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 1.878
3.3	Disyuntor monofásico C16 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 1.878
3.4	Disyuntor monofásico C6 A 6kA	un	1	\$ 1.621	\$ 1.621
3.5	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	un	1	\$ 13.611	\$ 13.611
3.6	Barra repartidora bipolar 125 A	un	1	\$ 10.008	\$ 10.008
3.7	Regleta para riel din tierra de protección	un	1	\$ 3.012	\$ 3.012
3.8	Cable EVAFLEX 1,5 mm rojo	mts	60	\$ 134	\$ 8.040
3.9	Cable EVAFLEX 1,5 mm blanco	mts	60	\$ 134	\$ 8.040
3.10	Cable EVAFLEX 1,5 mm verde	mts	60	\$ 134	\$ 8.040
3.11	Cable EVAFLEX 2,5 mm2 rojo	mts	60	\$ 221	\$ 13.260
3.12	Cable EVAFLEX 2,5 mm2 blanco	mts	60	\$ 221	\$ 13.260
3.13	Cable EVAFLEX 2,5 mm2 verde	mts	60	\$ 221	\$ 13.260
3.14	t.p.r libre de halógeno 3 m 20 mm	un	35	\$ 3.700	\$ 129.500
3.15	Terminal libre de halógeno 20 m	un	70	\$ 600	\$ 42.000
3.16	Interruptor 9/32	un	1	\$ 2.760	\$ 2.760
3.17	Enchufe doble 10 A	un	9	\$ 2.024	\$ 18.216
3.18	Caja de derivación libre de halógeno	un	16	\$ 311	\$ 4.976
3.19	Barra toma a tierra 5/8 1,5 m	un	1	\$ 7.603	\$ 7.603
3.20	Conector bronce para barra 5/8	un	1	\$ 1.171	\$ 1.171
3.21	Luminaria LED embutida	un	14	\$ 4.990	\$ 69.860
Sub-total C					\$ 392.356
INSTALACIÓN CASA HABITACIÓN					
4	Tablero embutido de 24 espacios	un	1	\$ 23.626	\$ 23.626
4.2	Disyuntor monofásico C16 A 6kA	un	3	\$ 1.878	\$ 5.634
4.3	Disyuntor monofásico C20 A 6 kA	un	1	\$ 4.126	\$ 4.126
4.4	Disyuntor monofásico C1 A 6 kA	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
4.5	Disyuntor monofásico C10 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 1.878
4.6	Disyuntor trifásico 3 x C25 A 6kA	un	1	\$ 52.514	\$ 52.514
4.7	Interruptor diferencial 2x25A 30mA	un	9	\$ 13.611	\$ 122.499
4.8	Barra repartidora tetrapolar 63 A	un	1	\$ 14.749	\$ 14.749
4.9	Regleta para riel din tierra de protección	un	1	\$ 3.012	\$ 3.012
4.10	Cable THHN 14 AWG rojo	mts	50	\$ 211	\$ 10.550
4.11	Cable THHN 14 AWG blanco	mts	50	\$ 211	\$ 10.550
4.12	Cable THHN 14 AWG verde	mts	50	\$ 211	\$ 10.550
4.13	Cable THHN 12 AWG rojo	mts	50	\$ 317	\$ 15.850
4.14	Cable THHN 12 AWG blanco	mts	50	\$ 317	\$ 15.850
4.15	Cable THHN 12 AWG verde	mts	50	\$ 317	\$ 15.850
4.16	Unión de resina	un	1	\$ 24.044	\$ 24.044
4.17	Cámara tipo C	un	1	\$ 26.476	\$ 26.476
Sub-total D					\$ 360.758
SALA CONTROL DE BOMBAS					
5	Perfil cuadrado 2 x 2	un	4	\$ 3.590	\$ 14.360
5.2	Electrodo 6011	un	1	\$ 2.980	\$ 2.980
5.3	Anticorrosivo	un	1	\$ 7.490	\$ 7.490
5.4	Plancha 5V zinc 3m	un	1	\$ 8.200	\$ 8.200
5.5	Calamina acanalada de zinc 2m	un	2	\$ 4.490	\$ 8.980
5.6	Remache 4x6 mm 100 un	un	1	\$ 1.600	\$ 1.600
5.7	Disyuntor monofásico C6 A 6kA	un	1	\$ 1.621	\$ 1.621
5.8	Disyuntor monofásico C3 A 6 kA	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
5.9	Disyuntor monofásico C10 A 6kA	un	2	\$ 1.878	\$ 3.756
5.10	Disyuntor monofásico C16 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 1.878
5.11	Disyuntor monofásico C1 A 6 kA	un	2	\$ 3.000	\$ 6.000
5.12	Interruptor diferencial 2x25 A 30mA	un	1	\$ 13.611	\$ 13.611
5.13	t.p.r 6 m 20 mm	un	4	\$ 1.308	\$ 5.232
5.14	Salida de caja pvc 20 m	un	15	\$ 29	\$ 435
5.15	Interruptor 9/12	un	1	\$ 1.235	\$ 1.235
5.16	Caja de derivación embutida	un	3	\$ 195	\$ 585
5.17	Barra toma a tierra 5/8 1,5 m	un	1	\$ 7.603	\$ 7.603
5.18	Conector bronce para barra 5/8	un	1	\$ 1.171	\$ 1.171
5.19	Interruptor de nivel	un	1	\$ 16.026	\$ 16.026
5.20	Luz piloto rojo	un	1	\$ 1.968	\$ 1.968
5.21	Luz piloto verde	un	2	\$ 1.968	\$ 3.936
5.22	Pulsador N/A verde	un	1	\$ 3.290	\$ 3.290
5.23	Pulsador N/C rojo	un	1	\$ 3.390	\$ 3.390
5.24	Selector manual - automático	un	1	\$ 10.915	\$ 10.915
5.25	Contacto 20 A	un	2	\$ 25.704	\$ 51.408
5.26	Pulsador de emergencia	un	1	\$ 11.360	\$ 11.360
5.27	Luminaria LED sobrepuesta 1 x 26 W	un	1	\$ 6.250	\$ 6.250
5.28	Cable XTU 3 x 12 AWG	mts	25	\$ 497	\$ 12.425
5.29	t.p.r 6 m 25 mm	un	4	\$ 1.721	\$ 6.884
5.30	Salida de caja pvc 25 m	un	4	\$ 90	\$ 360
Sub-total E					\$ 217.589

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
6	EXTERIOR DE CASA Y CONTROLADOR DE RIEGO				
6.1	Cable XTU 3 x 14 AWG	m	60	\$ 354	\$ 21.240
6.2	Cable XTU 5 x 12 AWG	m	100	\$ 497	\$ 49.700
6.3	Tablero sobrepuesto 18 módulos	un	1	\$ 26.450	\$ 26.450
6.4	Disyuntor monofásico C6 A 6kA	un	1	\$ 1.621	\$ 1.621
6.5	Disyuntor monofásico C10 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 3.756
6.6	Disyuntor monofásico C1 A 6kA	un	2	\$ 3.000	\$ 6.000
6.7	Disyuntor monofásico C2 A 6kA	un	1	\$ 3.000	\$ 6.000
6.8	t.p.r 6 m 25 mm	un	4	\$ 1.721	\$ 6.884
6.9	Salida de caja pvc 25 m	un	15	\$ 90	\$ 1.350
6.10	Enchufe doble 10 A	un	1	\$ 2.024	\$ 2.024
Sub-total F					\$ 125.025
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
7	SALA ELÉCTRICA				
7.1	Armario 2000 x 800 x 400	un	1	\$ 553.107	\$ 553.107
7.2	Zócalo para tablero	un	1	\$ 57.700	\$ 57.700
7.3	Ventilador para tablero	un	1	\$ 20.004	\$ 20.004
7.4	Filtro para tablero	un	1	\$ 16.077	\$ 16.077
7.5	Magnetotérmico caja moldeada 3x125 A	un	1	\$ 145.369	\$ 145.369
7.6	Magnetotérmico caja moldeada 3x32 A	un	2	\$ 25.201	\$ 50.402
7.7	Magnetotérmico caja moldeada 3x25 A	un	1	\$ 10.075	\$ 10.075
7.8	Magnetotérmico caja moldeada 3x63 A	un	1	\$ 75.943	\$ 75.943
7.9	Interruptor monopolar 20 A	un	1	\$ 5.003	\$ 5.003
7.10	Interruptor monopolar 40 A	un	1	\$ 26.882	\$ 26.882
7.11	Luz piloto rojo	un	3	\$ 1.968	\$ 5.904
7.12	Señalética de peligro, riesgo eléctrico	un	1	\$ 1.790	\$ 1.790
7.13	Caja estanca tapa transparente	un	4	\$ 12.744	\$ 50.976
7.14	Caja estanca 340x380	un	1	\$ 42.000	\$ 42.000
7.15	Bandeja porta conductores 200x100x3000	un	1	\$ 56.181	\$ 56.181
7.16	Tapa para bandeja porta conductores	un	1	\$ 15.835	\$ 15.835
7.17	Caja estanca 125x175x100	un	2	\$ 12.712	\$ 25.424
7.18	t.p.r 25 mm 3m	un	1	\$ 706	\$ 706
7.19	t.p.r 32 mm 3m	un	1	\$ 1.085	\$ 1.085
7.20	t.p.r 20 mm 3m	un	3	\$ 585	\$ 1.755
7.21	t.p.r 50 mm 3m	un	5	\$ 2.125	\$ 10.625
7.22	t.p.r 75 mm 3m	un	2	\$ 3.307	\$ 6.614
7.23	t.p.r 63 mm 3m	un	1	\$ 2.901	\$ 2.901
7.24	t.p.r libre de halógeno 40 mm 3m	un	15	\$ 11.500	\$ 172.500
7.25	t.p.r libre de halógeno 32 mm 3m	un	4	\$ 8.144	\$ 32.576
7.26	Terminal libre de halógeno 32 m	un	2	\$ 1.160	\$ 2.320
7.27	Terminal libre de halógeno 40 m	un	6	\$ 1.500	\$ 9.000
7.28	Terminal t.p.r 50 mm	un	4	\$ 558	\$ 2.232
7.29	Terminal t.p.r 63 mm	un	2	\$ 741	\$ 1.482
7.30	Terminal t.p.r 32 mm	un	4	\$ 223	\$ 892
7.31	Terminal t.p.r 25 mm	un	12	\$ 177	\$ 2.124
7.32	Terminal t.p.r 20 mm	un	6	\$ 177	\$ 1.062
7.33	Terminal t.p.r 75 mm	un	2	\$ 1.069	\$ 2.138
7.34	Caja de derivación embutida	un	2	\$ 195	\$ 390
7.35	Luminaria LED sobrepuesta 1 x 26 W	un	1	\$ 6.250	\$ 6.250
7.36	Tablero sobrepuesto 4 módulos	un	1	\$ 7.000	\$ 7.000
7.37	Superflex 12 AWG	m	50	\$ 328	\$ 16.400
7.38	Superflex 4x10 AWG	m	20	\$ 1.807	\$ 36.140
7.39	Superflex 4x4 AWG	m	30	\$ 7.405	\$ 222.150
7.40	Barra tetrapolar 200 A	un	1	\$ 67.585	\$ 67.585
7.41	Barra para tierra	un	1	\$ 12.798	\$ 12.798
7.42	Remarcador monofásico directo 50 A	un	2	\$ 17.112	\$ 34.224
7.43	Remarcador trifásico 100 A	un	2	\$ 54.185	\$ 108.370
7.44	Regleta de conexión	un	2	\$ 2.497	\$ 4.994
7.45	Relé de asimetría	un	1	\$ 81.751	\$ 81.751
7.46	Cable XTMU 1 AWG	m	20	\$ 3.103	\$ 62.060
7.47	Cable preensablado 3x35mm + 1x50mm	m	15	\$ 1.605	\$ 24.075
7.48	Terminal de ojo 1 AWG	un	6	\$ 1.385	\$ 8.310
7.49	Terminal de ojo 12 AWG	un	20	\$ 301	\$ 6.020
7.50	Terminal de ojo 4 AWG	un	15	\$ 911	\$ 13.665
7.51	Perfil cuadrado 50 x 50 6m	un	1	\$ 13.067	\$ 13.067
7.52	Caja de empalme	un	1	\$ 115.761	\$ 115.761
7.53	Bandeja ranurada 2m	un	1	\$ 12.596	\$ 12.596
Sub-total G					\$ 2.262.290

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
8	LOCAL PANADERÍA SEMI INDUSTRIAL				
8.1	Tablero metálico a muro 1000x800x300	un	1	\$ 204.509	\$ 204.509
8.2	Tablero embutido 8 espacios	un	1	\$ 9.720	\$ 9.720
8.3	Barra repartidora 100A	un	1	\$ 20.788	\$ 20.788
8.4	Disyuntor trifásico C3x63 A 10kA	un	1	\$ 72.307	\$ 72.307
8.5	Disyuntor monofásico C20 A 6kA	un	1	\$ 2.648	\$ 2.648
8.6	Disyuntor monofásico C 16 A 6kA	un	1	\$ 1.878	\$ 1.878
8.7	Disyuntor monofásico C6 A 6kA	un	1	\$ 1.621	\$ 1.621
8.8	Disyuntor monofásico C3 A 6kA	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
8.9	Disyuntor monofásico C1 A 6kA	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
8.10	Disyuntor monofásico Z3 A 6kA	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
8.11	Disyuntor trifásico C3x50 A 10kA	un	1	\$ 70.285	\$ 70.285
8.12	Disyuntor trifásico C3x16 A 10kA	un	1	\$ 23.157	\$ 23.157
8.13	Disyuntor trifásico C3x6 A 10kA	un	2	\$ 23.157	\$ 46.314
8.14	Disyuntor trifásico C3x10 A 10kA	un	3	\$ 23.157	\$ 69.471
8.15	Interruptor diferencial 4x25 A 30mA	un	6	\$ 35.018	\$ 210.108
8.16	Interruptor diferencial 2x25 A 30mA	un	5	\$ 11.024	\$ 55.120
8.17	Cable THHN 14 AWG rojo	mts	200	\$ 211	\$ 42.200
8.18	Cable THHN 14 AWG blanco	mts	200	\$ 211	\$ 42.200
8.19	Cable THHN 14 AWG verde	mts	200	\$ 211	\$ 42.200
8.20	Cable THHN 12 AWG rojo	mts	200	\$ 317	\$ 63.400
8.21	Cable THHN 12 AWG blanco	mts	200	\$ 317	\$ 63.400
8.22	Cable THHN 12 AWG verde	mts	200	\$ 317	\$ 63.400
8.23	Bandeja porta conductora 100x50 2 mts	un	1	\$ 3.288	\$ 3.288
8.24	Tubo conduit PVC 25 mm 6 mts	un	20	\$ 1.721	\$ 34.420
8.25	Tubo conduit PVC 20 mm 3 mts	un	40	\$ 558	\$ 22.320
8.26	Set caja de distribución 6 unidades	un	8	\$ 1.927	\$ 15.416
8.27	Set salida de caja 20mm 10 unidades	un	10	\$ 470	\$ 4.700
8.28	Salida de caja 25mm	un	20	\$ 40	\$ 800
8.29	Set tapa ciega 5 unidades	un	6	\$ 615	\$ 3.690
8.30	Enchufe industrial hembra 32 A 3P+N+T	un	1	\$ 29.490	\$ 29.490
8.31	Enchufe industrial hembra 16 A 3P+N+T	un	5	\$ 24.908	\$ 124.540
8.32	Luminaria LED industrial 100 W 5000K UFO	un	8	\$ 73.744	\$ 589.952
8.33	Equipo led 2x18W	un	6	\$ 17.811	\$ 106.866
8.34	Luminaria de emergencia 2x16W	un	1	\$ 25.037	\$ 25.037
8.35	Enchufe simple 16A	un	4	\$ 1.849	\$ 7.396
8.36	Enchufe doble 16A	un	2	\$ 2.024	\$ 4.048
8.37	Interruptor 9/12 16A	un	5	\$ 1.235	\$ 6.175
sub-total H					\$ 2.091.864
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
9	SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID				
9.1	Panel Solar 320 Wp (Esol)	un	14	\$ 83.125	\$ 1.163.750
9.2	Riel Al 4200 mm	un	7	\$ 15.000	\$ 105.000
9.3	Conector unión rieles	un	24	\$ 1.100	\$ 26.400
9.4	Conector fijación techo a costanera	un	12	\$ 3.700	\$ 44.400
9.5	Conector terminal 35-40 mm (final de paneles)	un	8	\$ 700	\$ 5.600
9.6	Caja metálica con tapa 150x100x100 sin perforaciones (dartel)	un	2	\$ 14.641	\$ 29.282
9.7	Conduit rígido galvanizado EMT 1"	un	6	\$ 7.100	\$ 42.600
9.8	Uniones no roscadas EMT 1"	un	4	\$ 2.500	\$ 10.000
9.9	Cable solar 4mm2, 26m (13 rojo + 13 negro)	mts	26	\$ 900	\$ 23.400
9.10	Conectores MC4 (par)	un	12	\$ 1.000	\$ 12.000
9.11	Inversor Fronius Primo 5,0-1 On-Grid, inyección cero	un	1	\$ 914.965	\$ 914.965
9.12	Cable reviflex RV-K 1x2,5mm2	mts	10	\$ 1.200	\$ 12.000
9.13	Barra toma a tierra 5/8" x 1,5 mts largo	un	1	\$ 10.000	\$ 10.000
9.14	Cinta aislante roja+negra	un	1	\$ 3.000	\$ 3.000
9.15	Tornillos y tarugos	un	1	\$ 30.000	\$ 30.000
9.16	Tablero plástico sobrepuesto IP65 para 6 módulos	un	1	\$ 11.400	\$ 11.400
9.17	TM 2x25A, 10kA, curva C	un	1	\$ 8.000	\$ 8.000
9.18	Protector diferencial HPI 2x25A, 30mA	un	1	\$ 53.000	\$ 53.000
9.19	Prensa estopa	un	8	\$ 290	\$ 2.320
sub-total I					\$ 2.507.117

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITARIO	TOTAL
10	MATERIALES GENERALES				
10.1	Tarro pegamento Vinilit 240 cc	un	5	\$ 2.421	\$ 12.105
10.2	Caja tornillos autoperforante 6 1/4"	un	3	\$ 1.125	\$ 3.375
10.3	Barra estaño	un	20	\$ 2.025	\$ 40.500
10.4	Cinta aislante eléctrica 3M 20m	un	5	\$ 1.603	\$ 8.015
10.5	Cinta aislante eléctricad de goma 3M 6.7m	un	5	\$ 4.608	\$ 23.040
10.6	Disco de corte diamantado	un	5	\$ 7.281	\$ 36.405
10.7	Broca 22 mm	un	3	\$ 8.091	\$ 24.273
10.8	Ferrul con aislación 2,5 mm	un	5	\$ 2.030	\$ 10.150
10.9	Ferrul con aislación 1,5 mm	un	5	\$ 1.717	\$ 8.585
10.10	Riel din aluminio 1 m	un	5	\$ 3.252	\$ 16.260
10.11	Masilla base 25 Kg	un	1	\$ 17.990	\$ 17.990
10.12	Saco cemento 25 Kg	un	1	\$ 3.089	\$ 3.089
10.13	Set tapa ciega 5 unidades	un	7	\$ 615	\$ 4.305
sub-total J					\$ 208.092

LUGAR DE APLICACIÓN	SUB-TOTAL	VALOR
Local comercial comida rápida	A	\$ 442.642
Local comercial panadería	B	\$ 462.665
Local comercial de zumba	C	\$ 392.356
Casa habitación	D	\$ 360.758
Sala control de bombas	E	\$ 217.589
Exterior de casa y controlador de riego	F	\$ 125.025
Sala eléctrica	G	\$ 2.262.290
Local panadería semi industrial	H	\$ 2.091.864
Sistema fotovoltaico on-grid inyección cero	I	\$ 2.507.117
Materiales generales	J	\$ 208.092
Total materiales		\$ 9.070.398

MANO DE OBRA				
TRABAJADOR	PROFESIONAL	VALOR DÍA	DÍAS TRABAJADOS	VALOR TOTAL
1	Técnico electricista 1	\$ 35.000	52	\$ 1.820.000
2	Técnico electricista 2	\$ 35.000	52	\$ 1.820.000
3	Ayudante electricista 1	\$ 20.000	6	\$ 120.000
4	Ayudante electricista 2	\$ 20.000	6	\$ 120.000
5	Ayudante electricista 3	\$ 20.000	6	\$ 120.000
6	Ayudante electricista 4	\$ 20.000	6	\$ 120.000
Sub-total				\$ 4.120.000

Materiales	\$	9.070.398
Mano de obra	\$	4.120.000
Sub-total A	\$	13.190.398

Equipos y herramientas 7%	\$	923.328
Tramites legales	\$	477.538
Gastos generales 7%	\$	634.928
Imprevistos 5%	\$	453.520
Sub-total B	\$	2.489.314

Utilidad 30%	\$	4.703.913
--------------	----	-----------

Valor Neto	\$	20.383.625
IVA 19%	\$	3.872.889

TOTAL CLP	\$	24.256.514
TOTAL UF		846.244

Valor UF al 4 de agosto, 2020		
\$28.663,74		