

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de**  
**Ingeniería Mecánica, Mecánica-Eléctrica y Mecatrónica**



**PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS APLICANDO EL NUEVO  
CÓDIGO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DECRETO SUPREMO  
N° 014-2021-VIVIENDA**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Alegre Canaza, Richard David**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Mecánico**

Asesor:

**Mg. Donayre Cahua, Jesús Manuel**

**Arequipa – Perú**

**2023**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 08 de Agosto del 2023

**Dictamen: 009532-C-EPIMMEM-2023**

Visto el borrador del expediente 009532, presentado por:

**2014241631 - ALEGRE CANAZA RICHARD DAVID**

Titulado:

**PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS APLICANDO EL NUEVO CÓDIGO TÉCNICO DE  
CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DECRETO SUPREMO N° 014-2021-VIVIENDA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**29569057 - CASTILLO CACERES CESAR PIO  
DICTAMINADOR**



**40102882 - CHANI OLLACHICA DEIDAMIA GIOVANNA  
DICTAMINADOR**



**29616686 - RIVERA ACOSTA VICTOR GONZALO  
DICTAMINADOR**



# PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS APLICANDO EL NUEVO CÓDIGO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DECRETO SUPREMO N° 014-2021-VIVIENDA

## INFORME DE ORIGINALIDAD

26%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[cdn.www.gob.pe](https://cdn.www.gob.pe)

Fuente de Internet

3%

2

[www.opcc.cl](http://www.opcc.cl)

Fuente de Internet

2%

3

[fr.slideshare.net](https://fr.slideshare.net)

Fuente de Internet

2%

4

[leyes.congreso.gob.pe](http://leyes.congreso.gob.pe)

Fuente de Internet

2%

5

[vsip.info](http://vsip.info)

Fuente de Internet

2%

6

[www.echecopar.com.pe](http://www.echecopar.com.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

8

[lexsoluciones.com](http://lexsoluciones.com)

Fuente de Internet

1%

9	<a href="http://grupoabsacdn-1521b.kxcdn.com">grupoabsacdn-1521b.kxcdn.com</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://jdelectricos.com.co">jdelectricos.com.co</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://francoiq10.files.wordpress.com">francoiq10.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1 %
15	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	1 %
16	<a href="http://s84652cae0d317220.jimcontent.com">s84652cae0d317220.jimcontent.com</a> Fuente de Internet	1 %
17	<a href="http://conexionambiental.pe">conexionambiental.pe</a> Fuente de Internet	1 %
18	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
19	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1 %
20	<a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

### **DEDICATORIA**

**A Dios**, por su infinito amor, y haberme dado sabiduría y disciplina para poder lograr mis metas.

**A mis Padres**, por su paciencia y apoyo invaluable; motivos de mi esfuerzo para seguir adelante.

**A mi hija**, por ser el motor y motivo de mis esfuerzos

**Richard Alegre Canaza**



## AGRADECIMIENTO

**A mis profesores**, de la EPIMMEM – UCSM, por sus sabias enseñanzas.

**A mis compañeros de trabajo**, por sus aportes, colaboración y críticas constructivas.

**A todos mis ex compañeros**, de la EPIMMEM – UCSM con quienes compartí los mejores momentos de mi vida estudiantil.

**Richard Alegre Canaza**

## RESUMEN

Actualmente, los proyectos de instalaciones eléctricas están basados en el Reglamento Nacional de Edificaciones, así como en el Código Nacional de Electricidad Tomo Utilización y de Suministro dependiendo del nivel de tensión, ambas normas han sido aprobadas en el año 2006, a excepción del de Suministro que es para media y alta tensión en el 2011, pero en el 2021 entra en vigencia el Decreto Supremo Número 014 2021 Vivienda en el cual se aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible cuyo objetivo es establecer requisitos técnicos para edificaciones y o habilitaciones urbanas para el cumplimiento básico de sostenibilidad en materia de cambio climático y promueve la eficiencia energética. El código técnico de construcción sostenible aprobado por este decreto nos indica la obligatoriedad en los proyectos de vivienda sostenible aplicado por el Fondo Mi Vivienda, en nuevas edificaciones promovidas por las entidades del sector público, tipo salud, industria, recreación, deportes, transporte, comunicaciones, oficinas, servicios comunales, educación y nuevas habilitaciones urbanas promovidas por entidades del sector público y además en todo tipo de proyecto nuevo particular se recomienda el uso de aplicación de este Código y se da incentivos normativos en cada municipalidad para su cumplimiento, es por ello que en este proyecto de tesis dada la importancia del tema en la actualidad se ha realizado un análisis de dicho decreto supremo, en el capítulo II se presenta el marco teórico donde se realizó la presentación del Decreto Supremo 014 2021 Vivienda y el Código Técnico De Construcción Sostenible En Perú, además se ha presentado los incentivos que nos dan las municipalidades importantes del Perú, como Arequipa y Lima, así como el procedimiento de instalaciones eléctricas de interiores convencionales de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificación y los softwares de iluminación Dialux Evo, en el capítulo III se ha desarrollado la metodología para el diseño de una instalación eléctrica según el Decreto Supremo 014 2021 Vivienda, se ha realizado el estudio de un caso de una vivienda unifamiliar en la cual se han considerado todos los criterios que nos indica este Código de Construcción Sostenible se presenta el procedimiento de diseño de una instalación eléctrica no convencional considerando los aportes de dicho código, se realizó el cálculo de iluminación utilizando el software Dialux Evo, de acuerdo a dicha norma se ha cumplido los valores recomendados, se presentó los sistemas de control de iluminación. En el capítulo IV se presentó el desarrollo de un proyecto de instalaciones eléctricas sostenibles con la aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible, se presentó básicamente los resultados de dicho estudio, los datos del proyecto, la aplicación efectiva de dicho código,

la determinación de máxima demanda y selección de equipos eléctricos utilizando el software EcoStruxure Power Design Ecodial de Schneider, donde se presentan los resultados del diagrama unifilar del proyecto y se presentan las especificaciones de los materiales a utilizarse. Con todo ello se cumple con el objetivo principal de nuestro tema de tesis que es realizar y presentar una metodología para el diseño de una instalación eléctrica basada en el Decreto Supremo 014 2021 Vivienda aplicando el Código Técnico de Construcción Sostenible para el Perú 2021 con el fin de difundir a los compañeros de pregrado y profesionales para tener proyectos eléctricos más acordes con la norma actual y cumpliendo con una eficiencia energética.

**Palabras clave:** Diseño eléctrico sostenible, construcción sostenible, DialuxEvo



## ABSTRACT

Currently, electrical installation projects are based on the National Building Regulations, as well as on the National Electricity Code, Volume Utilization and Supply depending on the voltage level, both standards have been approved in 2006, with the exception of Supply, which It is for medium and high voltage in 2011, but in 2021 Supreme Decree Number 014 2021 Housing enters into force in which the Technical Code for Sustainable Construction is approved, the objective of which is to establish technical requirements for buildings and/or urban qualifications for basic compliance sustainability in terms of climate change and promotes energy efficiency. The technical code of sustainable construction approved by this decree indicates the obligatory nature of sustainable housing projects applied by the Mi Vivienda Fund, in new buildings promoted by public sector entities, such as health, industry, recreation, sports, transportation, communications, offices, community services, education and new urban qualifications promoted by public sector entities and also in all types of new private project the use of application of this Code is recommended and regulatory incentives are given in each municipality for its compliance, that is why that in this thesis project, given the importance of the topic at present, an analysis of said supreme decree has been carried out, in chapter II the theoretical framework was presented where the presentation of Supreme Decree 014 2021 Housing and the Technical Construction Code was made Sustainable In Peru, the incentives given to us by important municipalities in Peru, such as Arequipa and Lima, have also been presented, as well as the procedure for conventional indoor electrical installations in accordance with the National Building Regulations and the Dialux Evo lighting software, in Chapter III has developed the methodology for the design of an electrical installation according to Supreme Decree 014 2021 Housing, a case study of a single-family home has been carried out in which all the criteria indicated by this Code of Sustainable Construction, the design procedure of an unconventional electrical installation is presented considering the contributions of said code, the lighting calculation was carried out using the Dialux Evo software, according to said standard, the recommended values have been met, the lighting systems were presented. Lighting control. In chapter IV the development of a project of sustainable electrical installations with the application of the Technical Code of Sustainable Construction was presented, basically the results of said study, the project data, the effective application of said code, the determination of maximum demand and selection of electrical equipment using Schneider's EcoStruxure Power Design Ecodial software, where the results of the single-line diagram of the project are presented

and the specifications of the materials to be used are presented. With all this, the main objective of our thesis topic is fulfilled, which is to carry out and present a methodology for the design of an electrical installation based on Supreme Decree 014 2021 Housing applying the Technical Code of Sustainable Construction for Peru 2021 in order to disseminate to fellow undergraduates and professionals to have electrical projects more in line with the current standard and complying with energy efficiency.

**Keywords:** Sustainable electrical design, sustainable construction, DialuxEvo



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	3
1. Planteamiento del estudio .....	4
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	4
1.1.1. Objetivo general .....	5
1.1.2. Objetivos específicos .....	5
1.2. Alcance del estudio .....	5
1.3. Justificación.....	6
1.3.1. Justificación técnica.....	6
1.3.2. Justificación económica.....	6
1.3.3. Justificación social.....	6
CAPÍTULO II.....	7
2. Marco Teórico luz natural.....	8
2.1. Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA .....	8
2.2. Sistemas de iluminación, luminarias y lámparas.....	18
2.2.1. Tipos frecuentes de lámparas .....	18
2.3. Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible, D.S. N° 022-2016-VIVIENDA .....	22
2.3.1. Título I - Capítulo Único - Disposiciones Generales.....	22
2.4. Ordenanza N° 581-MM, Ordenanza que establece, regula y promueve condiciones para edificaciones sostenibles .....	23
2.5. Diseño de instalaciones eléctricas .....	26
2.5.1. Instalaciones eléctricas en viviendas .....	26
2.5.2. Instalaciones eléctricas en comercios .....	28

2.5.3.	Electrificación elevada.....	29
2.5.4.	Instalaciones eléctricas en industrias .....	31
2.6.	Instalaciones eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica EM.010 .....	33
2.6.1.	Ámbito de Aplicación.....	33
2.7.	Cálculo de iluminación.....	46
2.7.1.	Métodos convencionales – Método de los Lúmenes .....	46
2.7.2.	Emplazamiento de las luminarias .....	50
2.7.3.	Softwares de iluminación .....	50
2.8.	Materiales utilizados en las instalaciones eléctricas.....	54
2.8.1.	Tableros definición y clasificación .....	54
2.8.2.	Conductores eléctricos definición y clasificación.....	59
2.8.3.	Código de colores .....	61
2.8.4.	Tuberías PVC, emt metálicas, bandejas, canaletas definición y clasificación.....	62
2.8.5.	Lámparas definición y clasificación .....	66
2.8.6.	Luminarias definición y clasificación.....	69
2.8.7.	Sistemas de puesta a tierra, definición y clasificación.....	70
CAPÍTULO III .....		75
3.	METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN EL DS N° 014-2021-VIVIENDA.....	76
3.1.	Análisis del D.S N° 014-2021-VIVIENDA.....	76
3.2.	Tipos de proyectos para la aplicación de la norma e incentivos .....	78
3.2.1.	Ahorro energético .....	79
3.2.2.	Acceso a financiamiento preferencial.....	79
3.2.3.	Valorización del inmueble .....	79
3.2.4.	Beneficios fiscales .....	79
3.2.5.	Dependiendo de la municipalidad .....	80

3.2.6.	Cumplimiento normativo.....	80
3.2.7.	Imagen corporativa y reputación .....	80
3.2.8.	Programa MiVivienda Sostenible.....	80
3.2.9.	Fondo MiVivienda Verde.....	81
3.2.10.	Programa Techo Propio Sostenible .....	81
3.2.11.	Programas de entidades financieras.....	81
3.3.	Procedimiento del diseño de una instalación eléctrica convencional.....	81
3.3.1.	Revisión del proyecto de arquitectura .....	81
3.3.2.	Requisitos y normativas.....	81
3.3.3.	Cálculo de cargas.....	82
3.3.4.	Distribución de circuitos.....	82
3.3.5.	Selección de conductores.....	82
3.3.6.	Dimensionamiento de protecciones .....	82
3.3.7.	Diseño del tablero de distribución .....	82
3.3.8.	Diseño de puesta a tierra.....	83
3.3.9.	Elaboración de planos y diagramas .....	83
3.3.10.	Revisión y aprobación del proyecto.....	83
3.3.11.	Instalación y pruebas .....	83
3.3.12.	Mantenimiento y documentación .....	83
3.4.	Procedimiento del diseño de una instalación eléctrica NO convencional, según DS N° 014-2021-VIVIENDA.....	84
3.4.1.	Estudio del proyecto de arquitectura .....	84
3.4.2.	Cálculo de iluminación.....	85
3.4.3.	Control de iluminación y selección de sensores de movimiento .....	85
3.4.4.	Cálculo de cargas.....	85
3.4.5.	Distribución de circuitos.....	85
3.4.6.	Selección de conductores.....	85

3.4.7.	Dimensionamiento de protecciones .....	86
3.4.8.	Diseño del tablero de distribución .....	86
3.4.9.	Diseño de puesta a tierra.....	86
3.4.10.	Elaboración de planos y documentación .....	86
3.4.11.	Instalación y pruebas .....	86
3.5.	Cálculo de iluminación de acuerdo a norma .....	87
3.5.1.	Determinar los requisitos de iluminación .....	87
3.5.2.	Obtener los datos del espacio .....	87
3.5.3.	Calcular la iluminancia requerida.....	88
3.5.4.	Selección de luminarias .....	88
3.5.5.	Distribución de luminarias.....	89
3.5.6.	Verificación y ajustes .....	90
3.6.	Sistemas de control de iluminación.....	116
3.7.	Calculo Eléctrico .....	120
3.7.1.	Cálculo de la sección según la corriente.....	121
3.7.2.	Verificación por caída de tensión .....	121
3.7.3.	Conductores de circuitos derivados .....	122
CAPÍTULO IV .....		124
4.	Desarrollo del proyecto de instalaciones eléctricas con la aplicación del código técnico de construcción sostenible .....	125
4.1.	Datos del Proyecto.....	125
4.2.	Aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible vigente a un proyecto eléctrico .....	135
4.2.1.	Iluminación natural y artificial .....	135
4.2.2.	Iluminación natural y artificial, control de iluminación .....	136
5.	Resumen de las disposiciones del código técnico de construcción sostenible aplicables por tipo de edificación .....	140

5.1.	Determinación de la máxima demanda .....	141
5.2.	Cálculo de los conductores de circuitos derivados.....	144
5.3.	Selección y cálculos de equipos eléctricos .....	145
5.4.	Presentación de resultados.....	150
5.4.1.	Cálculo de corrientes de cortocircuito .....	150
5.4.2.	Cálculo de secciones de cables .....	150
5.4.3.	Selección de dispositivos de protección .....	150
5.4.4.	Verificación de la coordinación de protecciones.....	150
5.5.	Especificación de Materiales.....	156
5.5.1.	Normas .....	156
5.5.2.	Tuberías .....	156
5.5.3.	Conductores .....	158
5.5.4.	Curvas o Codos.....	160
5.5.5.	Uniones o Coplas.....	160
5.5.6.	Cajas .....	160
5.5.7.	Interruptores.....	161
5.5.8.	Sensores de movimiento.....	162
5.5.9.	Tableros Eléctricos .....	165
5.5.10.	Sistemas de iluminación (Iluminación convencional) .....	166
5.6.	Especificaciones de Montaje e Instalación.....	170
5.6.1.	Preparación del sitio.....	170
5.6.2.	Conductores .....	171
5.6.3.	Tuberías .....	171
5.6.4.	Posición de salida .....	172
5.6.5.	Otras indicaciones de Carácter General .....	172
5.6.6.	Sistema de puesta a tierra .....	173

5.6.7. Medida de la resistencia .....	174
CONCLUSIONES.....	175
RECOMENDACIONES .....	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	178
ANEXOS.....	185



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Áreas techadas mínimas por tipo de uso para edificaciones no residenciales .....	9
Tabla 2 Combinaciones de usos en una sola edificación.....	10
Tabla 3 Resumen de las disposiciones del código técnico de construcción sostenible aplicables por tipo de edificación .....	11
Tabla 4 Factores que determinan la factibilidad del proyecto .....	12
Tabla 5 Información técnica en planos o memoria descriptiva para edificaciones en el marco del Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación.....	16
Tabla 6 Información técnica en planos o memoria descriptiva para habilitaciones urbanas en el marco del Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación, aprobado por Decreto Supremo N° 029-2019- VIVIENDA.....	16
Tabla 7 Documentación técnica para edificaciones en el marco del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM.....	17
Tabla 8 Certificación CEPRES según tipo .....	24
Tabla 9 Calibre del interruptor general automático .....	27
Tabla 10 Circuitos de Utilización.....	29
Tabla 11 Puntos de Utilización.....	30
Tabla 12 Iluminancias mínimas.....	34
Tabla 13 Iluminancias para ambientes al interior.....	35
Tabla 14 Calidad de la Iluminación por Tipo de Tarea Visual o Actividad .....	37
Tabla 15 Requisitos Mínimos de Iluminación - Educación.....	38
Tabla 16 Requisitos Mínimos de Iluminación - Salud .....	39
Tabla 17 Factores de reflexión según color .....	48
Tabla 18 Código de Colores para Conductores .....	61
Tabla 19 Áreas techadas mínimas por tipo de uso para edificaciones.....	79
Tabla 20 Clasificación de eficiencia energética para lámparas LED .....	89

Tabla 21 Requisitos mínimos de iluminación del RNE .....	91
Tabla 22 Resumen de valores de cálculos de iluminación – Primer nivel .....	99
Tabla 23 Resumen de valores de cálculos de iluminación – Segundo Nivel .....	100
Tabla 24 Resumen de valores de cálculos de iluminación - Azotea .....	101
Tabla 25 Cuadro de cargas T.G. ....	120
Tabla 26 Requisitos de eficiencia mínima para maquinas enfriadoras (chillers) .....	137
Tabla 27 Requisitos de eficiencia mínima para unidades de aire acondicionado.....	138
Tabla 28 Requisitos técnicos para edificaciones .....	139
Tabla 29 Cuadro de cargas T.G.....	143
Tabla 30 Cálculos eléctricos en baja tensión.....	143
Tabla 31 Resumen de cálculo eléctrico de circuitos derivados.....	145
Tabla 32 Selección de interruptores diferencial y termomagnético .....	146
Tabla 33 Sección mínima de conductores a tierra para sistemas AC.....	147
Tabla 34 Sección mínima de conductores para enlaces equipotenciales.....	148
Tabla 35 Número máximo de conductores en tuberías SEL y SAP .....	149
Tabla 36 Medidas de Cajas.....	160
Tabla 37 Lista de luminarias a utilizarse en la vivienda unifamiliar.....	166

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Lámpara incandescente no halógena.....	18
Figura 2 Lámpara incandescente halógena.....	19
Figura 3 Lámpara Fluorescente .....	20
Figura 4 Lámpara Fluorescente compacta.....	20
Figura 5 Lámpara LED.....	21
Figura 6 Tablero de distribución empotrado .....	26
Figura 7 Distribución de salidas de iluminación .....	27
Figura 8 Distribución de salidas de tomacorrientes.....	28
Figura 9 Componentes de Cuadro de distribución .....	28
Figura 10 Diagrama para alumbrado general .....	46
Figura 11 Dimensiones para el diseño de iluminación.....	47
Figura 12 Planos para iluminación según sus tipos.....	47
Figura 13 Factor de utilización.....	48
Figura 14 Distribución uniforme de luminarias.....	50
Figura 15 Software DIALux.....	51
Figura 16 Software Lumen LUX.....	52
Figura 17 Software Philips .....	53
Figura 18 Componentes de un Tablero Eléctrico .....	55
Figura 19 Gabinete .....	55
Figura 20 Rieles Metálicos .....	56
Figura 21 Barras Contenedoras .....	56
Figura 22 Canaletas .....	57
Figura 23 Borneras de Conexiones.....	57
Figura 24 Prensa Cables .....	58
Figura 25 Conductor eléctrico .....	60

Figura 26 Tubo rígido de PVC .....	62
Figura 27 Tubería PVC Industrial .....	63
Figura 28 Tubo Flexible de PVC.....	64
Figura 29 Tubería PVC Cristal.....	64
Figura 30 Tubo Corrugado PVC .....	65
Figura 31 Bandeja Portacable.....	66
Figura 32 Lámparas Halógenas incandescentes .....	67
Figura 33 Lámparas de descarga .....	68
Figura 34 Lámpara LED para luminaria.....	69
Figura 35 Luminaria para alumbrado interior .....	70
Figura 36 Sistema TN-S típico .....	71
Figura 37 Sistema TN-C-S típico .....	72
Figura 38 Sistema PNB típico .....	73
Figura 39 Sistema TT típico .....	73
Figura 40 Fuente aislada de tierra o conectada a tierra a través de alta impedancia .....	74
Figura 41 Consideraciones de diseño de arquitectura .....	84
Figura 42 Vista 3D de la fachada de la vivienda unifamiliar .....	90
Figura 43 Vista de los planos de arquitectura importados en el Dialux Evo.....	91
Figura 44 Vista inicio del proyecto en el Dialux Evo.....	92
Fuente: Elaboración propia.Figura 45 Vista 3D del proyecto en el Dialux Evo, añadiendo los ambientes .....	92
Figura 46 Vista 3D del proyecto en el Dialux Evo, incluye las ventanas y la luz natural... 94	94
Figura 47 Vista del proyecto en el Dialux Evo, Se coloca el valor de Em luxes requerido por cada tipo de ambiente, se modifica al RNE.....	95
Figura 48 Vista del proyecto en el Dialux Evo, cálculo de iluminación del 1er nivel .....	96
Figura 49 Vista del proyecto en el Dialux Evo, cálculo del segundo nivel .....	97
Figura 50 Vista del proyecto en el Dialux Evo, cálculo de la azotea .....	98

Figura 51 Vista de 3D proyecto en el Dialux Evo, los tres niveles .....	98
Figura 52 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Cochera.....	102
Figura 53 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Cocina.....	103
Figura 54 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio Ab .....	104
Figura 55 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio servicio....	105
Figura 56 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Hall .....	106
Figura 57 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – patio .....	107
Figura 58 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Sala comedor .....	108
Figura 59 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – SSHH.....	109
Figura 60 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 1 .....	110
Figura 61 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 2A .....	111
Figura 62 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 3 .....	112
Figura 63 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – hall .....	113
Figura 64 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Cinema.....	114
Figura 65 Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 2 .....	115
Figura 66 Ubicación de luminarias, sensores e interruptores de control – 1er Nivel.....	117
Figura 67 Ubicación de luminarias, sensores e interruptores de control – 2do nivel.....	118
Figura 68 Ubicación de luminarias, sensores e interruptores de control - Azotea .....	119
Figura 69 Tensión permitida por el Código Nacional de Electricidad .....	123
Figura 70 Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista frontal.....	126
Figura 71 Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista peatonal.....	127
Figura 72 Vista 3D de la vivienda unifamiliar – detalle de fachada .....	128
Figura 73 Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista aérea .....	129
Figura 74 Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista posterior .....	130
Figura 75 Plano de planta de arquitectura primer nivel .....	131
Figura 76 Plano de planta de arquitectura segundo nivel.....	132

Figura 77 Plano de planta de arquitectura azotea .....	133
Figura 78 Plano de planta de arquitectura – planta de techo .....	134
Figura 79 Vista de configuración iluminación natural .....	136
Figura 80 Inicio de proyecto eléctrico EcoStruxure Power Design Ecodial .....	151
Figura 81 Añadiendo circuitos- EcoStruxure Power Design Ecodial.....	152
Figura 82 Diagrama unifilar Tablero de vivienda unifamiliar - EcoStruxure Power Design Ecodial.....	153
Figura 83 Características Técnicas .....	163
Figura 84 Detectores infrarrojos pasivos de movimiento CI-200 1 .....	164
Figura 85 Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria DN145B.....	167
Figura 86 Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria DN145C.....	168
Figura 87 Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria DN570B.....	169
Figura 88 Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria ST720T .....	169
Figura 89 Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria RS060B.....	170

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad los proyectos de instalaciones eléctricas se realizan en cumplimiento con el Código Nacional de Electricidad – Utilización aprobado en el año 2006 y el reglamento Nacional de Edificaciones que también fue aprobado en el año 2006, dada la antigüedad de dichas normas el Estado Peruano a través del ministerio de vivienda construcción y saneamiento ha venido dando los últimos años modificatorias a dichas normas. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

En el 2015, el gobierno peruano aprobó el Código Técnico de Construcción Sostenible, mediante el Decreto Supremo N° 015-2015, que propuso una mejora a los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones públicas y privadas, a fin de que sean calificadas como sostenibles, a partir de las medidas de eficiencia o uso racional de agua y energía. Luego en el año 2021 se dio el Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento aprobó el nuevo Código Técnico de Construcción Sostenible, que establece los requisitos técnicos para que las nuevas edificaciones y habilitaciones urbanas, cumplan con condiciones básicas de sostenibilidad, que reducirán el impacto medioambiental en nuestro país. Este código ha reemplazado al aprobado en 2015, básicamente para incorporar nuevas medidas de sostenibilidad, pero con la misma consigna de buscar promover, mejorar e impulsar el desarrollo de la construcción sostenible en todo el país. Además de contribuir a una mejora en el uso del agua y la electricidad. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

La aplicación de dicho decreto N° 014-2021-VIVIENDA es obligatoria para los proyectos de vivienda sostenible del Fondo Mivivienda, en el marco del Nuevo Crédito Mivivienda, y para ciertos tipos de nuevas edificaciones y habilitaciones urbanas promovidas por el sector público, y tendrá el periodo transitorio de un año para la adecuación respectiva. Y es recomendable para todo tipo de edificaciones privadas. También, sus disposiciones serán complementarias a las del Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional de Electricidad – Utilización y demás normas aplicables al proceso de diseño y ejecución. (El Peruano, 2021)

Entonces de acuerdo al Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA, que aprobó el nuevo Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), se propone presentar un Proyecto de instalaciones eléctricas que cumpla con lo recomendado en dicha normativa y además el Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional de Electricidad – Utilización y

demás normas aplicables al proceso de diseño. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)





## 1. Planteamiento del estudio

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La construcción sostenible en el Perú tuvo un gran aumento a partir del año 2010, existiendo además construcciones informales en todo el país, los proyectos ejecutados deben de realizarse en cumplimiento con el Código Nacional de Electricidad – Utilización y el reglamento Nacional de Edificaciones que fueron aprobados en el año 2006, normas importantes pero que no contemplan aspectos de una mejor eficiencia en el uso de recursos energéticos, por lo que el estado aprobó el Código Técnico de Construcción Sostenible, mediante el Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA, el cual nos da criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones públicas y privadas, a fin de que sean calificadas como sostenibles, a partir de las medidas de eficiencia o uso racional de agua y energía. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Además, las municipalidades más importantes en nuestro país como Lima y Arequipa, promueven la aplicación de los proyectos de edificación sostenible, del Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA, dando incentivos a los proyectos que cumplan dichos nuevos criterios de la norma, tales como un Incremento de área techada por construcción sostenible. Cabe precisar que dicho incremento podrá ejecutarse total o parcialmente sobre la altura normativa y como máximo hasta por el número de pisos adicionales regulados en la Ordenanza. Incremento de área techada por uso público. Reducción del área mínima por unidad de vivienda. (Estudio Echecopar, 2022)

Reducción de número mínimo de estacionamientos. Con dichos incentivos muchas empresas inmobiliarias se pueden acoger a la nueva normativa, siendo muy rentable y con una inversión mínima, y sobre todo porque la aplicación de la nueva normativa en los proyectos de construcción tanto en la ejecución del proyecto como en el uso de la edificación se tendrá un mejor uso de recursos. Entonces dar a conocer la nueva normativa y aplicarla en un proyecto eléctrico que cumpla con los parámetros de la norma N° 014-2021-VIVIENDA aplicando el CÓDIGO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CTCS) sería un gran aporte. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 1.1.1. Objetivo general

Realizar y presentar una metodología para el diseño de una instalación eléctrica basada en el Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA aplicando el CÓDIGO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA EL PERÚ 2021.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Analizar y dar a conocer el Decreto Supremo N° 014-2021-Vivienda, así como el Código Técnico de Construcción Sostenible en las instalaciones eléctricas.
- Analizar y dar a conocer los incentivos y procedimientos de esta nueva norma en las principales municipalidades como Arequipa y Lima.
- Analizar las mejores alternativas de iluminación natural y artificial y presentar el cálculo de iluminación más óptimo de acuerdo a Norma Técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Presentar una guía metodológica para el diseño de una instalación eléctrica basada en la Aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible 2021- Caso estudio

### 1.2. Alcance del estudio

El presente estudio pretende dar a conocer todos los aspectos del Decreto Supremo N° 014-2021-Vivienda Aplicando El Código Técnico De Construcción Sostenible Para El Perú 2021, su importancia y su aplicación en el desarrollo de diferentes tipos de proyectos, tal como se detallara en el capítulo 2, y se desarrollara un caso estudio de un proyecto de vivienda Unifamiliar, dicho Código abarca todo tipo de proyectos tales como de comercio, industria, salud, educación, oficinas, servicios comunales, se realizara el caso estudio en función del Código Técnico De Construcción Sostenible vigente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación técnica**

El realizar el proyecto de instalaciones eléctricas cumpliendo los parámetros del Código Técnico de Construcción Sostenible mejorarían la eficiencia de la energía eléctrica utilizada en dicha instalación, con un consumo de energía eléctrica mensual inferior a la tradicional, y un mejor confort de dicha instalación.

#### **1.3.2. Justificación económica**

El realizar el proyecto de instalaciones eléctricas cumpliendo los parámetros del Código Técnico de Construcción Sostenible, se tendría un menor consumo de energía eléctrica lo cual estaría relacionado directamente con el costo S/KWH que se ahorraría mensualmente en el uso de las instalaciones eléctricas, además se promueve el uso de equipos de alta eficiencia.

#### **1.3.3. Justificación social**

Con los problemas ambientales que tenemos actualmente, todos nos deberíamos de hacer responsables de mejorar en el uso de la energía eléctrica, y justamente al cumplir las pautas de esta normatividad mejoramos en la eficiencia energética de nuestros recursos, lo cual repercute en una menor contaminación ambiental.



## 2. Marco Teórico luz natural

### 2.1. Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA

El Decreto Supremo N° 014-2021-VIVIENDA tiene como objetivo promover la sostenibilidad en la construcción de edificaciones en Perú, principalmente en lo que respecta a la eficiencia energética y la mitigación del cambio climático. A continuación, se detallan algunos puntos clave del decreto:

- **Eficiencia energética:** El decreto establece requisitos y criterios para la eficiencia energética en las edificaciones, con el objetivo de reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto puede incluir aspectos relacionados con el diseño de la envolvente térmica, la iluminación eficiente, la gestión energética y el uso de sistemas de energías renovables.
- **Calidad del aire interior:** Se establecen requisitos para la calidad del aire interior en las edificaciones, considerando aspectos como la ventilación adecuada, la filtración de aire y la limitación de contaminantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)
- **Certificaciones y sellos de sostenibilidad:** El decreto promueve la implementación de certificaciones y sellos de sostenibilidad en las edificaciones, con el fin de reconocer y fomentar prácticas constructivas sostenibles y eficientes.

Para ello aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible en el Perú, tiene por objeto establecer los requisitos técnicos para que las edificaciones y/o habilitaciones urbanas, cumplan con condiciones básicas de sostenibilidad. Las disposiciones del presente Código Técnico se aplican de manera complementaria a los criterios y requisitos para el diseño y construcción de edificaciones y habilitaciones urbanas previstos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y demás normas aplicables a los procesos edificatorios. Contar con un instrumento normativo de alcance nacional que, en el marco de los compromisos asumidos por el Perú en materia de cambio climático, promueva la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de la capacidad adaptativa, a partir de la implementación de edificaciones y habilitaciones urbanas sostenibles, contribuyendo a incrementar la calidad de vida de las personas a través del aumento de la eficiencia hídrica y energética, la mejora de la calidad ambiental, la reducción

de los residuos y la promoción de la movilidad sostenible. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Las disposiciones del presente Código Técnico se aplican de manera obligatoria a:

- Proyectos de vivienda sostenible aplicados por el Fondo MIVIVIENDA S.A., en el marco del Nuevo Crédito MIVIVIENDA.
- Nuevas edificaciones promovidas por las entidades del sector público, según lo indicado en la Tabla N° 01. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

**Tabla 1**

**Áreas techadas mínimas por tipo de uso para edificaciones no residenciales**

Uso de edificación	Área Techada
Salud, Industria	$\geq 1,500 \text{ m}^2$
Recreación y deportes, Transportes y comunicaciones	$\geq 1,000 \text{ m}^2$
Oficina, Servicios comunales	$\geq 500 \text{ m}^2$
Educación	$\geq 2,000 \text{ m}^2$

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

“Las edificaciones de menor área techada comprendidas en la Tabla N° 01 pueden incluir todas o algunas de las medidas del presente Código Técnico, a criterio del proyectista” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Para efectos que la edificación o habilitación urbana sea declarada como sostenible, el titular del proyecto presenta al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), con posterioridad a la obtención de la conformidad de obra y declaratoria de edificación, la documentación detallada en el Anexo II, de acuerdo al procedimiento que para tal fin establezca el citado Ministerio. (El Peruano, 2021)

**Tabla 2**

**Combinaciones de usos en una sola edificación**

Tipo de edificación	Criterio técnico aplicable a cada tipo de edificación	
Edificación de uso residencial y solo un uso no residencial	El uso residencial debe cumplir lo que le corresponde según lo indicado en el presente Código Técnico.	El uso no residencial debe cumplir lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si su área techada es menor a lo indicado en la Tabla N° 01, entonces se le debe aplicar lo regulado para el uso residencial.</li> <li>• Si su área techada es igual o mayor a lo indicado en la Tabla N° 01, entonces se le debe aplicar lo que le corresponde.</li> </ul>
Edificación de uso residencial y dos o más usos no residenciales	El uso residencial debe cumplir lo que le corresponde según lo indicado en el presente Código Técnico.	El uso no residencial debe cumplir lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el uso no residencial con mayor área techada es igual o menor al área techada del uso residencial, entonces a toda la edificación se le debe aplicar lo que corresponde para el uso residencial.</li> <li>• Si el uso no residencial con mayor área techada es mayor al área techada del uso residencial, entonces a todos los usos no residenciales de la edificación se les debe aplicar lo que corresponde al uso no residencial con mayor área techada.</li> </ul>
Edificación de dos o más usos no residenciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si cada uno de los diferentes usos no residenciales cumple por separado lo indicado en la Tabla N° 01, entonces se aplica a cada uno lo que le corresponde.</li> <li>• Si solo uno de los diferentes usos no residenciales tiene un área techada que cumple lo indicado en la Tabla N° 01, entonces se aplica a toda la edificación lo que corresponde al uso no residencial con mayor área techada.</li> <li>• Si ninguno de los diferentes usos tiene un área techada que cumple lo indicado en la Tabla N° 01 pero el área techada de toda la edificación (sumados todos los usos) es igual, mayor, o igual a 500 m<sup>2</sup>, se aplica a toda la edificación lo establecido para oficinas y/o servicios comunales.</li> </ul>	

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

A continuación, se muestra un resumen de las disposiciones del Código Técnico de construcción sostenible aplicables por tipo de edificación: lo que este marcado de color verde es un requisito obligatorio para dicha edificación, el casillero de color amarillo es aplicable en caso de factibilidad de gas natural. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Tabla 3**

**Resumen de las disposiciones del código técnico de construcción sostenible aplicables por tipo de edificación**

Requisito técnico para edificaciones de acuerdo con el Código Técnico de Construcción Sostenible	Vivienda	Salud	Industria	Recreación y deportes	Transporte y comunicaciones	Oficina	Servicios comunales	Educación
<b>CAPÍTULO I. EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>								
Artículo 5.- Transmitancia de la envolvente térmica								
Artículo 6.- Reflectancia de la envolvente térmica								
Artículo 7.- Vanos								
Artículo 8.- Luminarias								
Artículo 9.- Sensores de movimiento								
Artículo 10.- Aberturas en vanos								
Artículo 11.- Requisitos técnicos para la eficiencia del sistema de aire acondicionado								
Artículo 12.- Requisitos técnicos para calderas								
Artículo 13.- Ascensores								
Artículo 14.- Equipos para impulsión de agua.								
Artículo 15.- Instalaciones de gas								
<b>CAPÍTULO II. EFICIENCIA HÍDRICA</b>								
Artículo 16.- Medidores y contómetros								
Artículo 17.- Griferías y aparatos sanitarios								
17.1 Grifería de lavaderos								
17.2 Grifería de lavatorios								
17.3 Ducha								
17.4 Inodoro								
17.5 Urinario								
Artículo 18.- Sistema de riego								
Artículo 19.- Requisitos técnicos generales para el reúso de aguas grises								
<b>CAPÍTULO III. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR</b>								
Artículo 20.- Especies vegetales de áreas verdes								
Artículo 21.- Composición del área verde								
Artículo 22.- Mantenimiento de Áreas Verdes								
<b>CAPÍTULO IV. MANEJO DE RESIDUOS EN EDIFICACIONES</b>								
Artículo 23.- Minimización y manejo de residuos sólidos no municipales de edificaciones								
Artículo 24.- Eliminación en lugares autorizados de los residuos de la construcción y demolición proveniente de edificaciones								
<b>CAPÍTULO V. MATERIALES Y PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN</b>								
Artículo 25.- Ecomateriales								
<b>CAPÍTULO VI. INFRAESTRUCTURA PARA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE</b>								
Artículo 26.- Estacionamientos para bicicletas								
Artículo 27.- Ambientes para ciclistas								

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

“El titular del proyecto de edificación o de habilitación urbana debe presentar al MVCS la siguiente información para ser considerada como sostenible” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

**Tabla 4**  
**Factores que determinan la factibilidad del proyecto**

	<b>DOCUMENTOS REFERIDOS AL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN</b>  (Según Decreto Supremo N° 029-2019-VIVIENDA que aprueba el Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación)	<b>DOCUMENTACIÓN EN MATERIA AMBIENTAL</b>  (Según Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos).	<b>DOCUMENTACIÓN ADICIONAL</b>
<b>Edificación Sostenible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licencia de edificación.</li> <li>• Memorias descriptivas aprobadas y planos aprobados que conforman el expediente de la licencia de edificación, incluyendo la información técnica según se indica en la Tabla II.1.</li> <li>• Certificado de finalización de obra o de conformidad de obra.</li> <li>• Memorias descriptivas aprobadas y planos aprobados (del replanteo, si fuera el caso) que conforman el expediente del certificado de finalización de obra o de conformidad de obra, incluyendo la información técnica según se indica en la Tabla II.1</li> </ul>	Documentación técnica según se indica en la Tabla II.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declaración Jurada indicando los requisitos del CTCS han sido incorporados en la edificación y se encuentran en el Certificado de finalización de obra o de conformidad de obra.</li> <li>• Documentación técnica según se indica en la Tabla II.5</li> <li>• Memoria de cálculo de los ahorros de energía y agua obtenidos por cada tecnología implementada.</li> </ul>
<b>Habilitación Urbana Sostenible</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Licencia de habilitación urbana.</li> <li>• Planos aprobados que conforman el expediente de la licencia de habilitación urbana, incluyendo la información técnica según se indica en la Tabla II.1.</li> <li>• Certificado de finalización de obra o de conformidad de obra.</li> <li>• Memorias descriptivas aprobadas y planos aprobados (del replanteo, si fuera el caso) que conforman el expediente del certificado de finalización de obra o de conformidad de obra, incluyendo la información técnica según se indica en la Tabla II.2</li> </ul>	Documentación técnica según se indica en la Tabla II.4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declaración Jurada indicando los requisitos del CTCS han sido incorporados en la habilitación urbana y se encuentran en el Certificado de finalización de obra o de conformidad de obra.</li> <li>• Documentación técnica según se indica en la Tabla II.6</li> </ul>

Requisito técnico previsto en el Código Técnico de Construcción Sostenible	Información técnica
Artículo 5.- Transmitancia de la envolvente térmica	<p>1. En el plano de arquitectura (cortes de muros, pisos y techos que conforman la envolvente térmica) se debe indicar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El espesor (m.) y nombres de los materiales o productos que conforman cada capa que componen los muros, pisos y techos de la envolvente térmica.</li> <li>• Valor de conductividad térmica (<math>W/m \cdot ^\circ C</math> o <math>W/m \cdot K</math>) o resistencia térmica (<math>m^2 \cdot ^\circ C/W</math> o <math>m^2 \cdot ^\circ C/K</math>) de los materiales o productos que conforman cada capa que componen los muros, pisos y techos de la envolvente térmica.</li> <li>• Las resistencias térmicas superficiales (<math>m^2 \cdot ^\circ C/W</math> o <math>m^2 \cdot K/W</math>) según con que colinda el muro, techo o piso de la envolvente térmica (medioambiente exterior, terreno natural o ambiente no habitable).</li> </ul> <p>2. En la memoria descriptiva se debe indicar el metraje (<math>m^2</math>) que ocupa cada tipo de elemento constructivo en la envolvente térmica y el valor <math>U_{final}</math> (<math>W/m^2 \cdot ^\circ C</math> o <math>W/m^2 K</math>) de la Envolvente Muro, de la Envolvente Techo y de la Envolvente Piso.</p>
Artículo 6.- Reflectancia de la envolvente térmica	Indicación en el plano de arquitectura que el color del acabado final de los techos y muros cumplen los índices de reflectancia según orientación y zona climática señaladas en el Anexo III.
Artículo 7.- Vanos	Indicación en el plano de arquitectura que los vanos cumplen con un área mínima del 10% del área del piso del ambiente al que sirve.
Artículo 8.- Luminarias	Indicación en el plano de instalaciones eléctricas que las luminarias cuentan con una clasificación de eficiencia energética mayor o igual a la Clase B, según lo establecido en el Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética para equipos energéticos (RTEEE), aprobado por el Decreto Supremo N° 009-2017-EM
Artículo 9.- Sensores de movimiento	Ubicación en el plano de instalaciones eléctricas de los sensores de movimiento junto a las luminarias que controlan.
Artículo 10.- Aberturas en vanos	Indicación en el plano de arquitectura que las aberturas de los vanos cumplen con un área mínima del 5% del área del piso del ambiente al que sirve.
Artículo 11.- Requisitos técnicos para la eficiencia del sistema de aire acondicionado	<p>Indicación en el plano de instalaciones eléctricas o de instalaciones electromecánicas que el sistema de aire acondicionado cuenta con economizadores de aire con sensor de entalpía del aire exterior para modular por lo menos 70% del aire fresco total que se inyecta al edificio.</p> <p>Indicación en el plano de instalaciones eléctricas o de instalaciones electromecánicas que los equipos de enfriamiento cuentan con un coeficiente de desempeño (COP) según Tabla N° 05 o con un coeficiente de desempeño estacional (SCOP) según Tabla N° 06.</p>

Requisito técnico previsto en el Código Técnico de Construcción Sostenible	Información técnica
Artículo 12.- Requisitos técnicos para calderas	Indicación en el plano de instalaciones eléctricas o de instalaciones electromecánicas que las calderas cumplen con una eficiencia mínima del 90% según NTP 350.301 CALDERAS INDUSTRIALES-Procedimiento para la determinación de la eficiencia térmica de calderas industriales
Artículo 13.- Ascensores	Indicación en el plano de instalaciones eléctricas o de instalaciones electromecánicas que los ascensores cuentan con una clasificación de eficiencia energética mayor o igual a la Clase B, según lo establecido en el Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética para equipos energéticos (RTEEE).
Artículo 14.- Equipos para impulsión de agua.	Indicación en el plano de instalaciones eléctricas o de instalaciones electromecánicas que los equipos para impulsión de agua cuentan con una clasificación de eficiencia energética mayor o igual a la Clase B, según lo establecido en el Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética para equipos energéticos (RTEEE).
Artículo 15.- Instalaciones de gas	Proyecto completo de instalaciones de gas.
Artículo 16.- Medidores y contómetros	Indicación en el plano de instalaciones sanitarias que los medidores o contómetros de agua cumplen con la Norma Metrológica Peruana 005. Medidores de agua para agua potable fría y agua caliente.
Artículo 17.- Griferías y aparatos sanitarios	
17.1 Grifería de lavaderos	Indicación en el plano de instalaciones sanitarias que la grifería de lavaderos de cocina cuenta con un Sello o Certificado Nacional (precisando el nombre de la empresa prestadora de servicio) o con otro certificado Internacional de eficiencia hídrica (precisando el nombre de la certificación) donde se indique que cumple con los ahorros previstos (>30% o caudal de 4,9 litros/minuto a una presión de 417,7 kPa).
17.2 Grifería de lavatorios	Indicación en el plano de instalaciones sanitarias que la grifería de lavatorios de servicios higiénicos cuenta con un Sello o Certificado Nacional (precisando el nombre de la empresa prestadora de servicio) o con otro certificado Internacional de eficiencia hídrica (precisando el nombre de la certificación) donde se indique que cumple con los ahorros previstos (>30% o caudal de 4,9 litros/minuto a una presión de 417,7 kPa)
17.3 Ducha	Indicación en el plano de instalaciones sanitarias que las duchas cuentan con un Sello o Certificado Nacional (precisando el nombre de la empresa prestadora de servicio) o con otro certificado Internacional de eficiencia hídrica (precisando el nombre de la certificación) donde se indique que cumple con los ahorros previstos (>30% o caudal de 9 litros/minuto a una presión de 551,6 kPa)
17.4 Inodoro	Indicación en el plano de instalaciones sanitarias que los inodoros cuentan con un Sello o Certificado Nacional (precisando el nombre de la empresa prestadora de servicio) o con otro certificado Internacional de eficiencia hídrica (precisando el nombre de la certificación) donde se indique que cumple con los ahorros previstos (doble pulsador - 4.8 lpd promedio - o con un pulsador con tanque <4.8 lt.)

Requisito técnico previsto en el Código Técnico de Construcción Sostenible	Información técnica
17.5 Urinario	Indicación en el plano de instalaciones sanitarias que los urinarios cuentan con un Sello o Certificado Nacional (precisando el nombre de la empresa prestadora de servicio) o con otro certificado Internacional de eficiencia hídrica (precisando el nombre de la certificación) donde se indique que cumple con los ahorros previstos (máximo caudal de un litro por descarga).
Artículo 18.- Sistema de riego	Diseño del sistema de riego como parte del plano de instalaciones sanitarias.
Artículo 19.- Requisitos técnicos generales para el reúso de aguas grises	Diseño del sistema de reúso de aguas grises como parte del plano de instalaciones sanitarias.
Artículo 20.- Especies vegetales de áreas verdes	Indicación en el plano de arquitectura del área verde total (m <sup>2</sup> ) y denominación de las especies xerófilas (según Anexo IV del CTCS) o especies nativas que han sido consideradas como parte de las áreas verdes.
Artículo 21.- Composición del área verde	Indicación del área verde total (m <sup>2</sup> ) y ubicación (terreno natural, jardineras, muros o techos) en el plano de arquitectura.
Artículo 25.- Ecomateriales	Indicación en el plano de arquitectura o en el plano de estructuras del ecomaterial que compone la partida de arquitectura o de estructuras, según corresponda.  Indicación en la memoria descriptiva el nombre del fabricante del ecomaterial, la norma de la familia ISO 14,000 que cumple el ecomaterial y la acreditación de dicho cumplimiento. Asimismo, el metraje total de la partida y el metraje que aporta el ecomaterial a la partida.
Artículo 26.- Estacionamientos para bicicletas	Indicación en el plano de arquitectura del área de estacionamiento vehicular (m <sup>2</sup> ) y del área de estacionamiento para bicicletas (m <sup>2</sup> )
Artículo 27.- Ambientes para ciclistas	Plano de arquitectura

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

**Tabla 5**

**Información técnica en planos o memoria descriptiva para edificaciones en el marco del Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación**

Requisito técnico previsto en el Código Técnico de Construcción Sostenible	Información técnica
Artículo 28.- Especies vegetales de áreas verdes públicas	<ol style="list-style-type: none"> <li>Indicación en el plano de lotización del área verde pública total (m2).</li> <li>Indicación en el plano de ornamentación de parques de: <ul style="list-style-type: none"> <li>La denominación de las especies xerófilas (según Anexo IV del CTCS) o especies nativas que han sido consideradas como parte de las áreas verdes públicas.</li> <li>El área verde con especies xerófilas o especies nativas (m2 y % del total del área verde pública) según la región donde se ubica.</li> </ul> </li> </ol>
Artículo 30.- Protección solar en áreas de descanso	<ol style="list-style-type: none"> <li>Planos del área de descanso y de los elementos urbanos (árboles, edificios colindantes, aleros u otro).</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Análisis de sombras y recorrido solar en la memoria descriptiva.</li> </ol>
Artículo 33.- Criterios para la movilidad urbana sostenible	<p>Explicar en la memoria descriptiva la manera en que la ubicación y distancias de recorrido entre las viviendas y las zonas para los usos de salud, educación y áreas recreativas, promueven la peatonalización y uso de bicicleta.</p> <p>Incluir planos de ciclovías o señalar el uso compartido como parte del plano de trazado o de lotización</p>

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

**Tabla 6**

**Información técnica en planos o memoria descriptiva para habilitaciones urbanas en el marco del Reglamento de Licencias de Habilitación Urbana y Licencias de Edificación, aprobado por Decreto Supremo N° 029-2019- VIVIENDA**

Requisito técnico previsto en el Código Técnico de Construcción Sostenible	Información técnica
Artículo 23.- Minimización y manejo de residuos sólidos no municipales de edificaciones.	<p>Presentación en archivo digital de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La resolución que otorga la Certificación Ambiental del proyecto de edificación (de corresponder).</li> <li>El Plan de minimización y manejo de residuos sólidos no municipales, del proyecto de edificación (de corresponder).</li> </ol>

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

**Tabla 7**

**Documentación técnica para edificaciones en el marco del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM**

Requisito técnico previsto en el Código Técnico de Construcción Sostenible	Información técnica
Artículo 31.- Minimización y manejo de residuos sólidos no municipales de habilitaciones urbanas.	Presentación en archivo digital de: 1. La resolución que otorga la Certificación Ambiental de la habilitación urbana (de corresponder). 2. El Plan de minimización y manejo de residuos sólidos no municipales, de la habilitación urbana (de corresponder).
Artículo 22.- Mantenimiento de Áreas Verdes	Presentación en archivo digital de la "Ficha para el mantenimiento de Áreas Verdes" que contenga los criterios de mantenimiento de cada especie vegetal según el diseño efectuado.
Artículo 24.- Eliminación en lugares autorizados de los residuos de la construcción y demolición proveniente de edificaciones	Presentación en archivo digital de una Declaración Jurada que contenga la siguiente información: 1. Dirección de la obra, donde se generan los residuos de la construcción y demolición. 2. Dirección de la/las infraestructura(s) autorizadas para el manejo de residuos sólidos de construcción y demolición, en las cuales se planificó valorizar y/o disponer los residuos de la construcción y demolición. 3. Metrados totales de los residuos de la construcción y/o demolición de acuerdo Plan que se incluye en el Reglamento para la Gestión y Manejo de los
	Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. 4. Metrados de los residuos provenientes de los excedentes de remoción, y/o de los excedentes de obra y escombros, que pueden ser incorporados al proceso de valorización. 5. Metrados de los residuos a ser eliminados. 6. Marca, modelo, placa, capacidad en m3 y foto del (de los) vehículo(s) que transporta(n) los residuos. 7. Número de viajes por tipo de vehículo realizados desde la obra hasta el lugar autorizado que recepciona los residuos. 8. Comprobantes de pago donde se verifique el ingreso del vehículo al lugar autorizado y que por lo menos, la misma cantidad de residuos previamente metrada ha sido recepcionada por dicho lugar autorizado.
Artículo 29.- Mantenimiento de Áreas Verdes Públicas	Presentación en archivo digital de la "Ficha para el mantenimiento de Áreas Verdes Públicas" que contenga los criterios de mantenimiento de cada especie vegetal según el diseño efectuado.
Artículo 32.- Eliminación en lugares autorizados de los residuos de la construcción y demolición proveniente de habilitaciones urbanas	Presentación en archivo digital de una Declaración Jurada que contenga la siguiente información: 1. Dirección de la obra, donde se generan los residuos de la construcción y demolición. 2. Dirección de la/las infraestructura(s) autorizadas para el manejo de residuos sólidos de construcción y demolición, en las cuales se planificó valorizar y/o disponer los residuos de la construcción y demolición. 3. Metrados totales de los residuos de la construcción y/o demolición de acuerdo Plan que se incluye en el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. 4. Metrados de los residuos provenientes de los excedentes de remoción, y/o de los excedentes de obra y escombros, que pueden ser incorporados al proceso de valorización. 5. Metrados de los residuos a ser eliminados. 6. Marca, modelo, placa, capacidad en m3 y foto del (de los) vehículo(s) que transporta(n) los residuos. 7. Número de viajes por tipo de vehículo realizados desde la obra hasta el lugar autorizado que recepciona los residuos. 8. Comprobantes de pago donde se verifique el ingreso del vehículo al lugar autorizado y que por lo menos, la misma cantidad de residuos previamente metrada ha sido recepcionada por dicho lugar autorizado.

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

## 2.2. Sistemas de iluminación, luminarias y lámparas

Se pueden diferenciar cuatro tipos de sistemas de iluminación basados en las fuentes de luz: LED, Fibra óptica, Fluorescentes, y Láser. Cada una de ellas tiene sus ventajas y desventajas con respecto a las otras. Dependiendo del tipo de aplicación deberá utilizarse una u otra. Hay cuatro factores que condicionan el tipo de iluminación, que son: Intensidad lumínica, Duración, Flexibilidad de diseños y Precio. Los sistemas de iluminación para aplicaciones industriales pueden emitir luz de forma continua o de forma pulsada (estroboscópica). (Infaimon, 2016)

### 2.2.1. Tipos frecuentes de lámparas

#### 2.2.1.1. Lámparas incandescentes no halógenas.

Emiten luz calentando un filamento por el que transcorre la electricidad. Son las menos eficientes y con vida útil más baja. Debido a estos motivos ya no se fabrican en la Unión Europea, además la oferta de lámparas más eficientes a costes similares hace que cada vez sean más infrecuentes. (Asociación de Ciencias Ambientales, 2015)

**Figura 1**

**Lámpara incandescente no halógena**



**Fuente: Asociación de Ciencias Ambientales, (2015).**

### 2.2.1.2. Lámparas incandescentes halógenas / Eco Halógenas

De funcionamiento similar a las anteriores, pero con un filamento más corto y un gas halógeno para evitar su evaporación. Si bien tiene vidas útiles mayores que las lámparas incandescentes, presentan precios mayores y un mayor consumo energético que otras alternativas de iluminación. (Asociación de Ciencias Ambientales, 2015)

**Figura 2**

#### **Lámpara incandescente halógena**



**Fuente: Asociación de Ciencias Ambientales, (2015).**

### 2.2.1.3. Lámparas fluorescentes

Producen luz provocando una descarga eléctrica en un vapor de mercurio. Tiene vida útil más larga que las bombillas halógenas, y consumos energéticos moderados, si bien la calidad lumínica y color de luz no suele ser adecuado para ambientes domésticos. (Asociación de Ciencias Ambientales, 2015)

**Figura 3**  
**Lámpara Fluorescente**



**Fuente: Asociación de Ciencias Ambientales, (2015).**

#### **2.2.1.4. Lámparas fluorescentes compactas**

“Funcionamiento similar a las lámparas fluorescentes, pero con una composición compacta para uso doméstico. Si bien algunas requieren de un tiempo de encendido para alcanzar una luminosidad máxima, existen ya lámparas fluorocompactas de encendido rápido y muy rápido” (Asociación de Ciencias Ambientales, 2015).

**Figura 4**  
**Lámpara Fluorescente compacta**



**Fuente: Asociación de Ciencias Ambientales, (2015).**

### 2.2.1.5. LED

Son diodos que convierten directamente la energía eléctrica en luz. Al no poseer filamento, como las lámparas incandescentes, tiene un periodo de vida mucho mayor y son más resistentes a golpes. Por otra parte, son las más eficientes del mercado, con potencias lumínicas, colores y modelos variados para sustituir otras lámparas menos eficientes. Si bien el coste de mercado sigue siendo superior a otras lámparas, su mayor vida útil y ahorro energético las convierte en la alternativa más económica. (Aldana, 2019)

**Figura 5**  
**Lámpara LED**



**Fuente: Aldana, (2019).**

### **2.3. Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible, D.S. N° 022-2016-VIVIENDA**

#### **2.3.1. Título I - Capítulo Único - Disposiciones Generales**

##### **2.3.1.1. Artículo 1.- Objetivo**

El presente Reglamento tiene por objeto regular los procedimientos técnicos que siguen los Gobiernos Locales a nivel nacional, en el ejercicio de sus competencias en materia de planeamiento y gestión del suelo, de acondicionamiento territorial y de desarrollo urbano de sus circunscripciones, a fin de garantizar:

- a. La ocupación racional y sostenible de los centros poblados urbanos y rurales, así como de sus ámbitos de influencia.
- b. La armonía entre el ejercicio del derecho de propiedad predial y el interés público.
- c. La reducción de la vulnerabilidad ante desastres, a fin de prevenir y atender de manera oportuna las condiciones de riesgos y contingencias físico – ambientales.
- d. La coordinación de los diferentes niveles de gobierno: Nacional, Regional y Local, para facilitar la participación del sector privado en la gestión pública local.
- e. La distribución equitativa de los beneficios y cargas que se deriven del uso del suelo.
- f. La seguridad y estabilidad jurídica para la inversión inmobiliaria.
- g. La eficiente dotación de servicios a la población. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

##### **2.3.1.2. Artículo 2.- Ámbito de Aplicación**

Los procedimientos que se desarrollan en el presente Reglamento son de aplicación obligatoria a los Gobiernos Locales a nivel nacional. Esta norma contiene los procedimientos técnicos, criterios y parámetros que los Gobiernos Locales deben considerar en la formulación, aprobación, implementación y modificación de los instrumentos de planificación urbana y en los instrumentos de gestión urbana contemplados en el presente Reglamento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### 2.3.1.3. Artículo 2.- Función Planificadora

Los Gobiernos Locales tienen la función de planificar el desarrollo integral de sus circunscripciones, en concordancia con los planes y las políticas nacionales, sectoriales y regionales, promoviendo las inversiones, así como la participación de la ciudadanía, conforme al presente Reglamento. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

### 2.4. Ordenanza N° 581-MM, Ordenanza que establece, regula y promueve condiciones para edificaciones sostenibles

El 17 de diciembre se publicó en el diario oficial "El Peruano" la Ordenanza N° 581-MM, Ordenanza que establece, regula y promueve condiciones para edificaciones sostenibles en el Distrito de Miraflores (la "Ordenanza"). La presente Ordenanza tiene como principal objetivo regular los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones sostenibles; y establecer los incentivos que compensen y premien la construcción de edificaciones que reúnan un mínimo de condiciones de sostenibilidad. (Municipalidad de Miraflores, 2021)

Los proyectos de edificación sostenible que se acojan a la Ordenanza, deberán cumplir con las siguientes condiciones de sostenibilidad:

- i) Certificación Internacional de Sostenibilidad de una Edificación; y,
- ii) Criterios técnicos de diseño y construcción sostenible.

Para ello, el propietario deberá acogerse a un tipo de Certificado de Promoción de Edificaciones Sostenibles ("CEPRES"). Dependiendo del CEPRES al cual se acoja el propietario de la edificación (A, B o C), podrá acceder a diferentes incentivos. (El Peruano, 2022)

- Incremento de área techada por construcción sostenible. Cabe precisar que dicho incremento podrá ejecutarse total o parcialmente sobre la altura normativa y como máximo hasta por el número de pisos adicionales regulados en la Ordenanza.
- Incremento de área techada por uso público
- Reducción del área mínima por unidad de vivienda
- Reducción de número mínimo de estacionamiento. (Municipalidad de Miraflores, 2021)

**Tabla 8**  
**Certificación CEPRES según tipo**

Tipo de Certificado	Requerimientos mínimos	Beneficios			
		Incremento de área techada por construcción sostenible	Incremento de área techada por uso público	Reducción de área mínima por unidad de vivienda	Reducción de número mínimo de estacionamientos
<b>CEPRES TIPO A</b>	Certificado <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology</i> o <i>Leadership in Energy &amp; Environmental Design</i>	25% adicional del área techada total de la edificación sostenible	Como mínimo el equivalente al área de los retiros frontales de 3.00 metros para calles y 5 ml para avenidas.	25% del área mínima normativa	25% del número mínimo de estacionamientos de autos serán reemplazados por igual número de estacionamientos para bicicletas.  No es exigible estacionamiento de visita.
	Eficiencia Energética y Confort Térmico				
	Reducción del Consumo de Electricidad				
	Ahorro de agua y reúso de Aguas Residuales Domésticas Tratadas				
	Manejo de Residuos en la construcción				
	Retiros frontales sin cerramientos				
	Segregación de Residuos diferenciados				
	Habilitación de retiros frontales				
	Estacionamientos para bicicletas				
	Calidad ambiental, interior, azotea verde, área verde y muro verde				

<b>CEPRES TIPO B</b>	Certificado <i>Excellence in Design for Great Efficiencies</i>	15% adicional del área techada total de la edificación sostenible	Como mínimo el equivalente al área de los retiros frontales de 3.00 metros para calles y 5 ml para avenidas.	15% del área mínima normativa	15% del número mínimo de estacionamientos de autos serán reemplazados por igual número de estacionamientos para bicicletas.  No es exigible estacionamiento de visita.
	Eficiencia Energética y Confort Térmico				
	Reducción del Consumo de Electricidad				
	Ahorro de agua y reúso de Aguas Residuales Domésticas Tratadas				
	Manejo de Residuos en la construcción				
	Retiros frontales sin cerramientos				
	Segregación de Residuos diferenciados				
	Habilitación de retiros frontales				
	Estacionamientos para bicicletas				
	Calidad ambiental, interior, azotea verde, área verde y muro verde				

CEPRES TIPO C	Eficiencia Energética y Confort Térmico	10% adicional del área techada total de la edificación sostenible	Como mínimo el equivalente de los retiros frontales de 3 metros para calles y 5 ml para avenidas.	10% del área mínima normativa	10% del número mínimo de estacionamientos de autos serán reemplazados por igual número de estacionamientos para bicicletas.  No es exigible estacionamiento de visita.
	Reducción del Consumo de Electricidad				
	Ahorro de agua y reúso de Aguas Residuales Domésticas Tratadas				
	Manejo de Residuos en la construcción				
	Retiros frontales sin cerramientos				
	Segregación de Residuos diferenciados				
	Habilitación de retiros frontales				
	Estacionamientos para bicicletas				
	Calidad ambiental, interior, azotea verde, área verde y muro verde				

**Fuente: El Peruano, (2022).**

Para acogerse a lo establecido en la Ordenanza, además de cumplir con los requisitos establecidos en la licencia de edificación, el propietario deberá presentar lo siguiente a la Municipalidad:

- Solicitud de acogimiento de beneficios, suscrita por los propietarios del inmueble donde se construirá la edificación sostenible y/o de sus representantes legales.
- Declaración jurada, debidamente suscrita por los propietarios del inmueble donde se construirá la edificación sostenible y de sus representantes legales en caso de personas jurídicas, comprometiéndose a conocer, respetar y cumplir con lo establecido en la Ordenanza.
- Declaración jurada, debidamente suscrita por el Responsable de Obra de la edificación sostenible, comprometiéndose a conocer, respetar, cumplir y hacer cumplir todas las condiciones establecidas en la Ordenanza. (El Peruano, 2022)

## 2.5. Diseño de instalaciones eléctricas

### 2.5.1. Instalaciones eléctricas en viviendas

Las instalaciones eléctricas en viviendas requieren un alto grado de seguridad fiabilidad. Los interruptores diferenciales son esenciales con conexión a tierra TT e IT. En las instalaciones TN tanto los interruptores magnetotérmicos como los interruptores diferenciales pueden ofrecer protección contra el contacto directo de los circuitos eléctricos. Para ampliar la protección de los cables flexibles más allá de las tomas de salida fijas y para garantizar la protección contra los incendios de origen eléctrico, debe instalarse la protección diferencia. (Alvarado, 2017)

“Los circuitos que van desde el tablero de protecciones general hasta las cargas finales son denominados ramales. Las cargas en viviendas residenciales se clasifican básicamente en salidas de alumbrado y tomacorriente” (Moreno N. , 2004).

**Figura 6**

**Tablero de distribución empotrado**



**Fuente: Centelsa, (2017).**

**Tabla 9**  
**Calibre del interruptor general automático**

Electrificación	Potencia	Calibre interruptor general automático (IGA)
Básica	5.750 W	25 A
	7.360 W	32 A
Elevada	9.200 W	40 A
	11.500 W	50 A
	14.490 W	63 A

**Fuente: Centelsa, (2017).**

Es importante realizar los diseños de iluminación cumpliendo con el Reglamento Técnico De Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP, el cual establece los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación para así garantizar los niveles y calidad de la energía lumínica requerida en las actividades visuales. (Centelsa, 2017)

**Figura 7**  
**Distribución de salidas de iluminación**



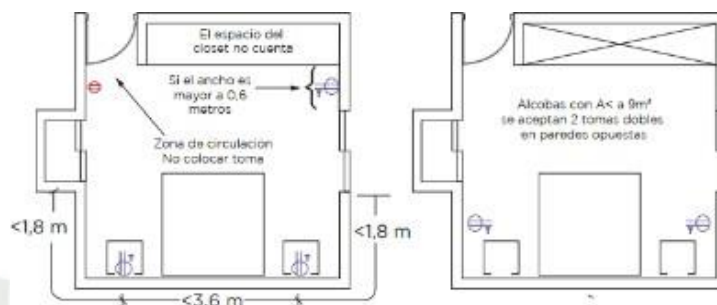
**Fuente: Centelsa, (2017).**

No se instalará un tomacorriente a una distancia mayor de 1,80 metros, medidos desde el borde de la pared, esto incluye a las paredes que tengan más de 0,60 metros. La distancia entre tomacorriente sería máxima de 3,60 metros, para garantizar siempre tener un tomacorriente a no más de 1,80 metros. (Centelsa, 2017)

“No se consideran como espacios de pared los espacios que quedan contra puertas abiertas a 90°, los espacios ocupados o limitados por armarios y en pasillos (corredores) de circulación permanente donde no sea posible instalar artefactos eléctricos” (Castellon, 2016).

**Figura 8**

**Distribución de salidas de tomacorrientes**



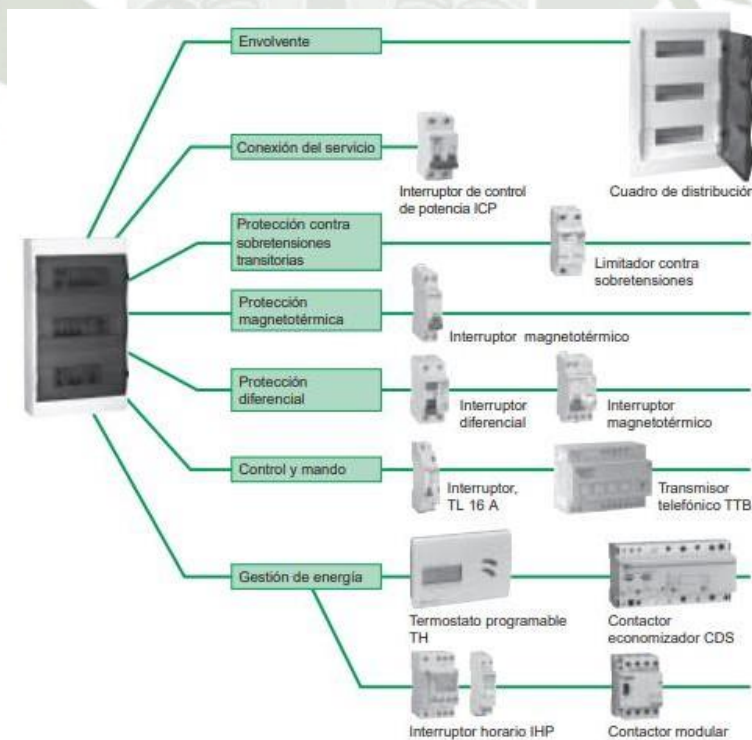
**Fuente: Centelsa, (2017).**

**2.5.2. Instalaciones eléctricas en comercios**

“La empresa suministradora conecta el punto de neutro de BT a su tierra de transformador de distribución MT/BT. Todas las instalaciones de BT deben estar protegidas mediante dispositivos de corriente diferencial residual” (Hernández, 2010).

**Figura 9**

**Componentes de Cuadro de distribución**



**Fuente: Hernández, (2010).**

Los tipos de circuitos independientes serán los que se indican a continuación y estarán protegidos, cada uno de ellos, por un interruptor automático de corte omnipolar con accionamiento manual y por dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos con la intensidad asignada según su aplicación. (Moreno N. , 2004)

**Tabla 10**  
**Circuitos de Utilización**

Circuitos de utilización	Potencia prevista (W)	Tipo de toma	Calibre del interruptor automático de corte omnipolar <sup>(1)</sup> (A)	Máx. n.º de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima (mm <sup>2</sup> ) <sup>(2)</sup>	Tubo o conducto diámetro (mm) <sup>(3)</sup>
<b>Electrificación básica</b>						
C1 Iluminación	200	Punto de luz <sup>(4)</sup>	10	30	1,5	16
C2 Tomas de uso general	3.450	Base 16 A 2p + T	16	20	2,5	20
C3 Cocina y horno	5.400	Base 25 A 2p + T	25	2	6	25
C4 Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico	3.450	Base 16 A 2p + T <sup>(7)</sup>	20	3	4 <sup>(6)</sup>	20
C5 Baño, cuarto de cocina	3.450	Base 16 A 2p + T	16	6	2,5	20
<b>Electrificación elevada</b>						
C6 Circuito adicional C1	Circuito adicional de tipo C1, por cada 30 puntos de luz					
C7 Circuito adicional C2	Circuito adicional de tipo C2, por cada 20 tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m <sup>2</sup>					
C8 Calefacción	<sup>(2)</sup>	-	25	-	6	25
C9 Aire acondicionado	<sup>(2)</sup>	-	25	-	6	25
C10 Secadora	3.450	Base 16 A 2p + T	16	1	2,5	20
C11 Automatización	<sup>(4)</sup>	-	10	-	1,5	16

Fuente: Schneider Electric, (2023).

### 2.5.3. Electrificación elevada

Son aquellas con una previsión de utilización de aparatos electrodomésticos superior a la básica o con superficies útiles de la vivienda superiores a 160 m<sup>2</sup>. La potencia prevista no será inferior a 9.200 W (230 V). El grado de electrificación será elevado cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones. (Schneider Electric, 2023)

**Tabla 11**  
**Puntos de Utilización**

Estancia	Circuito	Mecanismo	N.º mínimo	Superficie/Longitud
Acceso	C <sub>1</sub>	Pulsador timbre	1	-
Vestibulo	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	- -
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	-
Sala de estar o salón	C <sub>1</sub>	Punto de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) Uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	3 <sup>(1)</sup>	Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )
Dormitorios	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) Uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	3 <sup>(1)</sup>	Una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	-
	C <sub>9</sub>	Toma de aire acondicionado	1	-
Baños	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	- -
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p + T	1	-
	C <sub>8</sub>	Toma de calefacción	1	-
	Pasillos o distribuidores	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor/Conmutador 10 A	1 1
C <sub>2</sub>		Base 16 A 2p + T	1	Hasta 5 m (dos si L > 5 m)
C <sub>8</sub>		Toma de calefacción	1	-
Cocina	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) Uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	2	Extractor y frigorífico
	C <sub>3</sub>	Base 25 A 2p + T	1	Cocina/horno
	C <sub>4</sub>	Base 16 A 2p + T	3	Lavadora, lavavajillas y termo
	C <sub>5</sub>	Base 16 A 2p + T	3 <sup>(2)</sup>	Encima del plano de trabajo
	C <sub>8</sub>	Toma calefacción	1	-
Terrazas y vestidores	C <sub>10</sub>	Base 16 A 2p + T	1	Secadora
	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) Uno por cada punto de luz
Garajes unifamiliares y otros	C <sub>1</sub>	Puntos de luz Interruptor 10 A	1 1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> ) Uno por cada punto de luz
	C <sub>2</sub>	Base 16 A 2p + T	1	Hasta 10 m <sup>2</sup> (dos si S > 10 m <sup>2</sup> )

**Fuente: Schneider Electric, (2023).**

#### **2.5.4. Instalaciones eléctricas en industrias**

La calidad del equipo eléctrico utilizado normalmente se garantiza mediante una marca de conformidad ubicada en la parte frontal de cada elemento. En la industria, es necesario tener unas instalaciones eléctricas industriales adecuadas que permitan que el proceso productivo se desarrolle con total normalidad. La maquinaria requerida en estos espacios consume gran cantidad de recursos eléctricos, y por ello se ve necesario que se realicen acometidas eléctricas a gran escala que permitan que todos los elementos funcionen a la perfección. (Trasancos, 2004)

##### **2.5.4.1. Requerimientos de las instalaciones eléctricas industriales**

Todas las instalaciones eléctricas industriales deben estar adecuadamente protegidas ante los agentes externos como cambios de temperatura, etc. y también de otros peligros como la sobrecarga o los cortocircuitos, puesto que, de producirse, podrían dañar y averiar las propias instalaciones eléctricas y la maquinaria y equipos a los que les estuviera llegando la corriente eléctrica. (Centelsa, 2017)

##### **2.5.4.2. Elementos necesarios en una instalación eléctrica industrial.**

###### **2.5.4.2.1. Acometidas**

“Conducen la energía desde la fuente hasta el punto de suministro. La acometida puede ser aérea o soterrada, siendo más común este último tipo” (Tusocal, 2019).

###### **2.5.4.2.2. Contadores eléctricos y equipos de medición**

“Ayudan a controlar y cuantificar el consumo de energía eléctrica. Debe estar en un lugar accesible y protegido para poder realizar una lectura y revisión” (Tusocal, 2019).

#### **2.5.4.2.3. Interruptores**

Estos dispositivos ayudan a abrir o cerrar la corriente eléctrica que pasa a través de los circuitos y conexiones. Los interruptores principales son el interruptor general (para abrir o cerrar el circuito), el derivado (para proteger y desconectar los alimentadores), el termomagnético (para proteger de sobrecargas y cortocircuitos) y los interruptores de control (para limitar el consumo de potencia, también protegen de las sobrecargas). (Tusocal, 2019)

#### **2.5.4.2.4. Arrancadores**

“Los arrancadores se utilizan para el apagado y encendido de motores eléctricos. También protegen el sistema eléctrico ante posibles subidas y bajadas de tensión” (Tusocal, 2019).

#### **2.5.4.2.5. Transformadores**

“Son equipos encargados de transformar el voltaje eléctrico suministrado al voltaje requerido para el correcto funcionamiento de la instalación” (Tusocal, 2019).

#### **2.5.4.2.6. Cuadros eléctricos**

“En los cuadros eléctricos se hallan los elementos de protección, distribución y control de la corriente eléctrica. También se denomina cuadro general” (Tusocal, 2019).

#### **2.5.4.2.7. Tomas de corriente**

“Estas tomas o enchufes suelen colocarse en las paredes y permiten el paso de la corriente eléctrica al conectar un equipo en esta toma” (Tusocal, 2019).

#### **2.5.4.2.8. Toma a tierra**

“Estos sistemas de seguridad derivan los excesos de voltaje para proteger a los usuarios de cualquier sobrecarga que pudiera provocar un grave accidente” (Tusocal, 2019).

## **2.6. Instalaciones eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica EM.010**

En la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación en locales tales como: Comerciales, Oficinas, Locales de Espectáculos, Aeropuertos, Puertos, Estaciones de Transporte Terrestre y Similares, Locales Deportivos, Fábricas y Talleres, Hospitales, Centros de Salud, Postas Médicas y Afines, Laboratorios, Museos y afines. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

### **2.6.1. Ámbito de Aplicación**

De acuerdo al artículo 3 de la citada Norma, son consideraciones generales:

- Las disposiciones de esta Norma Técnica son de aplicación obligatoria a toda instalación eléctrica en los distintos tipos de edificaciones incluidos en el presente Reglamento.
- Debe cumplirse, tanto en edificaciones nuevas, ampliaciones, remodelaciones, refacciones, acondicionamientos, puesta en valor histórico monumental, y en general, cualquier proyecto que modifica o requiere una instalación eléctrica segura, así como en toda edificación, independientemente de la antigüedad de su construcción, según lo disponga la Autoridad, debido a las condiciones de riesgo que se identifiquen.
- Las instalaciones eléctricas en edificaciones están reguladas por el Código Nacional de Electricidad - Utilización y corresponden a las instalaciones que se efectúan a partir de la acometida o punto de entrega hasta los puntos de utilización.
- Siendo la presente Norma Técnica de alcance para todo el territorio nacional, el proyectista considera el contexto operacional o condiciones especiales donde se construye la edificación para incorporar en el proyecto las consideraciones que garanticen la seguridad de sus ocupantes. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

A continuación, se presenta la Tabla de Iluminancias mínimas a considerar en lux, según los ambientes al interior de las edificaciones, definiendo la calidad de

la iluminación según el tipo de tarea visual o actividad a realizar en dichos ambientes. Los proyectistas deben observar las disposiciones del Código Nacional de Electricidad y las Normas DGE relacionadas a la iluminación. (Garcia Rodrigo, 2019)

**Tabla 12**  
**Iluminancias mínimas**

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>0</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Esmaltado, laminado, prensado, conformación de partes sencillas, escarchado, soplado del vidrio	300	25	0,60	80	
	Trituración, estampado, pulido del vidrio, conformación de partes precisas, fabricación de instrumentos de vidrio	750	19	0,70	80	
	Trabajo de precisión, por ejemplo, triturado decorativo, pintura a mano	750	16	0,70	80	
	Trabajo de precisión, por ejemplo, triturado decorativo, pintura a mano	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
	Fabricación de piedras preciosas sintéticas	1 500	16	0,70	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
<b>4.4</b>	<b>Industria química, de plásticos y de caucho</b>					
	Instalaciones de procesamiento operadas a distancia	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Instalaciones de procesamiento con intervención manual limitada	150	28	0,40	40	
	Puestos de trabajo atendidos constantemente en instalaciones de procesamiento	300	25	0,60	80	
	Locales de mediciones precisas, laboratorios	500	19	0,60	80	
	Producción farmacéutica	500	22	0,60	80	
	Producción de neumáticos	500	22	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
	Corte, acabado, inspección	750	19	0,70	80	
<b>4.5</b>	<b>Industria eléctrica</b>					
	Fabricación de cable e hilos	300	25	0,60	80	
	Bobinado:					
	- Bobinas grandes	300	25	0,60	80	
	- Bobinas de tamaño mediano	500	22	0,60	80	
	- Bobinas pequeñas	750	19	0,70	80	
	Impregnación de devanados	300	25	0,60	80	
	Galvanización	300	25	0,60	80	
	Trabajo de montaje:					
	- obra gruesa, por ejemplo, transformadores grandes	300	25	0,60	80	
	- mediano, por ejemplo, centros generales de distribución	500	22	0,60	80	
	- fino, por ejemplo, teléfonos	750	19	0,70	80	
	- de precisión, por ejemplo, equipos de mediciones	1 000	16	0,70	80	
	Talleres de electrónica, ensayos, ajustes	1 500	16	0,70	80	

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

Tabla 13

Illuminancias para ambientes al interior

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>t</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Puestos y zonas de trabajo en cervecerías, piso de germinación de malta, lavado, llenado de barriles, limpieza, cernido (cribado), peladura, cocinado en fábricas de conservas y chocolates, puestos y zonas de trabajo en fábricas de azúcar, secado y curado de tabaco en hoja, toneles (bodegas) de fermentación	200	25	0,40	80	
	Clasificación y lavado de productos, molienda (molturación), mezclado y envase	300	25	0,60	80	
	Puestos y zonas de trabajo en mataderos, carnicerías, lecherías, pisos de filtros, refinerías de azúcar	500	25	0,60	80	
	Corte y clasificación de frutas y vegetales	300	25	0,60	80	
	Fabricación de alimentos finos, cocinas, fabricación de tabacos y cigarrillos	500	22	0,60	80	
	Inspección de envases (vidrio) y botellas, control de productos, adorno, decoración	500	22	0,60	80	
	Laboratorios	500	19	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
<b>4.7</b>	<b>Fabricación de piezas de metal (fundiciones, colada de metales y similares)</b>					
	Túneles soterrados sótanos, etc.	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Preparación de arena	200	25	0,40	80	
	Local de desarenado	200	25	0,40	80	
	Puestos de trabajo en cubilote y mezclador	200	25	0,40	80	
	Patio de fundición	200	25	0,40	80	
	Áreas de desmoldeo	200	25	0,40	80	
	Máquina moldeadora	200	25	0,40	80	
	Moldeo manual y de machos	300	25	0,40	80	
	Fundición en coquillas	300	25	0,60	80	
<b>4.8</b>	<b>Fundiciones y colada de metales</b>					
	Salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina	150				
	Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión	300				
	Trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles	300				
	Trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos	500				
	Trabajo prolongado con discriminación de detalles finos	1500				
	Salas y paneles de control	500				
	Revisión prolija de artículos, corte y trazado	1000				

3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de Interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Exámenes y tratamiento	1 000	19	0,70	90	Iluminancia a nivel del suelo
	Vigilancia nocturna	20	19	-	90	
	<b>Dentistas:</b>					
	Iluminación general	500	19	0,60	90	La iluminación debe estar libre de deslumbramiento para el paciente
	En el paciente	1 000	-	0,70	90	
	Quirófano	-	-	-	-	En la Norma EN ISO 9680 se dan requisitos específicos
	Maquinado de diente blanco	-	-	-	-	En la Norma EN ISO 9680 se dan requisitos específicos
3.11	<b>Laboratorios y farmacias</b>					
	Alumbrado general	500	19	0,60	80	
	Inspección de colores	1 000	19	0,70	90	$6\ 000\ K \leq T_{Cp} \leq 6\ 500\ K$
3.12	<b>Salas de descontaminación</b>					
	Salas de esterilización	300	22	0,60	80	
	Salas de desinfección	300	22	0,60	80	
3.13	<b>Sala de autopsias y depósitos mortuorios</b>					
	Alumbrado general	500	19	0,60	90	
	Mesa de autopsias y mesa de disección	5 000	-	-	90	Pueden requerirse valores mayores de 5 000 lx

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
4.1	<b>Agricultura</b>					
	Carga y operación de mercancías y equipos y maquinaria de manipulación de mercancías	200	25	0,40	80	
	Edificación para ganadería	50		0,40	40	
	Sala de veterinaria, establos para parir	200	25	0,40	80	
	Preparación de alimentos, lechería, lavado de utensilios	200	25	0,60	80	
	<b>Panaderías</b>					
	Preparación y horneado	300	22	0,60	80	
	Terminado, escarchado, decoración	500	22	0,70	80	
4.2	<b>Cemento, artículos de cemento, concreto, ladrillos</b>					
	Secado	50	28	0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Preparación de materiales, trabajo en hornos y mezcladores	200	28	0,40	40	
	Trabajo en máquinas en general	300	25	0,60	80	
	Encofrado	300	25	0,60	80	
4.3	<b>Cerámicas, tejas, vidrio, artículos de vidrio</b>					
	Secado	50	28	0,40	20	
	Preparación, trabajo en máquinas en general	300	25	0,60	80	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).

**Tabla 14**  
**Calidad de la Iluminación por Tipo de Tarea Visual o Actividad**

1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
<b>1.1</b>	<b>Zona privada</b>					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Patios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				
<b>1.2</b>	<b>Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)</b>					
	Vestíbulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Iluminancia al nivel del suelo</li> <li>2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes</li> <li>3 150 lux si hay vehículos en el recorrido</li> <li>4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche</li> <li>5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones</li> </ol>
	Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)	150	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones
	Ascensores, montacargas	100	25	0,40	40	El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx
	Rampas/andenes/patios de carga	150	25	0,40	40	

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

Tabla 15

Requisitos Mínimos de Iluminación - Educación

2. EDUCACIÓN						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>0</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Guarderías	300	22	0,40	80	Debe evitarse altas luminancias en las direcciones de visión desde abajo mediante la utilización de coberturas difusas
	Sala de manualidades	300	19	0,60	80	
	Aulas de profesores	300	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Aulas para clases nocturnas y de educación de adultos	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable
	Salas de lectura	500	19	0,60	80	La iluminación debe ser controlable para colocar varias A/V necesarias
	Zona de pizarra	500	19	0,70	80	Deben evitarse las reflexiones especulares El presentador/profesor debe iluminarse con la iluminancia vertical adecuada
	Mesa de demostraciones	500	19	0,70	80	En salas de lectura 750 lx
	Locales de artes y oficios	500	19	0,60	80	
	Locales de artes (en escuelas de arte)	750	19	0,70	90	5 000 K ≤ TCP < 6 500 K
	Salas de dibujo técnico	750	16	0,70	80	
	Locales de prácticas y laboratorios	500	19	0,60	80	
	Aulas de manualidades	500	19	0,60	80	
	Taller de enseñanza	500	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de música	300	19	0,60	80	
	Locales de prácticas de computación	300	19	0,60	80	
	Laboratorio de idiomas	300	19	0,60	80	
	Locales y talleres de preparación	500	22	0,60	80	
	Vestíbulo de entrada	200	22	0,40	80	
	Áreas de circulación, pasillos	100	25	0,40	80	
	Escaleras	150	25	0,40	80	
	Locales comunes de estudiantes y salas de reuniones	200	22	0,40	80	
	Locales de maestros	300	19	0,60	80	
	Biblioteca: estanterías	200	19	0,60	80	
	Biblioteca: áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Almacenes de material de profesores	100	25	0,40	80	
	Salas deportivas, gimnasios y piscinas	300	22	0,60	80	En caso de no existir norma internacional véase la Norma EN 12193 para las condiciones de entrenamiento
	Cocina	500	22	0,60	80	

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).

**Tabla 16**  
**Requisitos Mínimos de Iluminación - Salud**

3. SALUD						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
	Ascensores de servicio y montacargas	200	22	0,60	80	Iluminancia a nivel del suelo
3.2	<b>Salas de personal</b>					
	Oficina del personal	500	19	0,60	80	
3.3	<b>Salas de guardia, salas de maternidad</b>					
	Iluminación general	100	19	0,40	80	Iluminancia a nivel del suelo
	Iluminación para la lectura	300	19	0,70	80	
	Exámenes generales	300	19	0,60	80	
	Exámenes específicos y tratamiento de maternidad	1 000	19	0,70	90	
	Iluminación nocturna, iluminación de observación	5	-	-	80	
	Baños y tocadores para pacientes	200	22	0,40	80	
3.4	<b>Salas de exámenes generales</b>					
	Alumbrado general (Salas de examen)	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5 000 K
	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
3.5	<b>Salas de examen ocular</b>					
	Alumbrado general	500	19	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 5 000 K
	Exámenes ocular	1 000	-	-	90	
	Prueba de lectura y visión cromática con diagrama de visión.	500	16	0,70	90	
3.6	<b>Salas de examen auditivo</b>					
	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
	Examen auditivo	1 000		-	90	
3.7	<b>Salas de escáner</b>					
	Alumbrado general	300	19	0,60	80	
	Escáners con aumentadores de imágenes y sistemas de TV	50	19	-	80	
3.8	<b>Salas de parto</b>					
	Alumbrado general	300	19	0,60	90	
	Examen y tratamiento	1 000	19	0,70	90	
	<b>Salas de tratamiento (general)</b>					
	Salas de diálisis	500	19	0,60	80	
	Salas de dermatología	500	19	0,60	90	
	Salas de endoscopías	300	19	0,60	80	
	Salas de enyesar	500	19	0,60	80	
	Baños de médicos	300	19	0,60	80	
3.9	<b>Áreas de operación</b>					
	Salas pre-operatorias y de recuperación	500	19	0,60	90	
	Sala de operaciones	1000	19	0,60	90	
	Quirófano			-		E <sub>m</sub> : 10 000 lx a 100 000 lx
3.10	<b>Unidad de cuidados intensivos</b>					
	Iluminación general	100	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo
	Exámenes sencillos	300	19	0,60	90	Iluminancia a nivel del suelo

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
	Túneles, galerías subterráneas					En los primeros ochenta (80) metros de la bocamina se deben instalar fluorescentes de 36W espaciados, por lo menos cada cinco (05) metros
<b>4.9</b>	<b>Cuero y artículos de cuero</b>					
	Trabajo en cubas, toneles, fosos	200	25	0,40	40	
	Descarnado, raspado, frotado (pulido), tambor de limpieza de pieles	300	25	0,40	80	
	Trabajo de talabartería, fabricación de calzado, punteadora, cosido, pulido, conformado, corte, punzonado	500	22	0,60	80	
	Clasificación	500	22	0,60	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
	Teñido del cuero (a máquina)	500	22	0,60	80	
	Control de la calidad	1 000	19	0,70	80	
	Inspección del color	1 000	16	0,70	90	4 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
	Elaboración de calzado	500	22	0,60	80	
	Elaboración de guantes	500	22	0,60	80	
<b>4.10</b>	<b>Trabajo y tratamiento de metales</b>					
	Forjado con estampa abierta	200	25	0,60	60	
	Forjado por estampación (en caliente), soldadura, extrusión en frío	300	25	0,60	60	
	Maquinado grueso y medio: tolerancias > 0,1 mm	300	22	0,60	60	
	Maquinado de precisión: rectificado: tolerancias < 0,1 mm	500	19	0,70	60	
	Marcado (trazado); inspección	750	19	0,70	60	
	Plantillas de dibujo de alambres y tuberías	300	25	0,60	60	
	Maquinado de planchas > 5 mm	200	25	0,60	60	
	Labrado (metalisterías) de chapas < 5 mm	300	22	0,60	60	
	Elaboración de herramientas: fabricación de equipos de corte	750	19	0,70	60	
	Montaje:					
	- grueso	200	25	0,60	80	
	- medio	300	25	0,60	80	
	- fino	500	22	0,60	80	
	- de precisión	750	19	0,70	80	
	Galvanización	300	25	0,60	80	
	Preparación y pintura de las superficies	750	25	0,70	80	
	Elaboración de herramientas, plantillas y taladradores; mecánica de precisión, micromecánica	1 000	19	0,70	80	
<b>4.11</b>	<b>Papel y artículos de papel</b>					
	Molinos de pulpa, muelas verticales	200	25	0,40	80	
	Fabricación y procesamiento del papel, maquinaria papelera y de corrugación, fabricación de cartones y cartulinas	300	25	0,60	80	

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Trabajo normal de encuadernación de libros, por ejemplo, doblado, clasificación, encolado, corte, estampado en relieve, cosido	500	22	0,60	60	
<b>4.12</b>	<b>Centrales de energía eléctrica</b>					
	Planta de suministro de combustible	50		0,40	20	Los colores de seguridad son reconocibles
	Casa de calderas	100	28	0,40	40	
	Salas de máquinas	200	25	0,40	80	
	Locales auxiliares, por ejemplo, cuartos de bombas, cuartos de condensadores, cuartos de paneles eléctricos, etc.	200	25	0,40	60	
	Cuartos de control	500	16	0,70	80	1. Los paneles de control están a menudo en vertical 2. Puede requerirse regulación de flujo luminoso
<b>4.13</b>	<b>Imprentas</b>					
	Corte, dorado, estampado, grabado en bloque, trabajo en sillares y platinas, imprentas, elaboración de matrices (moldes)	500	19	0,60	80	
	Clasificación del papel e impresión a mano	500	19	0,60	80	
	Linotipia, retoque, litografía	1 000	19	0,70	80	
	Inspección de colores en impresión multicolor	1 500	16	0,70	90	5 000 K ≤ T <sub>CP</sub> ≤ 6 500 K
	Grabado en acero y cobre	2 000	16	0,70	80	
<b>4.14</b>	<b>Laminación, instalaciones siderúrgicas</b>					
	Plantas de producción sin intervención manual	50		0,40	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
	Plantas de producción con operación manual ocasionalmente	150	28	0,40	40	
	Plantas de producción con operación manual continuamente	200	25	0,60	80	
	Almacén de palanquilla	50	28	0,40	20	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
	Hornos	200	25	0,40	20	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
	Tren de laminación, bobinador, línea de cizallamiento	300	25	0,60	40	
	Plataformas de control, paneles de control	300	22	0,60	80	
	Ensayo, medición e inspección	500	22	0,60	80	
	Túneles soterrados (tamaño humano), cintas transportadoras, sótanos, etc.	50	28	0,40	20	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
<b>4.15</b>	<b>Industria textil</b>					
	Lugares de trabajo y zonas en baños, apertura de pacas	200	25	0,60	60	
	Cardado, lavado, planchado, dibujo, peinado, apresto, tejeduría, prehilado, hiladura de yute y cáñamo	300	22	0,60	80	

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Hilado, plegado, devanado, urdidura, tejeduría, trenzado, de punto tejido	500	22	0,60	80	Prevenir los efectos estroboscópicos
	Urdimbre, tejido, trenzado, tricotado	500	22	0,60	80	Prevenir los efectos estroboscópicos
	Costura, tejidos finos de punto, dar puntadas	750	22	0,70	90	
	Diseño manual, dibujo de patrones	750	22	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
	Acabado, teñido	500	22	0,60	80	
	Cuarto de secado	100	28	0,40	60	
	Impresión automática en géneros	500	25	0,60	80	
	Despinzado, batanado, galonado	1 000	19	0,70	80	
	Inspección de colores, control de tejidos	1 000	16	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
	Zurcido invisible	1 500	19	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
	Fabricación de sombreros	500	22	0,60	80	
<b>4.16</b>	<b>Fabricación de vehículos</b>					
	Carrocería y ensamblaje	500	22	0,60	80	
	Pintura, cámara de pintar (con pistola), cámara de pulir	750	22	0,70	80	
	Pintura: retoque, inspección	1 000	16	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
	Tapicería (vestidura) manual	1 000	19	0,70	80	
	Inspección final	1 000	19	0,70	80	
	Servicios generales de vehículos, reparación y ensayos	300	22	0,60	80	Se debe considerar iluminación local
<b>4.17</b>	<b>Industria maderera y su tratamiento</b>					
	Procesamiento automático, por ejemplo, fabricación de madera contrachapada seca	50	28	0,40	40	
	Fosos de vapor	150	28	0,40	40	
	Bastidor de sierra	300	25	0,60	60	Prevenir efectos estroboscópicos
	Trabajo en banco de ebanista, encolado, montaje	300	25	0,70	80	
	Pulido, pintado, ebanistería de fantasía	750	22	0,60	80	
	Trabajo en máquinas de carpintería, por ejemplo, torneado, ranurado, cepillado, ranurado, corte, aserrado, vertedero	500	19	0,70	80	Prevenir efectos estroboscópicos
	Selección de maderas en chapas, mosaicos de madera, trabajo de incrustación	750	22	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
	Marquetería, incrustación en madera	750	22	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$
	Control de calidad, inspección	1 000	19	0,70	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 6\ 500\ K$

5. COMERCIO						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
<b>5.1</b>	<b>Tiendas</b>					
	Área de ventas	500	22	0,60	80	
	Área de (cajas) contadoras	500	19	0,60	80	
	Mostrador (mesa) de envolver	500	19	0,60	80	

5. COMERCIO						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>0</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
<b>5.2</b>	<b>Áreas comunes</b>					
	Vestíbulo de entrada	100	22	0,40	80	UGR sólo si es aplicable
	Guardarropas	200	25	0,40	80	
	Salones	200	22	0,40	80	
	Oficinas de taquillas	300	22	0,60	80	
<b>5.3</b>	<b>Restaurantes y hoteles</b>					
	Carpeta de recepción/cajero, mesa de conserje	300	22	0,60	80	
	Cocina	500	22	0,60	80	Debe haber una zona de transición entre cocina y restaurante
	Restaurante, comedor, salón multiuso	-	-	0,60	80	El alumbrado debe diseñarse para crear la atmósfera apropiada
	Restaurante de autoservicio	200	22	0,40	80	
	Buffet (comidas frías)	300	22	0,60	80	
	Salas de conferencias	500	19	0,60	80	El alumbrado debe ser controlable
	Corredores (pasillos)	100	25	0,40	80	Durante la noche son aceptables niveles inferiores
	Cantinas, tabernas	200	22	0,40	80	
<b>5.4</b>	<b>Teatros, salas de conciertos, salas de cines</b>					
	Teatros y salas de concierto	300	22	0,60	80	
	Salas multipropósito	200	22	0,60	80	Iluminación a nivel del suelo
	Locales de ejercicios, vestidores	200	22	0,50	80	La iluminación de espejos para maquillaje debe estar libre de deslumbramientos. El deslumbramiento perturbador debería evitarse en los espejos para maquillaje
	Museos (general)	300	25	0,40	80	Iluminación a nivel del suelo
<b>5.5</b>	<b>Ferias, pabellones de exposiciones</b>					
	Alumbrado general	300	22	0,40	80	
<b>5.6</b>	<b>Peluquerías</b>					
	Trabajo de peluquería	500	19	0,60	90	
<b>5.7</b>	<b>Fabricación de joyas y relojes</b>					
	Trabajo con piedras preciosas	1 500	16	0,70	90	4 000 K ≤ TCP ≤ 6 500 K
	Manufactura de joyas	1 000	16	0,70	90	
	Fabricación (manual) de relojes	1 500	16	0,70	80	
	Fabricación (automática) de relojes	500	19	0,60	80	
<b>5.8</b>	<b>Lavanderías y limpieza en seco</b>					
	Entrada de la ropa, marcado y clasificación	300	25	0,60	80	
	Lavado (normal) y en seco	300	25	0,60	80	
	Planchado, calandria (prensado)	300	25	0,60	80	

6. OFICINAS						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
	Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	0,40	80	
	Escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	0,60	80	
	Estación de trabajo CAD	500	19	0,60	80	
	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	
	Archivos	200	25	0,40	80	

7. SERVICIOS COMUNALES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
<b>7.1</b>	<b>Museos</b>					
	Obras exhibidas insensibles a la luz					La iluminación se debe determinar por los requisitos de presentación
	Obras exhibidas sensibles a la luz					1. La iluminación se debe determinar por los requisitos de presentación 2. Es imprescindible la protección contra la radiación dañina
<b>7.2</b>	<b>Bibliotecas</b>					
	Estanterías (de libros)	200	19	0,40	80	
	Áreas de lectura	500	19	0,60	80	
	Mostradores	500	19	0,60	80	
<b>7.3</b>	<b>Templos</b>					
	Nave de iglesia	100	25		80	
	Asientos, altar, púlpito	300	22		80	

8. RECREACIÓN Y DEPORTES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
	Salas para ejercicios físicos	300	22	0,40	80	
	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,40	80	En cada baño individual si está completamente cerrado.

9. TRANSPORTE Y COMUNICACIONES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>L</sub>	Requisitos específicos
<b>9.1</b>	<b>Aeropuertos</b>					
	Salones de llegadas y partidas, áreas de recogida de equipaje	200	22	0,40	80	
	Áreas de conexión, escaladores (mecánicos), cintas transportadoras	150	22	0,40	80	
	Mostradores de información, carpeta de chequear	500	19	0,70	80	
	Aduana y control de pasaportes	500	19	0,70	80	Tiene que proporcionarse reconocimiento facial

9. TRANSPORTE Y COMUNICACIONES						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Áreas de espera	200	22	0,40	80	
	Depósitos de equipajes	200	25	0,40	60	
	Áreas de chequeo de seguridad	300	19	0,60	80	
	Torre de control de tráfico	500	16	0,60	80	1. La iluminación debe ser regulable 2. Se debe evitar el deslumbramiento de luz diurna 4. Deben evitarse reflejos en ventanas, especialmente de noche
	Hangares de pruebas y reparaciones	500	22	0,60	80	
	Área de prueba de máquinas	500	22	0,60	80	
	Áreas de medición en hangares	500	22	0,40	80	
<b>9.2</b>	<b>Terrapuestos</b>					
	Andenes completamente cubiertos,	100	-		40	1. Prestar especial atención al borde de la plataforma 2. Evitar el deslumbramiento para conductores de vehículos 3. Iluminancia a nivel del suelo
	Pasos subterráneos de pasajeros,	50	28	0,50	40	Iluminancia a nivel del suelo
	Sala de taquillas y vestíbulo	200	28	0,50	40	
	Oficinas de billetes, de equipaje y de contadores	300	19	0,50	80	
	Salas de espera	200	22	0,50	80	
	Vestibulos de entrada, vestibulos de estación	200	-	0,40	80	
	Salas de contadores y máquinas	200	28	0,40	60	Los colores de seguridad deben ser reconocibles
	Túneles de acceso	50	-	0,40	20	Iluminancia a nivel del suelo
	Naves de mantenimiento y servicio	300	22	0,40	60	

10. ESTACIONAMIENTOS						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
	Rampas entrada / salida (durante el día)	300	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
	Rampas entrada / salida (durante la noche)	75	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
	Calle interiores	75	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
	Áreas de parqueo	75	-	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad 3. Una elevada iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de las caras de las personas y, por ello, la sensación de seguridad
	Caja	300	19	0,60	80	1. Deben evitarse los reflejos en las ventanas 2. Debe prevenirse el deslumbramiento desde el exterior

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).

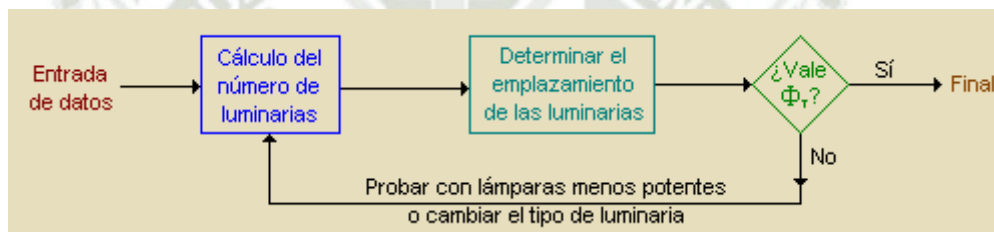
## 2.7. Cálculo de iluminación

### 2.7.1. Métodos convencionales – Método de los Lúmenes

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos. (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2016)

“El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques” (Sarzo Miranda, 2007).

**Figura 10**  
**Diagrama para alumbrado general**



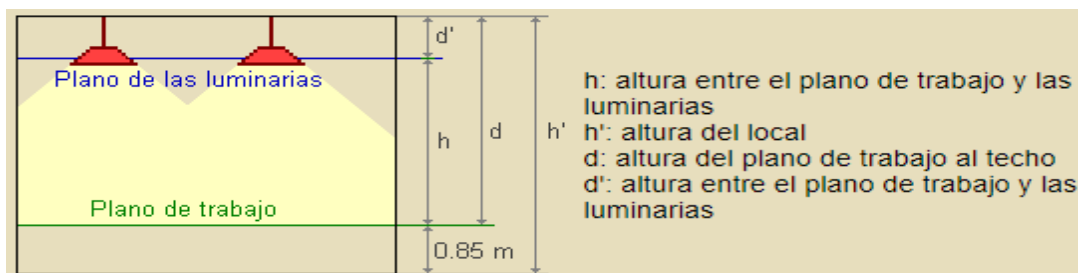
**Fuente: Sarzo Miranda, (2007).**

#### 2.7.1.1. Datos de Entrada

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, normalmente es de 0.85 m.
- Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ )
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, LED, etc.) mas adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido. (Sarzo Miranda, 2007)

**Figura 11**

**Dimensiones para el diseño de iluminación**

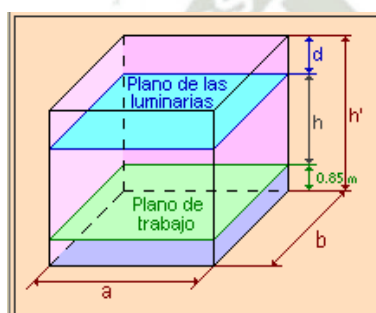


**Fuente: Sarzo Miranda, (2007).**

“Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este” (Lago Trillo, 2015).

**Figura 12**

**Planos para iluminación según sus tipos**

	<p><b>Sistema de iluminación</b></p>	<p><b>Índice del local</b></p>
	<p>Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa</p>	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	<p>Iluminación indirecta y semiindirecta</p>	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

**Fuente: Sarzo Miranda, (2007).**

“Donde k es un numero comprendido entre 1 y 10. Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado” (Morales, 2018).

**Tabla 17**  
**Factores de reflexión según color**



	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
<b>Techo</b>	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
<b>Paredes</b>	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
<b>Suelo</b>	claro	0.3
	oscuro	0.1

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

- Determinar el factor de utilización ( $\eta$ , CU) a partir del índice local y los factores de reflexión. (Morales, 2018)

**Figura 13**  
**Factor de utilización**

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67	

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

“Determinar el factor de mantenimiento ( $f_m$ ) o conservación de la instalación” (Toledano & Sanz, 2013).

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

### Cálculos

- Cálculo del flujo luminoso total necesario

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

$\Phi_T$ : Flujo luminoso total

E: Iluminancia media deseada

S: Superficie del plano de Trabajo

$\eta$ : Factor de utilización

$f_m$ : Factor de mantenimiento

- Cálculo del número de luminarias

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

N: Número de luminarias

$\Phi_T$ : Flujo luminoso total

$\Phi_L$ : Flujo luminoso de una lámpara

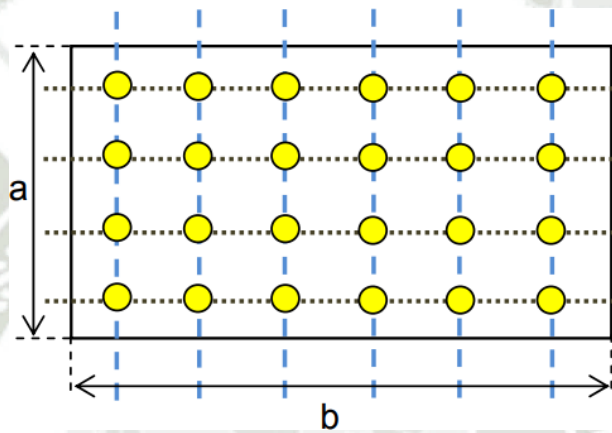
n: Número de lámparas por luminaria

### 2.7.2. Emplazamiento de las luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas. (Toledano & Sanz, 2013)

**Figura 14**

#### **Distribución uniforme de luminarias**



Fuente: Toledano & Sanz, (2013).

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total}}{b} \cdot a} \quad N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{b}{a}\right)$$

Donde N es el número de luminarias.

### 2.7.3. Softwares de iluminación

“Hoy existen muchos programas que nos facilitan enormemente la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores” (Iluminet, 2008).

### 2.7.3.1. DIALux.

Es el programa del Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (Deutsches Institut für angewandte Lichttechnik) DIAL y es Osram la empresa que más impulso le está dando. El software DIALux permite el análisis cuantitativo rápido y sin problemas de un proyecto, y cuenta con una funcionalidad sencilla de renderización 3D. El formato de datos ULD para luminarias comprende la geometría 3D de la luminaria, la distribución de intensidad luminosa y la descripción del artículo. Los paquetes PlugIn de los fabricantes de luminarias comprenden datos de planificación adicionales, como el factor de mantenimiento o los valores UGR. Es útil para cálculos de iluminación interior, exterior y vial, trabaja con catálogos reales de fábricas europeas. Además, permite hacer render raytrace y te calcula todas las variables lumínicas. (Iluminet, 2008)

**Figura 15**  
**Software DIALux**

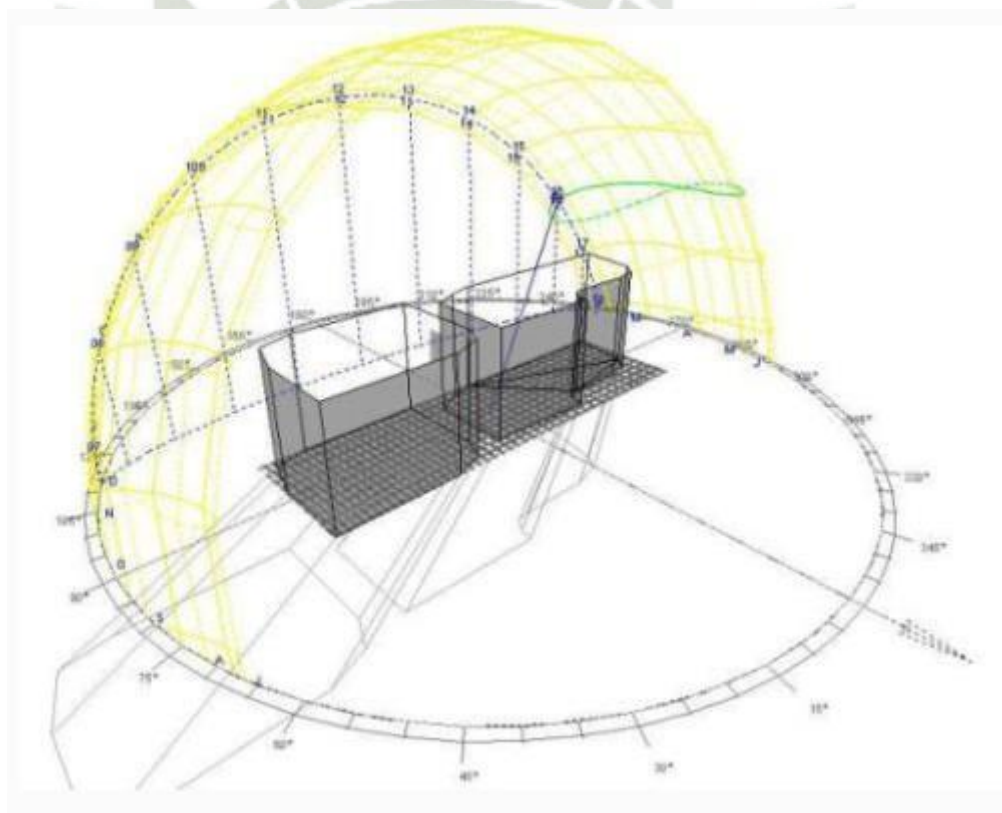


Fuente: Iluminet, (2008).

### 2.7.3.2. Lumenlux

De la empresa Lumenac que tiene la capacidad de realizar proyectos en exterior e interior. Los proyectos se realizan mediante un práctico esquema de pantallas sucesivas. Incluye información de productos a modo de catálogo electrónico con posibilidad de impresión de la ficha técnica del mismo (foto, curva fotométrica, modelos, dimensiones, etc.). Permite la impresión de informes detallados con amplia variedad de gráficos y estimar cantidad de luminarias y niveles medios. (Arquba, 2016)

**Figura 16**  
**Software Lumen LUX**

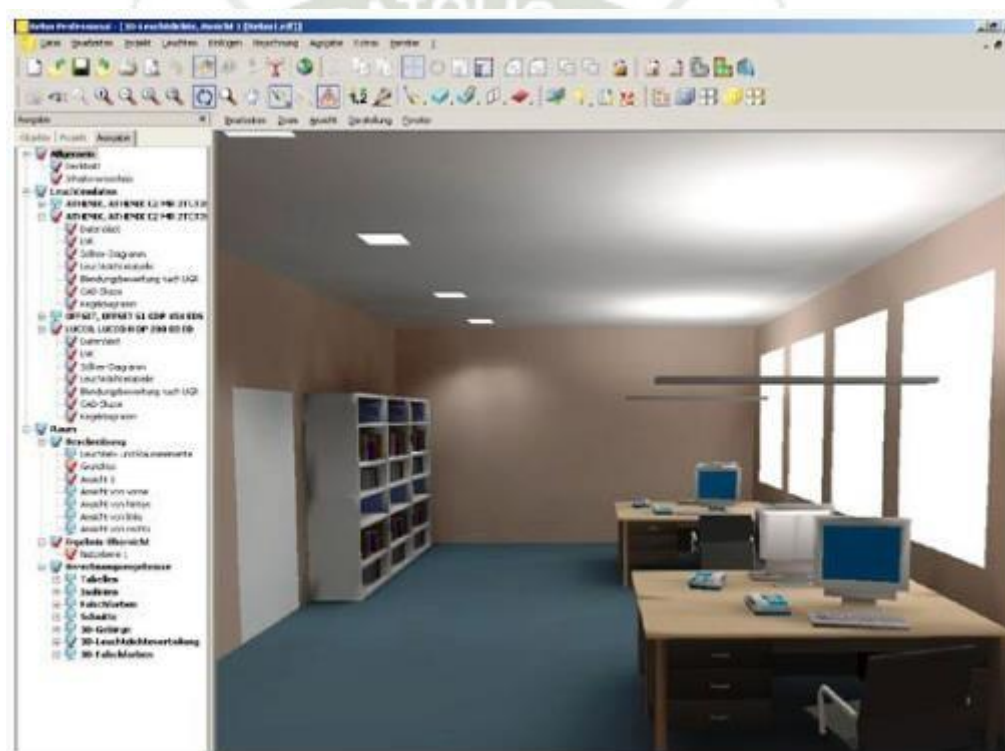


**Fuente: Arquba, (2016).**

### 2.7.3.3. Philips

También tiene su producto llamado CALCULUX, que permite calcular luminarias. Saca las curvas de temperatura de los locales según el tipo e intensidad de luminaria, y vuelca los resultados en planillas y gráficos. Como plataforma operativa usa MS word, si no tienen este programa no lo pueden instalar. Incluye el catálogo de la línea Philips en pdf con sus respectivas características. (Illuminet, 2008)

**Figura 17**  
**Software Philips**



**Fuente: Illuminet, (2008).**

#### 2.7.3.4. Relux Professional

Cuenta con los datos de luminarias de 51 fabricantes internacionales y está disponible en una nueva versión que sigue siendo gratuito. Incluye Texturas, Representación-3D del espacio con OpenGL, movimiento en el espacio en tiempo real, proyecciones horizontales poligonales y amplia biblioteca-3D de muebles. Realiza el cálculo y ubicación automáticos de las luminarias de emergencia para una vía de evacuación. Permite la Importación/Exportación dxf, Importación/Exportación 3D. (Iluminet, 2008)

#### 2.7.3.5. Quicklux

“De la empresa Facalu, es un programa más sencillo de usar y también con menos prestaciones. Para un cálculo rápido sirve” (Iluminet, 2008).

### 2.8. Materiales utilizados en las instalaciones eléctricas

#### 2.8.1. Tableros definición y clasificación

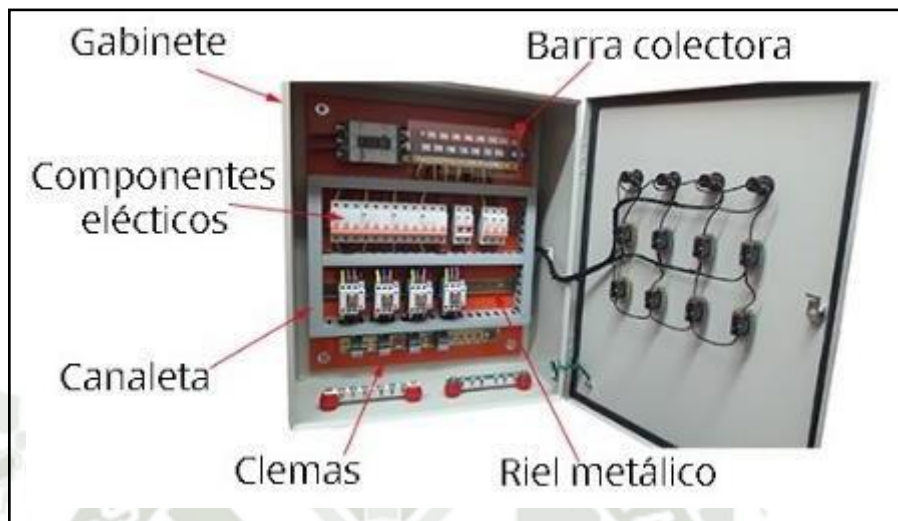
“Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico” (Harper, 2015).

El tablero eléctrico es uno de los componentes principales de una instalación eléctrica, en él se protegen cada uno de los distintos circuitos en los que se divide la instalación a través de fusibles, protecciones magnetotérmicas y diferenciales. Al menos existe un cuadro principal por instalación, como ocurre en la mayoría de las viviendas, y desde éste pueden alimentarse uno o más cuadros secundarios, como ocurre normalmente en instalaciones industriales y grandes comercios. (Abur et al, 2002)

### 2.8.1.1. Partes de un Tablero Eléctrico

**Figura 18**

**Componentes de un Tablero Eléctrico**



**Fuente: Transelec, (2015).**

#### 2.8.1.1.1. Gabinete

“Es la parte exterior que se encarga de proteger a todos los componentes de un circuito de control, principalmente los podemos encontrar de metal, aunque en algunas ocasiones y depende de su aplicación los encontramos de plástico” (Transelec, 2015).

**Figura 19**

**Gabinete**



**Fuente: Transelec, (2015).**

### 2.8.1.1.2. Rieles Metálicos

“Estos rieles sirven como base para poder montar todos los componentes que se van a utilizar para el control del sistema” (Transelec, 2015).

**Figura 20**  
**Rieles Metálicos**



Fuente: Transelec, (2015).

### 2.8.1.1.3. Barras Contenedoras

“Estas barras son de un material conductor y se utilizan para suministrar la corriente eléctrica a los componentes del tablero, por lo regular se utilizan cuando se necesita de una gran cantidad de energía” (Transelec, 2015).

**Figura 21**  
**Barras Contenedoras**



Fuente: Transelec, (2015).

#### 2.8.1.1.4. Canaletas

“Son unos canales de plástico en donde se colocan los cables para llevarlos de un lugar del tablero hacia otro” (Transec, 2015).

**Figura 22**

**Canaletas**



**Fuente: Transec, (2015).**

#### 2.8.1.1.5. Borneras de Conexiones

También se les conocen como clemas y son prácticamente son conectores eléctricos que aprisionan el cable a través de un tornillo, estas borneras se utilizan principalmente cuando los cables van a salir del tablero hacia un componente externo como puede ser un motor o cualquier actuado. (Vásquez, 2008)

**Figura 23**

**Borneras de Conexiones**



**Fuente: Transec, (2015).**

#### 2.8.1.1.6. Prensa Cables

“También se les conoce como conectores de glándula y estos van empotrados en el gabinete eléctrico para poder transportar los cables de una manera segura desde el exterior al interior o viceversa” (Transec, 2015).

**Figura 24**  
**Prensa Cables**



**Fuente: Transec, (2015).**

#### 2.8.1.1.7. Componentes Eléctricos y Electrónicos

“Los componentes pueden variar según el tipo de sistema que se necesite puede desde uno básico con fusibles y protecciones hasta uno más complejo con Plc’s, contactores, guardamotors, temporizadores, etcétera” (Transec, 2015).

#### 2.8.1.2. Clasificación de Tableros Eléctricos

“Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en los siguientes” (Indeco, 2023).

##### 2.8.1.2.1. Tablero principal de distribución

“Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal” (Indeco, 2023).

##### 2.8.1.2.2. Tableros secundarios de distribución

“Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de sub-alimentadores” (Indeco, 2023).

### **2.8.1.2.3. Tableros de paso**

“Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas alimentadores o sub-alimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles” (Indeco, 2023).

### **2.8.1.2.4. Gabinete individual del medidor**

“Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal” (Indeco, 2023).

### **2.8.1.2.5. Tableros de comando**

“Contienen dispositivos de seguridad y maniobra” (Indeco, 2023).

## **2.8.2. Conductores eléctricos definición y clasificación**

“Los conductores eléctricos, son aquellos materiales que ofrecen poca oposición o resistencia al paso de la corriente eléctrica por o a través de ellos” (Becerril, 2005).

Los alambres y cables que se emplean en casas habitación, comercios, bodegas, etc., se conocen con el argot de conductores eléctricos como cables para la industria de la construcción. Estos cables para la industria de la construcción están formados por los siguientes elementos. (Moreno N. &, 2009)

### **2.8.2.1. El conductor eléctrico**

Es el elemento por el que circula la corriente eléctrica, es de cobre suave y puede tener diferentes flexibilidades:

- Rígida: Conductor formado por un alambre.
- Semiflexible: Conductor formado por un cable.
- Flexible: Conductor eléctrico formado por un cordón. (Moreno N. &, 2009)

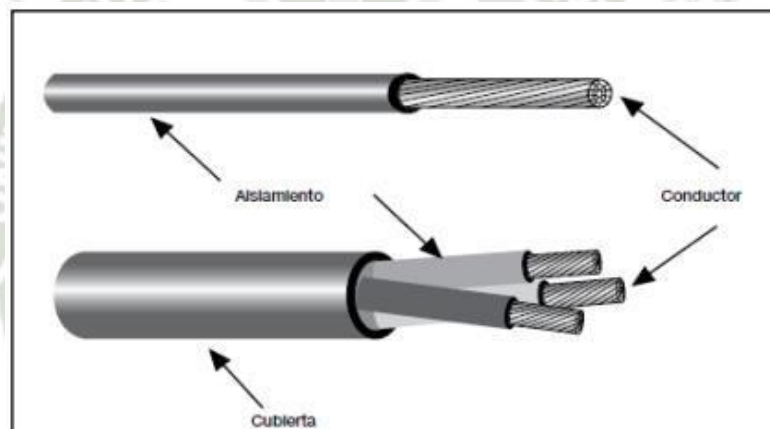
### 2.8.2.2. El aislamiento

Cuya función principal es soportar la tensión aplicada y separar al conductor eléctrico energizando de partes en puestas a tierra; es un material hecho de plástico a base de policloruro de vinilo (PVC). Este aislamiento puede ser de tipo termofijo a base de etileno - propileno (EP) o de polietileno de cadena cruzada XLP. (Paredes; Huari, 2014)

### 2.8.2.3. Una cubierta externa

“Cuya función es de proteger al cable de factores externos (golpes, abrasión, etc.) y ambientales lluvias, polvo, rayos solares, etc” (Condumex, 2009).

**Figura 25**  
**Conductor eléctrico**



El código de colores de los conductores eléctricos según NTP 370.053:

- 10.1 Cuando el conductor de protección a tierra este provisto de una cubierta o un aislamiento, este debe ser de color amarillo, de manera de poder distinguirlos de los conductores activos (de fase) o del conductor neutro si existiera.
- 10.2 Los conductores destinaos a ser usados como conductores neutros de circuitos (si existen), deberían tener un revestimiento color blanco.
- 10.3 Los conductores activos usados como conductores individuales, deberían tener un revestimiento que los distinga de los conductores neutro, de puesta tierra o de protección. Deberían identificarse con colores distinto de blanco o amarillo como, por ejemplo: Negro, Azul rojo. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

### 2.8.3. Código de colores

El RETIE define un código de colores para las instalaciones eléctricas según el sistema a utilizar y la tensión nominal. Se debe tener en cuenta que el reglamento da como válido el color de la cubierta exterior del cable o un a marcación visible y clara mediante el uso de pintura, cinta o rótulos adhesivos del color respectivo, de la siguiente manera. (Centelsa, 2017)

**Tabla 18**  
**Código de Colores para Conductores**

Código de colores para sistemas en AC						
Sistema	Tensión Nominal (V)	Conductor Activo	Color			
			Fase	Neutro	Tierra de Protección	Tierra Aislada
1 $\phi$	120	1 fase 2 hilos	Color Fase o Negro	Blanco	Desnudo o Verde	Verde o Verde/Amarillo
1 $\phi$	240/120	2 fases 3 hilos	Color Fase o 1 Negro	Blanco	Desnudo o Verde	Verde o Verde/Amarillo
3 $\phi$ Y	208/120	3 fases 4 hilos	Amarillo Azul Rojo	Blanco	Desnudo o Verde	Verde o Verde/Amarillo
3 $\phi$ $\Delta$	240	3 fases 3 hilos	Negro Azul Rojo	-	Desnudo o Verde	-
3 $\phi$ $\Delta$ -	240/208/120	3 fases 4 hilos	Negro Naranja Azul	Blanco	Desnudo o Verde	Verde o Verde/Amarillo
3 $\phi$ Y	380/220	3 fases 4 hilos	Café Negro Amarillo	Blanco	Desnudo o Verde	Verde o Verde/Amarillo
3 $\phi$ $\Delta$	480/277	3 fases 4 hilos	Café Naranja Amarillo	Blanco o Gris	Desnudo o Verde	-
3 $\phi$ $\Delta$	480/440	3 fases 3 hilos	Café Naranja Amarillo	-	Desnudo o Verde	-
-	entre 480 y 1000	3 fases	Rojo Negro Café	Blanco o Gris si aplica	Desnudo o Verde	-
3 $\phi$ $\Delta$	> 1000	3 fases	Violeta Café Rojo	-	Desnudo o Verde	-
3 $\phi$ Y	> 1000	3 fases	Amarillo Violeta Rojo	-	-	-

Fuente: Centelsa, (2017).

#### 2.8.4. Tuberías PVC, emt metálicas, bandejas, canaletas definición y clasificación

El PVC, ampliamente conocido como policloruro de vinilo, es un material formado a partir de la combinación química de carbono, hidrógeno y cloro. Como el resto de los materiales plásticos, este producto es con diferencia el que menos depende del petróleo. Es más, su composición adquiere un mayor porcentaje de sal común (cloro) que de petróleo (etileno). Siendo muy flexible y fácil de trabajar, ahora mismo se convierte en el plástico de menos coste y mantenimiento del mercado. Quitando el Polietileno (PE), el Policloruro de vinilo se convierte a día de hoy en el polímero más utilizado del mercado. De hecho, suele emplearse para la fabricación de tuberías, piezas de automóvil, pavimentos para interior o exterior e incluso diferentes cerramientos para el hogar. (Beltrán Domínguez, 2016)

##### 2.8.4.1. Tipos de Tuberías

###### 2.8.4.1.1. El tubo rígido de PVC

Este se puede comprar en infinidad de gruesos a medida y en formato transparente. Con una longitud máxima de 2 metros, dicho tubo de policloruro de vinilo se convierte en el material más económico para utilizar en tuberías para desagüe. (Beltrán Domínguez, 2016)

**Figura 26**  
**Tubo rígido de PVC**



**Fuente: Beltrán Domínguez, (2016).**

#### 2.8.4.1.2. La tubería de PVC industrial

“Este puede encargarse en color gris oscuro y en el diámetro a medida que necesites. Dicho material puede emplearse para la construcción de ficticios, maquetismo e incluso proyectos de comunicación gráfica” (Beltrán Domínguez, 2016).

**Figura 27**  
**Tubería PVC Industrial**



**Fuente: Beltrán Domínguez, (2016).**

### 2.8.4.1.3. El tubo flexible de PVC

“Es la mejor alternativa para proyectos de saneamiento en los que se requiera cierta flexibilidad y adaptabilidad. Escoge aquí tu formato idóneo, en color transparente y a medida” (Beltrán Domínguez, 2016).

**Figura 28**

**Tubo Flexible de PVC**



**Fuente: Beltrán Domínguez, (2016).**

### 2.8.4.1.4. La tubería PVC cristal

“Sirve para cualquier proyecto donde se precise el traslado de productos alimentarios. Encuéntralo en nuestro supermercado online de materiales en la medida que precises y al mejor precio” (Beltrán Domínguez, 2016).

**Figura 29**

**Tubería PVC Cristal**



**Fuente: Beltrán Domínguez, (2016).**

#### 2.8.4.1.5. El tubo corrugado PVC

“Este es de acabado en color negro oscuro y 20 milímetros de diámetro es ideal para utilizar en instalaciones empotradas en paredes y techos” (Beltrán Domínguez, 2016).

**Figura 30**

**Tubo Corrugado PVC**



**Fuente: Beltrán Domínguez, (2016).**

#### 2.8.4.1.6. Bandejas Metálicas

Son estructuras metálicas que sirven para transportar conductores eléctricos (energía, control, etc.) de un punto a otro del proyecto de manera segura. Dichas bandejas están compuestas por varillas de acero electrosoldadas, cuya construcción está basada en las exigencias de la norma internacional IEC 61537. Hay tres versiones diferentes según la altura del ala (35, 55 y 105 mm), y según el tipo de acero. La bandeja galvanizada en caliente puede utilizarse en áreas industriales, así como en maquinaria y plantas industriales. La versión de acero inoxidable es especialmente adecuada para el sector de la industria química y alimentario y la versión electro galvanizada es perfecta para áreas interiores. (Electro Enchufe Perú, 2023)

**Figura 31**  
**Bandeja Portacable**



**Fuente: Electro Enchufe Perú, (2023).**

### **2.8.5. Lámparas definición y clasificación**

Es importante destacar la diferencia entre lámparas y luminarias al momento de elegir el tipo de iluminación para un proyecto, ya que la lámpara es el cuerpo que despidе luz, mientras que la luminaria es el aparato que colgado, o sostenido en un pie, sirve de soporte a una o varias de estas lámparas. (Alvarado, 2017)

“Todas las lámparas que utilizamos convierten la energía eléctrica en luz, y se pueden dividir en tres grupos según el procedimiento que utilicen para realizar dicha conversión” (Marrufo & Castillo, 2010).

- Lámparas que utilizan el fenómeno de la termoradiación: incandescentes y halógenas incandescentes.
- Lámparas de descarga que utilizan el fenómeno de luminiscencia: lámparas fluorescentes, lámparas de descarga de vapor de mercurio y vapor de sodio, lámparas de halogenuros metálicos.
- Lámparas que aprovechan el fenómeno de electroluminiscencia que aparece en los semiconductores: lámparas LED. (Alvarado, 2017)

#### **2.8.5.1. Lámparas incandescentes y halógenas incandescentes**

##### **2.8.5.1.1. Incandescentes**

Ésta lámparas emiten luz por la incandescencia que alcanza un filamento de material conductor, al pasar una corriente eléctrica a través de él. El tungsteno es generalmente el material utilizado para el filamento, el cual es encerrado en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho vacío o rellena por un gas inerte. (Rizzolo, 2007)

### 2.8.5.1.2. Halógenas incandescentes

Es un tipo de lámpara incandescente en la que la ampolla se rellena de un compuesto gaseoso con halógenos que se encarga de regenerar el filamento conforme se va evaporando, evitando al mismo tiempo el ennegrecimiento de la bombilla y la descomposición del filamento. Estos tipos de lámparas ya han dejado de utilizarse y en nuestro país no se comercializan. (Muñoz, 2012)

**Figura 32**  
**Lámparas Halógenas incandescentes**



**Fuente: Muñoz, (2012).**

### 2.8.5.2. Lámparas de descarga

En las lámparas de descarga, la luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas. (Rizzolo, 2007)

El espectro de emisión de este tipo de lámpara, a diferencia de las incandescentes, es discontinuo, dando como resultado que la luz emitida por la lámpara no sea blanca. Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible. (Romero & Quintana, 2023)

Los tipos de lámparas de descarga son:

- Fluorescentes
- Mercurio a alta presión
- Halogenuros metálicos
- Sodio a baja presión
- Sodio a alta presión. (Rizzolo, 2007)

**Figura 33**

**Lámparas de descarga**



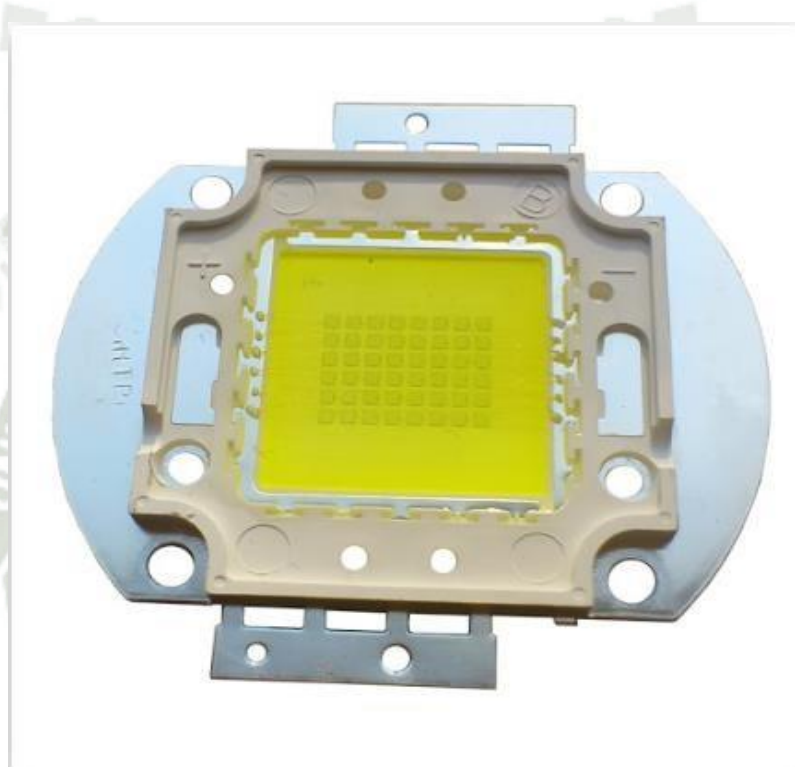
**Fuente: Muñoz, (2012).**

### 2.8.5.3. Lámparas LED

Los LED (Light Emitting Diodos ó Diodos Emisores de Luz) son lámparas de estado sólido construidas a base de semiconductores, por lo que no requieren ni filamentos, ni gases para descarga. El semiconductor está unido a dos terminales cátodo y ánodo, y recubierto por una resina epoxy transparente. Al circular corriente por los terminales se produce luz. A este efecto se le denomina electroluminiscencia. (Serret, 2007)

Son muy eficientes ya que utilizan menos energía por cantidad de luz emitida que los otros tipos de lámparas y son de alta durabilidad. El espectro de emisión de las lámparas LED es discontinuo, y los más comunes emiten luz blanco-azulada, la más perjudicial para la salud humana y el medio ambiente. (Blanca Giménez y otros, 2011)

**Figura 34**  
**Lámpara LED para luminaria**



**Fuente: Muñoz, (2012).**

#### **2.8.6. Luminarias definición y clasificación**

La luminaria es todo el conjunto de dispositivos que sirven de soporte a las lámparas, e incluyen todo el equipamiento y los accesorios para su instalación. Las lámparas se sitúan dentro de las luminarias y estas controlan la luz emitida, dirigiéndola o filtrándola. (Oliveira, 2014)

Las principales funciones de las luminarias son:

- Protección de las lámparas
- Contener circuitos de alimentación y control remoto
- Orientación y distribución del flujo luminoso

- Control de la temperatura de las lámparas
- Decoración

De acuerdo a la distribución del flujo luminoso que realizan pueden clasificarse en luminarias difusoras y luminarias reflectoras, aunque la mayoría suele presentar características mixtas. (Rizzolo, 2007)

**Figura 35**

**Luminaria para alumbrado interior**



**Fuente: Muñoz, (2012).**

**2.8.7. Sistemas de puesta a tierra, definición y clasificación**

Entendemos por Sistema de Puesta a Tierra, como una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la masa de la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensiones relativamente grandes que cumple la misma función que la masa de la tierra. (Relsamex, 2015)

La puesta a tierra de instalaciones eléctricas está relacionada en primer lugar con la seguridad, en establecer conexiones equipotenciales, y en segundo lugar, es garantizar que, en el evento de una falla a tierra, toda corriente de falla que se origine, pueda retornar a la fuente de una forma controlada. (Blasco, 2016)

Las razones que más frecuentemente se citan para tener un sistema aterrizado, son:

- Proporcionar una impedancia suficientemente baja para facilitar la operación satisfactoria de las protecciones en condiciones de falla.
- Asegurar que seres vivos presentes en la vecindad de las subestaciones no queden expuestos a potenciales inseguros, en régimen permanente o en

condiciones de falla. (Blasco, 2016)

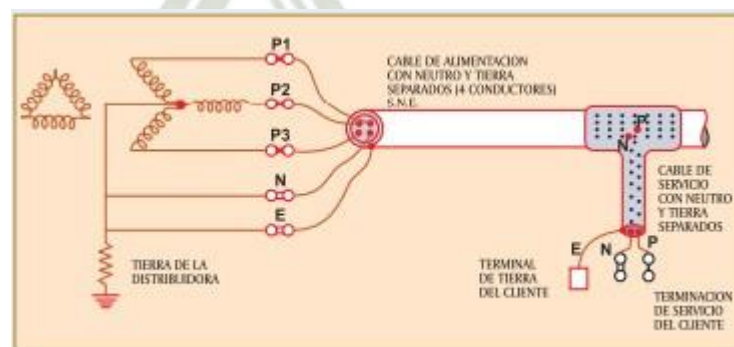
- Mantener los voltajes del sistema dentro de límites razonables bajo condiciones de falla (tales como descarga atmosférica, ondas de maniobra o contacto inadvertido con sistemas de voltaje mayor), y asegurar que no se excedan los voltajes de ruptura dieléctrica de las aislaciones.
- Hábito y práctica.
- En transformadores de potencia puede usarse aislación graduada.
- Limitar el voltaje a tierra sobre materiales conductivos que circundan conductores o equipos eléctricos. (Frydenlund, 2007)

### 2.8.7.1. Tipos de Sistema

#### 2.8.7.1.1. TN-S

En este tipo, el neutro de la fuente tiene un único punto de conexión a tierra en el transformador de alimentación. Los cables de alimentación tienen neutro separado del conductor de tierra de protección. Generalmente, el conductor de neutro es un cuarto “conductor” y el conductor de tierra forma una vaina o cubierta protectora (conductor PE). Este era el arreglo estándar antes de la introducción de los sistemas de puestas a tierra de protección múltiples. (Hartwell y otros, 2014)

**Figura 36**  
**Sistema TN-S típico**

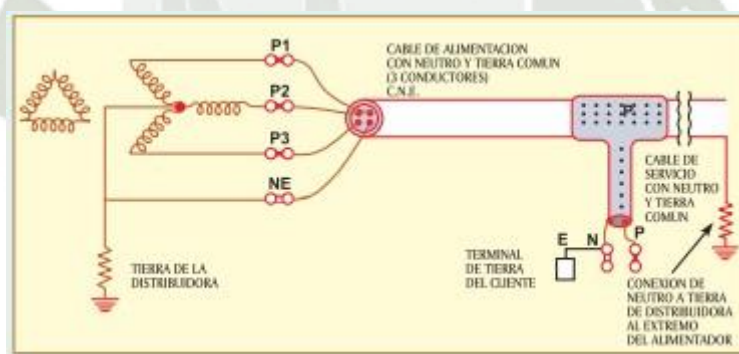


**Fuente: Hartwell y otros, (2014)**

### 2.8.7.1.2. TN-C-S

En este tipo, el neutro de la alimentación se pone a tierra en varios puntos. El cable de alimentación tiene una pantalla metálica externa que combina neutro y tierra, con una cubierta de PVC (se denominan cables CNE). La pantalla que combina neutro y tierra es el conductor tierra de protección neutro (conductor PEN). El fabricante proporciona un terminal de tierra, que está conectado al neutro de la alimentación. La alimentación en el interior de la instalación del cliente debiera ser TN-S, es decir, el neutro y la tierra deben estar separados, conectados sólo en la posición de servicio. Debido a que se permite al cliente usar el terminal de tierra, el proveedor debe asegurarse que todos los elementos metálicos internos, normalmente expuestos (tales como tuberías de agua, de gas, calefacción, etc.) se conecten juntos en la forma prescrita en las normas. (Hartwell y otros, 2014)

**Figura 37**  
**Sistema TN-C-S típico**

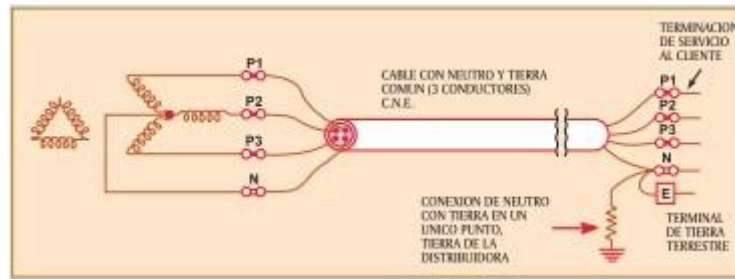


**Fuente: Quiuchaca, (2018).**

### 2.8.7.1.3. PNB

Conexión a neutro de protección. Este es una variación del sistema TN-C-S en que el cliente dispone de un terminal de tierra conectado al neutro de la alimentación, pero el neutro se conecta a tierra en un único punto, normalmente cerca del punto de alimentación al cliente. Se reserva el uso de este arreglo cuando el cliente tiene un transformador particular. (Quiuchaca, 2018)

**Figura 38**  
**Sistema PNB típico**

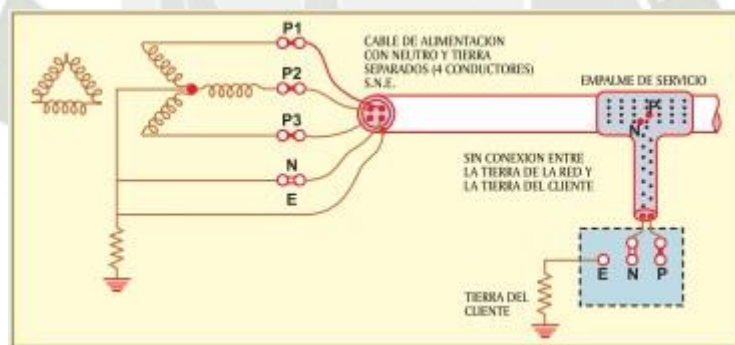


**Fuente: Quiuchaca, (2018).**

**2.8.7.1.4. TT**

Este es un sistema donde la alimentación se pone a tierra en un único punto, pero la pantalla del cable y las partes metálicas expuestas de la instalación del cliente están conectadas a tierra vía un electrodo separado que es independiente del electrodo de alimentación. (Quiuchaca, 2018)

**Figura 39**  
**Sistema TT típico**



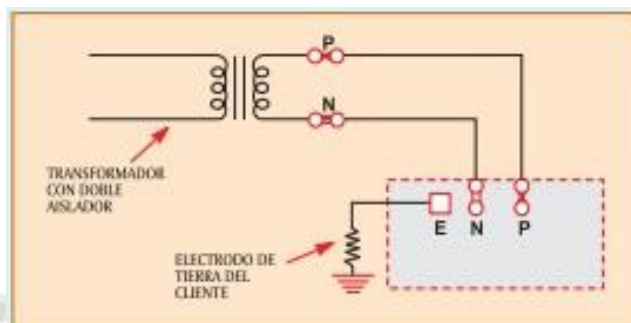
**Fuente: Quiuchaca, (2018).**

**2.8.7.1.5. IT**

Este es un sistema que no tiene conexión directa entre partes vivas y tierra, pero con las partes conductoras expuestas de la instalación conectadas a tierra. Algunas veces se proporciona una conexión a tierra de alta impedancia para simplificar el esquema de protección requerido para detectar la primera falla a tierra. (Quiuchaca, 2018)

**Figura 40**

**Fuente aislada de tierra o conectada a tierra a través de alta impedancia**



**Fuente: Quiuchaca, (2018).**





### 3. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SEGÚN EL DS N° 014-2021-VIVIENDA

#### 3.1. Análisis del D.S N° 014-2021-VIVIENDA

El DS N° 014-2021-VIVIENDA, se publicó el 26 de julio del 2021 que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible que establece los requisitos técnicos básicos que las edificaciones puedan cumplir con condiciones básicas de sostenibilidad, lo cual ayudará a reducir el impacto medioambiental de la edificación tanto en su construcción como en el uso de la misma. (El Peruano, 2021)

En el 2015 mediante el Decreto Supremo N° 015-2015-VIVIENDA se aprobó la primera edición del Código Técnico de Construcción Sostenible en la cual se dan los criterios técnicos para el diseño y construcción de edificaciones y ciudades, a fin que sean calificadas como edificación sostenible tanto para proyecto y/obras públicos o privados. (Morales Llaja & Sanchez Chamorro, 2020)

En dicho decreto supremo también se hace mención a la Agenda al 2030 para el Desarrollo Sostenible de la Asamblea General de las Naciones Unidas que establece como acciones para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible N° 11 “Ciudades y comunidades sostenibles”, el menor impacto ambiental negativo de las ciudades, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él, y el acceso a zonas verdes seguras, inclusivas y accesibles; además el Perú se comprometió a reducir en 40% sus emisiones de gases de efecto invernadero hasta el año 2030, para lo cual se desarrollaron las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), en las que se identifican acciones nacionales para tal fin. (El Peruano, 2021)

Otro aspecto importante es que se ha identificado en el Perú, una baja cantidad de áreas verdes urbanas, una inadecuada disposición de residuos sólidos, sobre todo en las actividades de construcción y demolición, un acceso limitado al agua ya que la tercera parte de la población nacional vive en zonas desérticas, por todo ello es necesario el uso de materiales y productos de la construcción con un bajo impacto ambiental. Dadas todas esas necesidades que tiene actualmente nuestro país el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento propone la aprobación de una nueva edición del Código Técnico de Construcción Sostenible, esta norma que promueve la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, a partir de la

implementación de edificaciones y habilitaciones urbanas sostenibles, y con ello incrementar la calidad de vida de las personas a través del aumento de la eficiencia hídrica y energética, la mejora de la calidad ambiental, la reducción de los residuos y la promoción de la movilidad sostenible. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

El Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), que consta de tres (03) títulos, treinta y un (31) artículos y cinco (05) anexos.

El Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), se aplicará en los Proyectos a cargo del Fondo MIVIVIENDA S.A, y a proyectos de inversión pública, como los siguientes

- Los proyectos de inversión que se encuentran en la fase de formulación y evaluación y aún no cuenten con declaración de viabilidad
- Los proyectos Bajo la modalidad de Obras por Impuestos
- Los proyectos Bajo la modalidad de Asociaciones Público – Privadas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

La aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS) es OBLIGATORIO en los Proyectos del Fondo MIVIVIENDA y para nuevas edificaciones de proyectos públicos, y recomendados para los proyectos privados. El Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), consta de lo siguiente En el título 1 tenemos las disposiciones generales, en el título 2 la definición y aplicación de las edificaciones sostenibles, compuesto por cuatro subcapítulos dónde vamos a ver aspectos como características técnicas de la envolvente, transmitancia y reflectancia, iluminación natural, artificial LED y sensores de movimiento, ventilación natural y mecánica, calefacción y refrigeración, equipos electromecánicos e instalaciones de gas natural, en el capítulo 2 tenemos la eficiencia hídrica con dos capítulos aparatos sanitarios con tecnologías de ahorro y sistemas de riego tecnificado. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

En el capítulo 3 encontramos la calidad ambiental interior, en el capítulo 4 manejo de residuos en edificaciones, en el capítulo 5 materiales y productos de la construcción eco materiales en el capítulo En el capítulo 6 infraestructura para la movilidad urbana sostenible en edificaciones luego pasamos al título 3 que trata de las habilitaciones urbanas sostenibles. El título 3 tiene tres capítulos, calidad urbana,

manejo de residuos en habilitaciones urbanas, infraestructura para movilidad urbana sostenible en habilitaciones urbanas, además tenemos cinco anexos, siguiente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018)

**Anexo I.** Resumen de las disposiciones del código técnico de construcción sostenible aplicables por tipo de edificación.

**Anexo II.** Información técnica a ser presentada al ministerio de vivienda, construcción y saneamiento para la calificación de la edificación o habilitación urbana como sostenible.

**Anexo III.** Reflectancia de colores.

**Anexo IV.** Estrategias de ventilación natural.

**Anexo V.** Plantas xerófilas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 3.2. Tipos de proyectos para la aplicación de la norma e incentivos

La aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible (CTCS), abarca a los tipos de proyectos siguientes:

- Vivienda
- Salud
- Industria
- Recreación y deportes
- Transporte y comunicaciones
- Servicios comunales
- Educación

Siendo obligatorio para Proyectos de vivienda sostenible aplicado por el Fondo MIVIVIENDA S.A., Nuevas habilitaciones urbanas promovidas por las entidades del sector público y nuevas edificaciones promovidas por las entidades del sector público, según la siguiente tabla. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Tabla 19

## Áreas techadas mínimas por tipo de uso para edificaciones

Uso de edificación	Área Techada
Salud, Industria	$\geq 1,500 \text{ m}^2$
Recreación y deportes, Transportes y comunicaciones	$\geq 1,000 \text{ m}^2$
Oficina, Servicios comunales	$\geq 500 \text{ m}^2$
Educación	$\geq 2,000 \text{ m}^2$

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

El uso del Código Técnico de Construcción Sostenible en el Perú puede ofrecer varios incentivos a los constructores, propietarios y usuarios de edificios, entre ellos:

### 3.2.1. Ahorro energético

Durante la construcción y uso del local: El cumplimiento de las normas y requisitos del código puede conducir a un menor consumo de energía en los edificios. Esto se traduce en recibos de servicios públicos más bajas para los propietarios y usuarios, lo que supone un ahorro económico a corto y largo plazo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 3.2.2. Acceso a financiamiento preferencial

“Algunas instituciones financieras ofrecen condiciones favorables, como tasas de interés más bajas o plazos más largos, para la construcción o adquisición de edificios que cumplan con los estándares de sostenibilidad establecidos en el código” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

### 3.2.3. Valorización del inmueble

Los edificios construidos o adaptados siguiendo los lineamientos del código suelen tener un mayor valor en el mercado inmobiliario. Los compradores o arrendatarios están dispuestos a pagar más por un inmueble que ofrezca mayor eficiencia energética, confort y calidad ambiental. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 3.2.4. Beneficios fiscales

“Algunas jurisdicciones municipales pueden otorgar incentivos fiscales, como reducción de impuestos o deducciones, para los propietarios que implementen

medidas de construcción sostenible” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

### **3.2.5. Dependiendo de la municipalidad**

“Tenemos incentivos importantes como el Incremento de área techada por construcción sostenible, Incremento de área techada por uso público. Reducción de Área mínima por Unidad de Vivienda. Reducción del número mínimo de estacionamientos” (El Peruano, 2022).

### **3.2.6. Cumplimiento normativo**

El código puede ser obligatorio en algunas áreas, lo que significa que su cumplimiento es requisito para obtener permisos de construcción. Esto garantiza que los edificios se construyan y operen de manera sostenible, lo que a su vez contribuye a la protección del medio ambiente y a la mitigación del cambio climático. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### **3.2.7. Imagen corporativa y reputación**

Las empresas y organizaciones que adoptan prácticas de construcción sostenible pueden beneficiarse de una mejor imagen y reputación en el mercado. Esto puede atraer a clientes, inversores y socios comerciales que valoran la responsabilidad ambiental. Estos son solo algunos ejemplos de los incentivos que pueden derivarse del uso del Código Técnico de Construcción Sostenible en Perú. Es importante destacar que los incentivos específicos pueden variar según la región y las políticas locales. Además, existen varias opciones de financiamiento disponibles para construcciones que cumplen con el Código Técnico de Construcción Sostenible. Estas son algunas de las alternativas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### **3.2.8. Programa MiVivienda Sostenible**

El programa MiVivienda, a través de su modalidad sostenible, ofrece financiamiento preferencial para la construcción, remodelación o adquisición de viviendas que cumplan con estándares de sostenibilidad. Los beneficiarios pueden acceder a tasas de interés más bajas y a plazos más largos para el pago del préstamo. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### **3.2.9. Fondo MiVivienda Verde**

El Fondo MiVivienda también cuenta con una línea de crédito especial destinada a la construcción de viviendas sostenibles. Este programa ofrece condiciones preferenciales, como tasas de interés reducidas y plazos de pago flexibles, para los proyectos que implementen prácticas de construcción sostenible. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### **3.2.10. Programa Techo Propio Sostenible**

El programa Techo Propio del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento incluye una opción para financiar la construcción de viviendas sostenibles. Los beneficiarios pueden acceder a préstamos con tasas de interés más bajas y a plazos de pago más extendidos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### **3.2.11. Programas de entidades financieras**

Algunas entidades financieras en Perú ofrecen préstamos o líneas de crédito específicas para proyectos de construcción sostenible. Estos programas pueden incluir tasas de interés preferenciales, plazos de pago flexibles y condiciones especiales para proyectos que cumplan con estándares de sostenibilidad. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

## **3.3. Procedimiento del diseño de una instalación eléctrica convencional**

“El diseño de una instalación eléctrica convencional implica varios pasos importantes para garantizar su correcto funcionamiento y seguridad de la instalación eléctrica. A continuación, se presenta el procedimiento general para el diseño de una instalación eléctrica convencional” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.1. Revisión del proyecto de arquitectura**

“Familiarizarte con los planos del proyecto de arquitectura, planos de planta, cortes, fachadas y de ubicación” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.2. Requisitos y normativas**

Revisar los requisitos y normativas eléctricas locales, ya que varían según el país o región. Estas normativas establecen los estándares mínimos de seguridad y diseño que se debe de cumplir. En nuestro país principalmente el Código

Nacional de Electricidad utilización, y el Reglamento Nacional de Edificaciones. (Montoya & Yon, 2018)

### **3.3.3. Cálculo de cargas**

“Determina la carga eléctrica requerida para la instalación. Esto implica calcular la demanda de energía de todos los equipos y dispositivos que estarán conectados, como luces, tomacorriente, electrodomésticos, motores, etc. Considera tanto la carga existente como la futura” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.4. Distribución de circuitos**

Una vez que tienes los cálculos de carga, debes distribuir los circuitos eléctricos de manera adecuada. Agrupa los dispositivos en circuitos separados según su uso y nivel de carga. Por ejemplo, los tomacorrientes pueden agruparse en un circuito, mientras que las luces pueden estar en otro, así como los circuitos de cargas especiales que alimentan equipos de carga. (Montoya & Yon, 2018)

### **3.3.5. Selección de conductores**

“Elegir los conductores adecuados para cada circuito según la carga eléctrica esperada y la longitud del cableado. Tener en cuenta la capacidad de corriente y el tipo de aislamiento requerido para garantizar la seguridad y el rendimiento de la instalación” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.6. Dimensionamiento de protecciones**

“Determina las protecciones necesarias para cada circuito, como interruptores termomagnéticos e interruptores diferenciales. Estas protecciones deben seleccionarse de acuerdo con la corriente de diseño y la capacidad de los conductores” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.7. Diseño del tablero de distribución**

“Diseña el tablero de distribución principal y los sub-tableros si es necesario. Ubica los dispositivos de protección y distribución de manera lógica y ordenada. Deberá de considerarse el suficiente espacio y capacidad para futuras expansiones” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.8. Diseño de puesta a tierra**

Define un sistema de puesta a tierra adecuado para la instalación. Esto implica la conexión de los conductores de tierra a una varilla de tierra o a una red de tierra común. El diseño de puesta a tierra es esencial para garantizar la seguridad y protección contra descargas eléctricas. (Montoya & Yon, 2018)

### **3.3.9. Elaboración de planos y diagramas**

“Crear los planos y diagramas detallados de la instalación eléctrica, incluyendo el trazado de conductores, ubicación de puntos de conexión, disposición de los dispositivos de protección y puesta a tierra. Estos planos serán útiles para la instalación y futuras modificaciones” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.10. Revisión y aprobación del proyecto**

“Una vez concluida la elaboración del proyecto, se presenta a la municipalidad respectiva para la licencia de construcción, donde se realiza la revisión del expediente por parte de una comisión técnica” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.11. Instalación y pruebas**

“Una vez que el diseño está completo, procede con la instalación de la infraestructura eléctrica siguiendo los planos y diagramas. Después de la instalación, realiza pruebas para verificar la continuidad, aislamiento y correcto funcionamiento de los circuitos y dispositivos” (Montoya & Yon, 2018).

### **3.3.12. Mantenimiento y documentación**

Finalmente, se deberá de llevar un registro detallado de la instalación eléctrica, incluyendo planos, diagramas, manuales de los dispositivos, certificados de pruebas y mantenimiento realizado. Esto facilitará futuras inspecciones, mantenimiento y reparaciones. Este es un procedimiento general para el desarrollo de una instalación eléctrica correcta, puede tener requisitos específicos por parte del requerimiento del propietario y normativas específicas. (Montoya & Yon, 2018)

### 3.4. Procedimiento del diseño de una instalación eléctrica NO convencional, según DS N° 014-2021-VIVIENDA

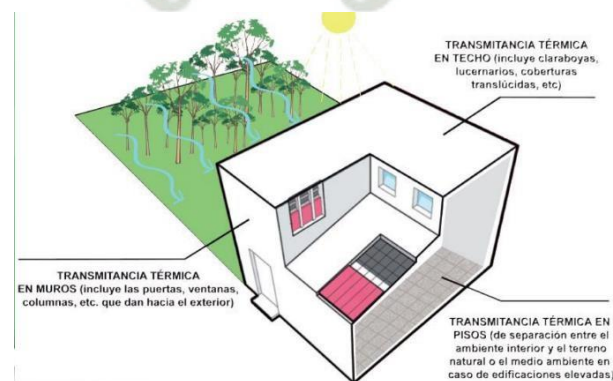
El DS N° 014-2021-VIVIENDA, el cual establece las normas técnicas para el diseño de instalaciones eléctricas en viviendas. A continuación, se presenta un procedimiento general basado en este decreto para el diseño de una instalación eléctrica en viviendas: Conocimiento del DS N° 014-2021-VIVIENDA: Familiarízate con el contenido y los requisitos establecidos en el decreto supremo. Este documento contiene las normas y estándares específicos que deben seguirse para el diseño de las instalaciones eléctricas en viviendas en el Perú. (El Peruano, 2021)

#### 3.4.1. Estudio del proyecto de arquitectura

Realiza un estudio detallado del proyecto de arquitectura para determinar los puntos de conexión eléctrica requeridos, como tomacorrientes, interruptores de luz, iluminación, equipos eléctricos, entre otros. El proyecto de arquitectura también será diseñado en el cumplimiento del DS N° 014-2021-VIVIENDA, dando prioridad a la iluminación natural, ventilación natural, Transmitancia térmica máxima de cerramientos según zona bioclimática, así como sistemas de calentamiento de agua con energía solar. Y considerar las instalaciones a gas. Considerar la calidad ambiental de áreas verdes, minimización y manejo de residuos sólidos, ecomateriales y estacionamientos para bicicletas. (El Peruano, 2021)

#### Figura 41

#### Consideraciones de diseño de arquitectura.



Fuente:El Peruano, (2021).

#### **3.4.2. Cálculo de iluminación**

“Se deberá de desarrollar los cálculos de iluminación ÓPTIMOS de todos los ambientes de acuerdo a la Norma Técnica Em.010 Instalaciones Eléctricas Interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones. Y el DS N° 014-2021-VIVIENDA” (El Peruano, 2021).

#### **3.4.3. Control de iluminación y selección de sensores de movimiento**

“Se seleccionará los controles de iluminación adecuados agrupando las luminarias para crear distintos escenarios” (El Peruano, 2021).

#### **3.4.4. Cálculo de cargas**

Calcula la carga eléctrica necesaria para la vivienda. Considera la demanda de energía de todos los dispositivos y equipos que se utilizarán, como electrodomésticos, sistemas de iluminación, calefacción, aire acondicionado, etc. Considera tanto los requerimientos actuales como los futuros. Todo el equipamiento eléctrico y lámparas deben de tener una eficiencia energética elevada. Cumpliendo con lo indicado en la Norma Técnica Peruana 370.101-2-2008 “Etiquetado de eficiencia energética para lámparas fluorescentes compactas, circulares, lineales y similares de uso doméstico” y Norma Técnica Peruana 399.483-2007 “Eficiencia energética en artefactos refrigeradores, refrigeradores-congeladores y congeladores para uso doméstico”. Es decir, en general se deberá seleccionar equipos eléctricos de alta eficiencia. (El Peruano, 2021)

#### **3.4.5. Distribución de circuitos**

“Distribuye los circuitos eléctricos de manera adecuada en la vivienda. Agrupa los dispositivos según su uso y carga eléctrica. Considera la ubicación de los tomacorrientes, interruptores y puntos de iluminación para lograr una distribución eficiente” (El Peruano, 2021).

#### **3.4.6. Selección de conductores**

“Elige los conductores apropiados para cada circuito de acuerdo con la carga calculada. Asegúrate de utilizar conductores con la capacidad adecuada y el tipo de aislamiento requerido según las normas establecidas” (El Peruano, 2021).

#### **3.4.7. Dimensionamiento de protecciones**

“Determina las protecciones necesarias para cada circuito, como interruptores termomagnéticos e interruptores diferenciales. Estas protecciones deben seleccionarse de acuerdo con la capacidad de corriente de los conductores y las disposiciones establecidas en el decreto” (El Peruano, 2021).

#### **3.4.8. Diseño del tablero de distribución**

Diseña el tablero de distribución principal y los sub-tableros, si corresponde. Coloca los dispositivos de protección y distribución según las normas establecidas en el DS N° 014-2021-VIVIENDA. Considerando libre acceso, y cerca de los equipos de mayor consumo para una mejor eficiencia. (El Peruano, 2021)

#### **3.4.9. Diseño de puesta a tierra**

“Define un sistema de puesta a tierra de acuerdo con las especificaciones del decreto. Esto implica la conexión de los conductores de tierra a una varilla de tierra u otro sistema de tierra adecuado, siguiendo las disposiciones establecidas” (El Peruano, 2021).

#### **3.4.10. Elaboración de planos y documentación**

Crea planos detallados de la instalación eléctrica, incluyendo la distribución de circuitos, la ubicación de puntos de conexión, el diseño del tablero de distribución, la puesta a tierra, entre otros. Documenta todas las características técnicas y especificaciones de la instalación según lo requerido en el DS N° 014-2021-VIVIENDA. (El Peruano, 2021)

#### **3.4.11. Instalación y pruebas**

“Lleva a cabo la instalación de acuerdo con los planos y las normas establecidas. Una vez completada la instalación, realiza pruebas y verificaciones para asegurarte de que la instalación cumpla con los requisitos de seguridad y funcionamiento establecidos” (El Peruano, 2021).

### 3.5. Cálculo de iluminación de acuerdo a norma

En el proyecto del caso estudio donde aplicaremos el CTCS, nos indica básicamente dos aspectos importantes para el cumplimiento de dicha norma que vendría a ser el uso de luminarias LED muy eficientes de clase B o mayor según el Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética para equipos energéticos (RTEEE), aprobado por el Decreto Supremo N° 009-2017-EM y que cumpla con la Norma Técnica EM.010, Instalaciones eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones y el Código Nacional de Electricidad, aprobado por la Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM. Ambas normas importantes se presentan como parte de los anexos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Los cálculos de iluminación en instalaciones eléctricas interiores se realizan para determinar la cantidad adecuada de luminarias y su distribución para obtener una iluminación óptima en un espacio determinado. Se procede con los siguientes pasos:

#### 3.5.1. Determinar los requisitos de iluminación

El primer paso es establecer los niveles de iluminación requeridos para el espacio en cuestión. Esto depende del tipo de actividad que se realice en el área, como oficinas, comercios, viviendas, entre otros. Estos requisitos de iluminación suelen estar especificados en normas o estándares, como la norma EM.010 en el caso de nuestro país. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

#### 3.5.2. Obtener los datos del espacio

Es importante recopilar información sobre las dimensiones y características del espacio a iluminar. Esto incluye la altura del techo, el área de la superficie, el tipo de revestimiento utilizado en las paredes y techos (tanto el color, la textura y material), y cualquier elemento que pueda afectar la distribución de la luz, como obstáculos o mobiliario. Para tener los datos exactos de las dimensiones de los ambientes, se ha importado el plano de arquitectura de autocad al software DIALUX, y se ha considerado también la altura, las ventanas el aporte de luz natural y el cuadro de acabados de los planos de arquitectura donde figuran los colores y materiales de acabados de los ambientes tanto de paredes, como de techos y pisos. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 3.5.3. Calcular la iluminancia requerida

La iluminancia es la cantidad de luz que llega a una superficie y se mide en lux. Utilizando los requisitos de iluminación establecidos y los datos del espacio, se pueden realizar cálculos para determinar la iluminancia necesaria en diferentes puntos del área a iluminar. Esto implica considerar la uniformidad de la iluminación y el factor de mantenimiento, considerando además el grado de contaminación ambiental y la frecuencia de mantenimiento y limpieza de las luminarias. Además, considerar el aporte de luz natural. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 3.5.4. Selección de luminarias

Una vez que se conocen los niveles de iluminancia requeridos, se debe seleccionar el tipo y la cantidad adecuada de luminarias. Esto implica tener en cuenta la eficiencia energética de las luminarias, el tipo de lámparas o tecnología utilizada, el flujo luminoso, el ángulo de apertura, entre otros factores. Para dar cumplimiento al código CTSC, serían todas lámparas LED de diferentes potencias y modelos, pero si con una gran eficiencia energética mayor o igual a la clase B. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Tabla 20**

**Clasificación de eficiencia energética para lámparas LED**

Clases de eficiencia energética	Índice de eficiencia energética (IEE) para lámparas no-direccionales	Índice de eficiencia energética (IEE) para lámparas direccionales
A	$IEE \leq 0,11$	$IEE \leq 0,13$
B	$0,11 < IEE \leq 0,17$	$0,13 < IEE \leq 0,18$
C	$0,17 < IEE \leq 0,24$	$0,18 < IEE \leq 0,40$
D	$0,24 < IEE \leq 0,60$	$0,40 < IEE \leq 0,95$
E	$0,60 < IEE \leq 0,80$	$0,95 < IEE \leq 1,20$
F	$0,80 < IEE \leq 0,95$	$1,20 < IEE \leq 1,75$
G	$IEE > 0,95$	$IEE > 1,75$

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

El IEE se calcula mediante la siguiente fórmula y se redondea al segundo decimal:

$$IEE = \frac{P_{cor}}{P_{ref}}$$

**Donde:**

$P_{cor}$  es la potencia nominal ( $P_{rated}$ ) en el caso de lámparas LED sin mecanismo de control externo (con balasto propio o integrados).

Es la potencia nominal ( $P_{rated}$ ) corregida en el caso de lámparas LED con dispositivo de control de lámpara externo, obtenida de la siguiente expresión.

$$P_{cor} = P_{rated} \times 1,10$$

$P_{ref}$  es la potencia de referencia obtenida del flujo luminoso útil de la lámpara ( $\Phi_{use}$ ) mediante las siguientes formulas:

$$P_{ref} = 0.88\sqrt{\Phi_{use}} + 0.049\Phi_{use}, \quad \text{Si } \Phi_{use} < 1300 \text{ lúmenes}$$

$$P_{ref} = 0.07341\Phi_{use}, \quad \text{Si } \Phi_{use} \geq 1300 \text{ lúmenes}$$

### 3.5.5. Distribución de luminarias

“Se realiza una distribución adecuada de las luminarias en el espacio para garantizar una iluminación uniforme y sin sombras molestas. Se utilizará el software de diseño DIALUX para una iluminación óptima y simular el resultado final” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

### 3.5.6. Verificación y ajustes

Una vez instaladas las luminarias, es importante verificar que los niveles de iluminación obtenidos cumplan con los requisitos establecidos. En caso de ser necesario, se pueden realizar ajustes en la posición de las luminarias o en las características técnicas de las mismas. Entonces siguiendo el procedimiento descrito se procede a mostrar una vista 3D de la vivienda unifamiliar de dos niveles más azotea para tener más claro el proyecto que se va a ejecutar. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Figura 42**

**Vista 3D de la fachada de la vivienda unifamiliar**



**Fuente: Elaboración propia.**

Para realizar los caculos se utilizó el software DIALU EVO, en base al requerimiento del propietario (tema estético), con los valores de la norma, y utilizando los planos de planta de arquitectura.

**Tabla 21**  
**Requisitos mínimos de iluminación del RNE**

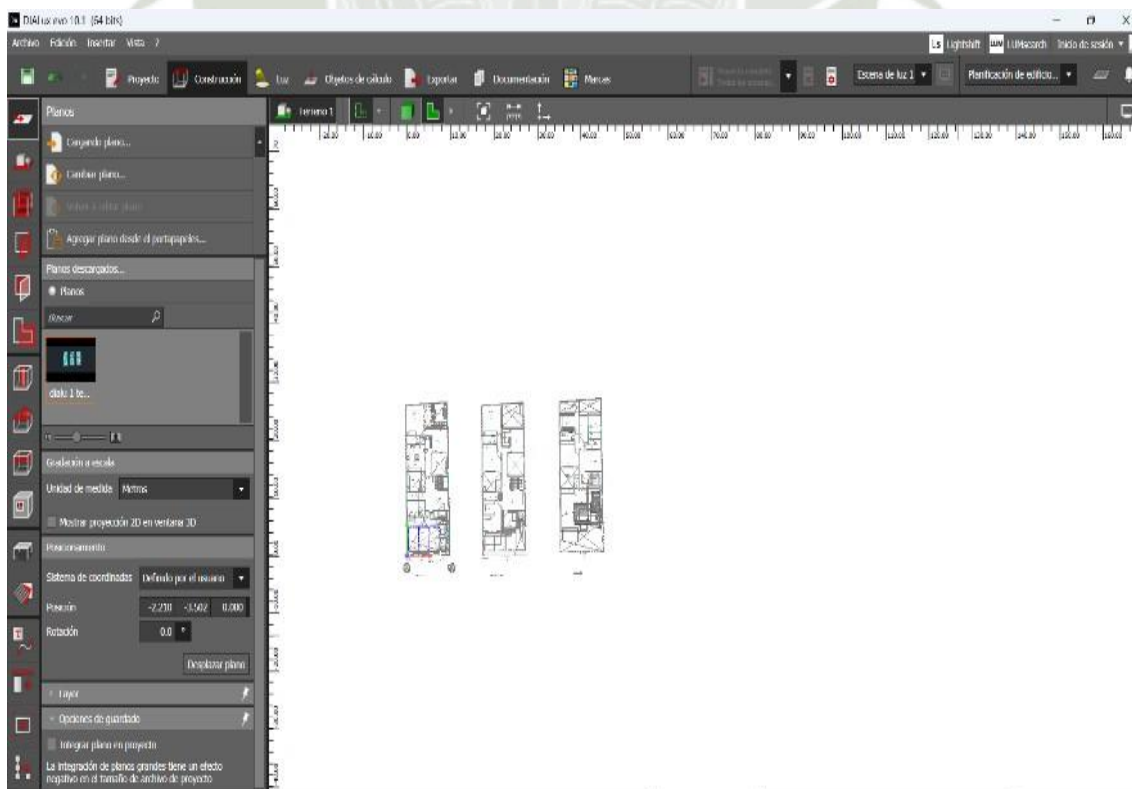
1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR <sub>L</sub>	U <sub>o</sub>	R <sub>s</sub>	Requisitos específicos
1.1	<b>Zona privada</b>					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Patios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

A continuación, se muestra las capturas de pantallas del cálculo de iluminación en el software Dialux Evo.

**Figura 43**

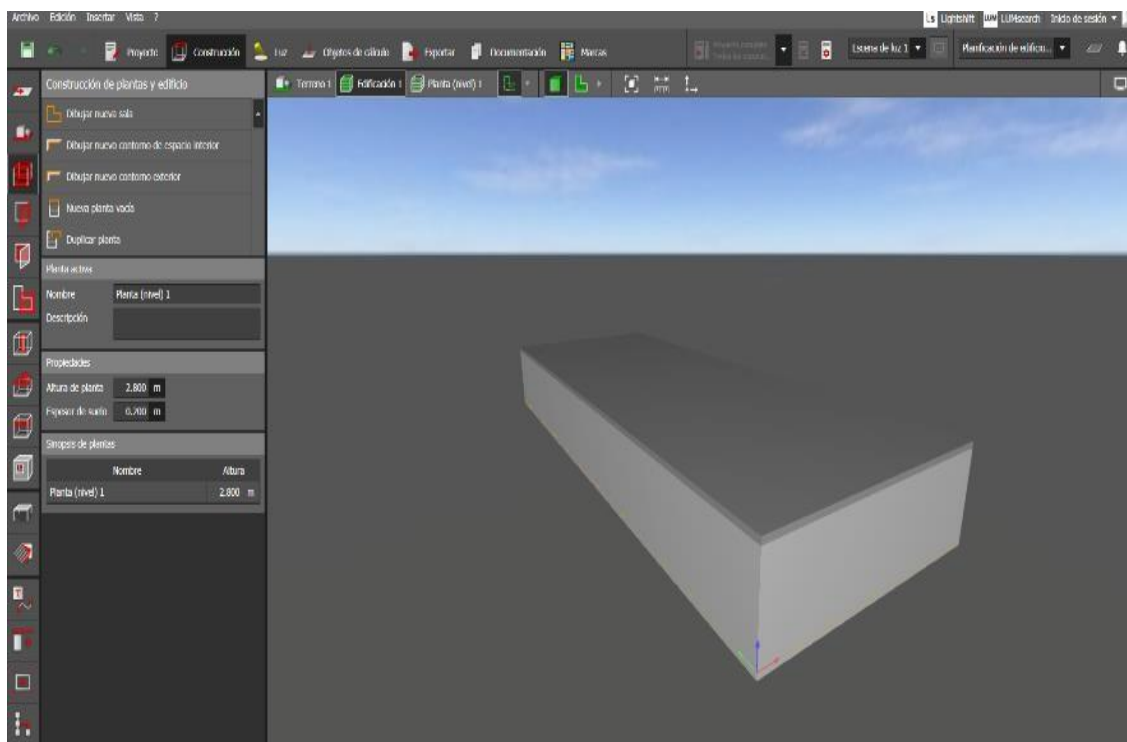
**Vista de los planos de arquitectura importados en el Dialux Evo**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 44**

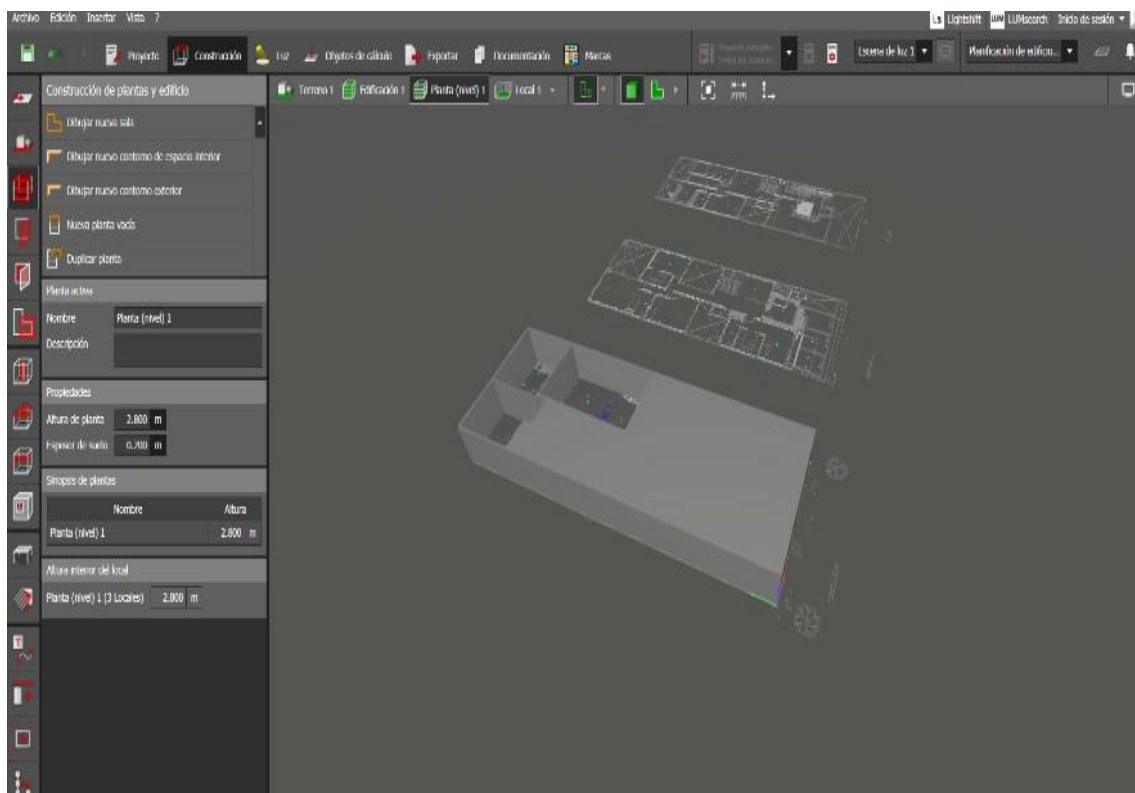
**Vista inicio del proyecto en el Dialux Evo**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 45**

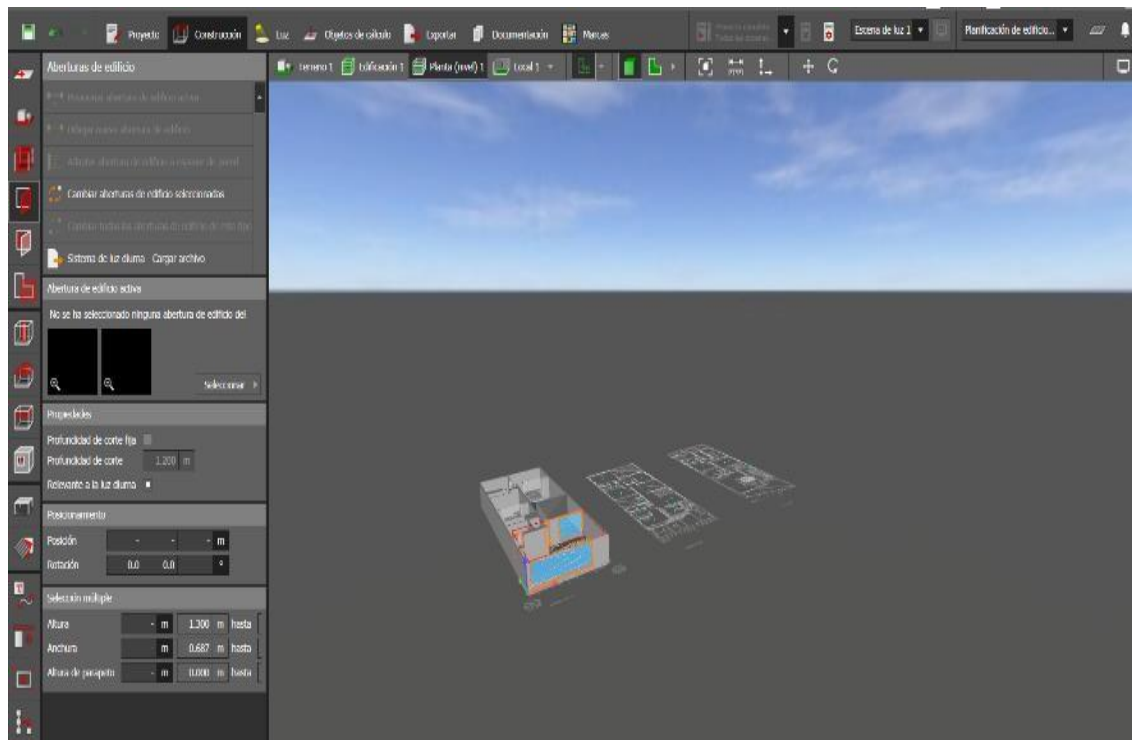
**Vista 3D del proyecto en el Dialux Evo, añadiendo los ambientes**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 46**

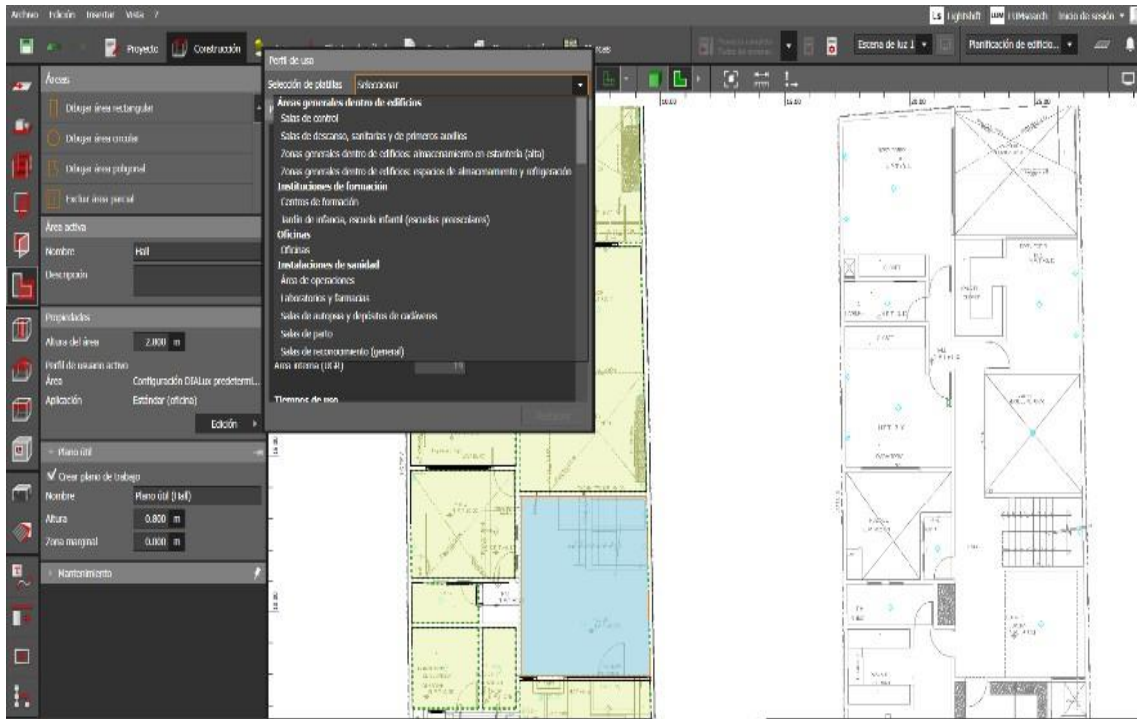
**Vista 3D del proyecto en el Dialux Evo, incluye las ventanas y la luz natural**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 47**

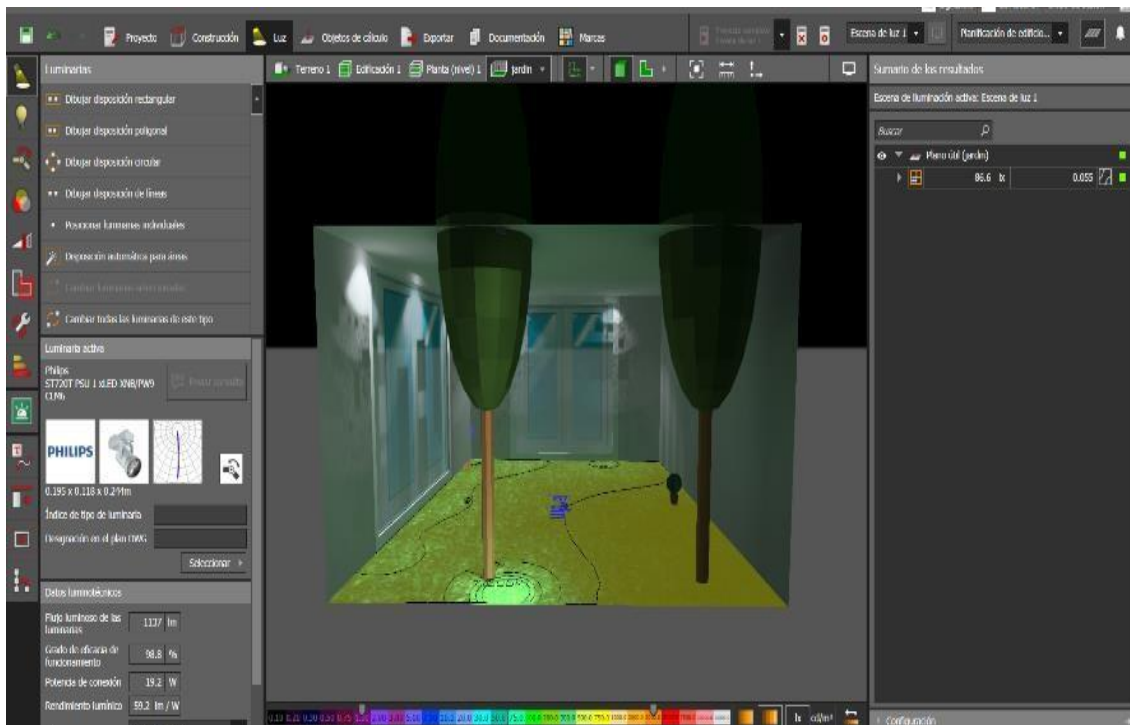
**Vista del proyecto en el Dialux Evo, Se coloca el valor de Em luxes requerido por cada tipo de ambiente, se modifica al RNE**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 48**

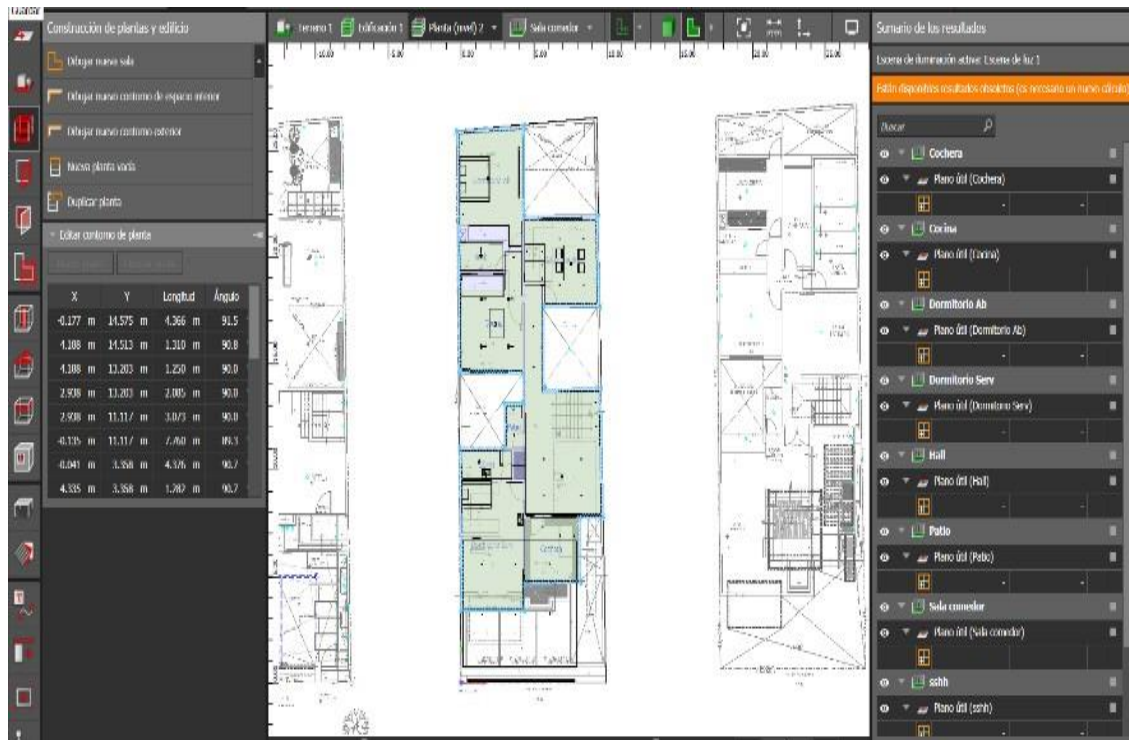
**Vista del proyecto en el Dialux Evo, cálculo de iluminación del 1er nivel**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 49**

**Vista del proyecto en el Dialux Evo, cálculo del segundo nivel**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 50**

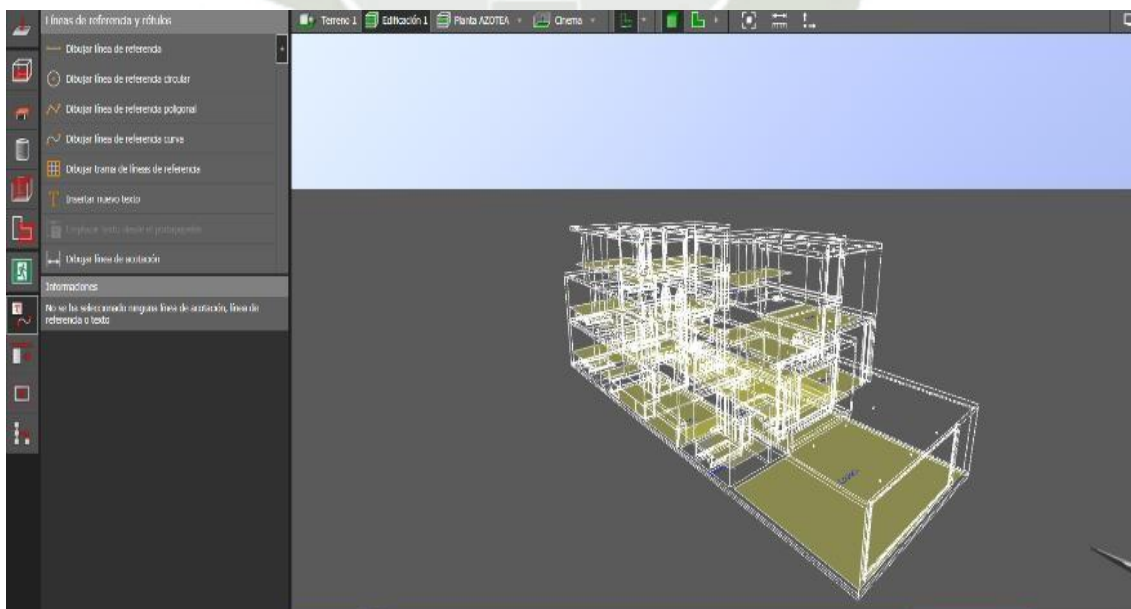
**Vista del proyecto en el Dialux Evo, cálculo de la azotea**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 51**

**Vista de 3D proyecto en el Dialux Evo, los tres niveles**



**Fuente: Elaboración propia.**

En el anexo se adjuntará el informe completo del cálculo de iluminación, pero a continuación el resumen de los cálculos de la vivienda unifamiliar.

**Tabla 22**

**Resumen de valores de cálculos de iluminación – Primer nivel**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Sala comedor) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	132 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	0.99 lx	418 lx	0.008	0.002	WP1
Plano útil (Dormitorio Ab) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	76.4 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	13.4 lx	196 lx	0.18	0.068	WP2
Plano útil (jardin) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	61 lx ( $\geq 20.0$ lx) ✓	23.7 lx	223 lx	0.15	0.003	WP3
Plano útil (sshh) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	107 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	55.6 lx	147 lx	0.52	0.38	WP4
Plano útil (Cocina) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	363 lx ( $\geq 300$ lx) ✓	12.1 lx	661 lx	0.033	0.018	WP5
Plano útil (Patio) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	29.4 lx ( $\geq 20.0$ lx) ✓	11.3 lx	45 lx	0.16	0.078	WP6
Plano útil (SSHH) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	177 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	11.3 lx	291 lx	0.064	0.039	WP7
Plano útil (Dormitorio Serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	54.0 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	14.3 lx	167 lx	0.26	0.086	WP8
Plano útil (SSHH) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	136 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	42.1 lx	276 lx	0.31	0.15	WP9
Plano útil (Hall) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	115 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	22.4 lx	240 lx	0.19	0.093	WP10

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Plano útil (Cochera) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	79 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	36.5 lx	430 lx	0.20	0.085	WP11
--	---------------------------------	---------	--------	------	-------	------

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 23**

**Resumen de valores de cálculos de iluminación – Segundo Nivel**

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Dormitorio 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	88 lx ( $\geq 50$ lx) ✓	65.4 lx	234 lx	0.35	0.20	WP12
Plano útil (Dormitorio 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	120 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	27.3 lx	226 lx	0.23	0.12	WP13
Plano útil (sshh) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	143 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	88.1 lx	200 lx	0.62	0.44	WP14
Plano útil (Dormitorio 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	126 lx ( $\geq 50$ lx) ✓	35.7 lx	237 lx	0.28	0.15	WP15
Plano útil (SSHH2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	121 lx ( $\geq 100.0$ lx) ✓	88.3 lx	138 lx	0.73	0.64	WP16
Plano útil (SSHH) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	151 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	34.5 lx	319 lx	0.23	0.11	WP17
Plano útil (Dormitorio 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	81 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	30.6 lx	202 lx	0.22	0.10	WP18
Plano útil (Hall) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	129 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	6.62 lx	328 lx	0.051	0.020	WP19
Plano útil (Biblioteca) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	560 lx ( $\geq 500.0$ lx) ✓	70.7 lx	706 lx	0.44	0.34	WP20

**Fuente: Elaboración propia.**

**Tabla 24**

**Resumen de valores de cálculos de iluminación - Azotea**

Edificación 1 · Planta AZOTEA (Escena de luz 1)

**Objetos de cálculo**

Planos útiles

Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Cinema) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	127 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	69.0 lx	270 lx	0.37	0.26	WP21
Plano útil (Lavandería) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	513 lx ( $\geq 500.0$ lx) ✓	5.77 lx	594 lx	0.024	0.010	WP22
Plano útil (sshh) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	106 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	55.0 lx	147 lx	0.52	0.37	WP23
Plano útil (Dormitorio 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	91.3 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	21.4 lx	200 lx	0.23	0.11	WP24
Plano útil (SSHH2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	102.5 lx ( $\geq 100.0$ lx) ✓	68.1 lx	91.8 lx	0.83	0.74	WP25
Plano útil (Hall) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	157 lx ( $\geq 100$ lx) ✓	33.3 lx	463 lx	0.21	0.072	WP26
Plano útil (Star) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	94 lx ( $\geq 50.0$ lx) ✓	39.0 lx	255 lx	0.20	0.15	WP27
Plano útil (Gimnasio) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	295 lx ( $\geq 200$ lx) ✓	148 lx	373 lx	0.50	0.40	WP28

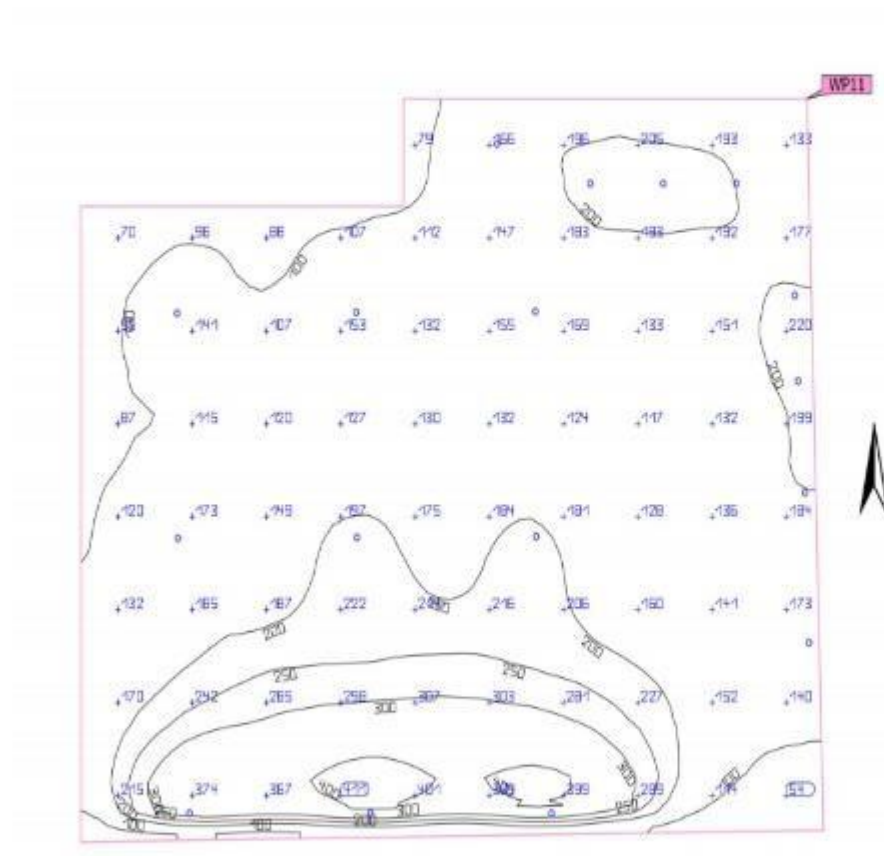
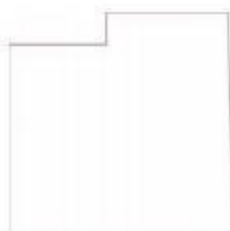
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 52**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Cochera**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Cochera (Escena de luz 1)

**Plano útil (Cochera)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{máx}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Cochera)	79 lx	36.5 lx	230 lx	0.20	0.085	WP11
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 50.0$ lx					
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

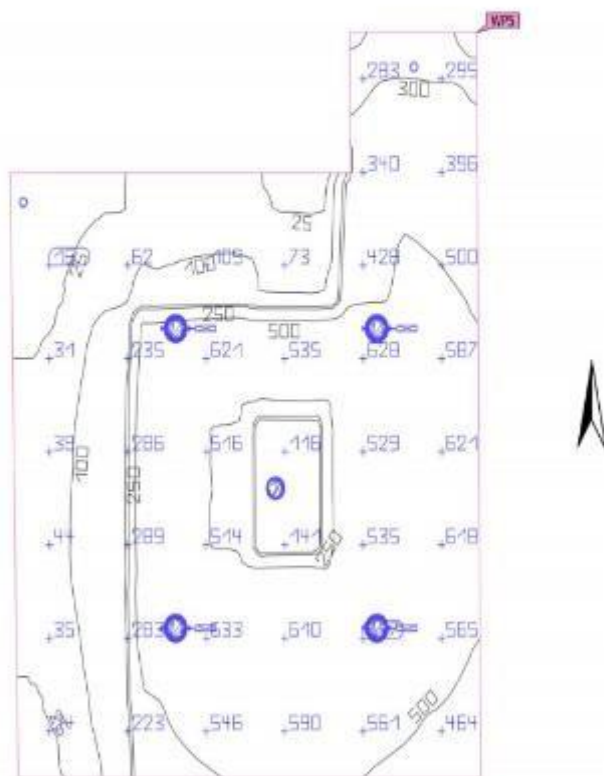
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 53**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Cocina**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Cocina (Escena de luz 1)

**Plano útil (Cocina)**



Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (Cocina)	363 lx	12.1 lx	661 lx	0.033	0.018	WPS
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 300 lx					
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

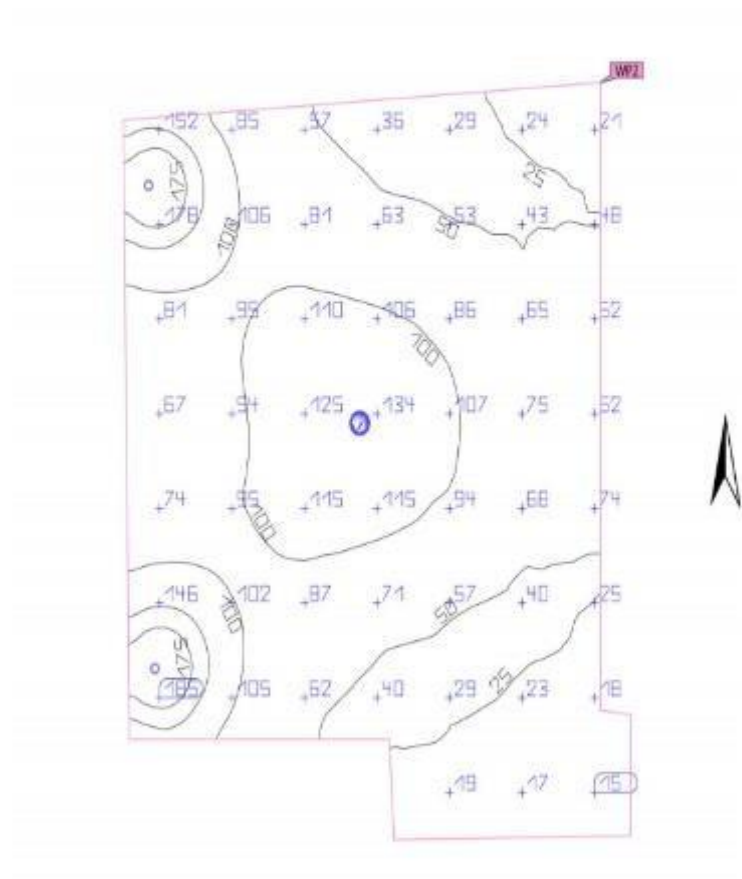
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 54**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio Ab**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Dormitorio Ab (Escena de luz 1)

**Plano útil (Dormitorio Ab)**



Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (Dormitorio Ab) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	76.4 lx ≥ 50.0 lx ✓	13.4 lx	196 lx	0.18	0.068	WP2

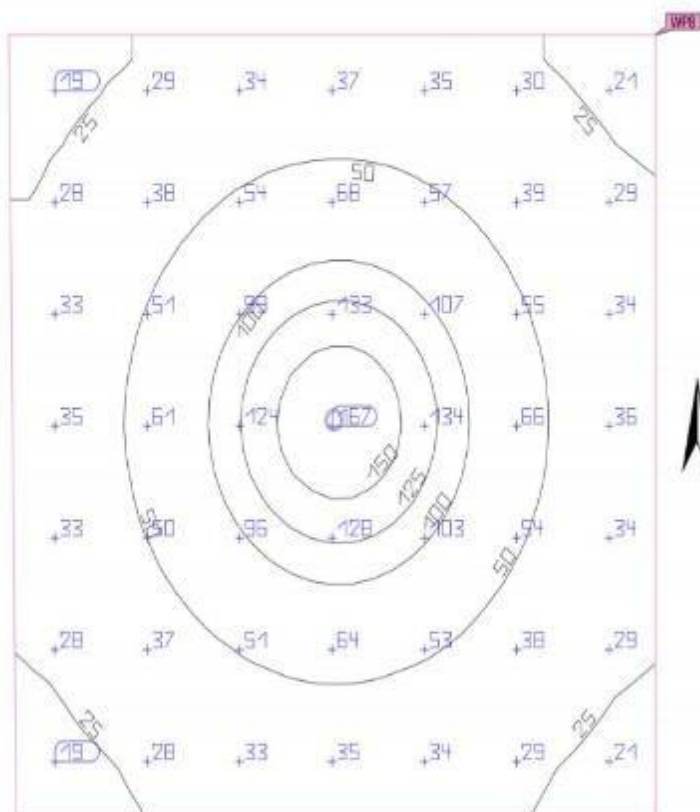
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 55**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio servicio**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Dormitorio Serv (Escena de luz 1)

**Plano útil (Dormitorio Serv)**



Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (Dormitorio Serv) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	54.0 lx (≥ 50.0 lx) ✓	14.3 lx	167 lx	0.26	0.086	WP8

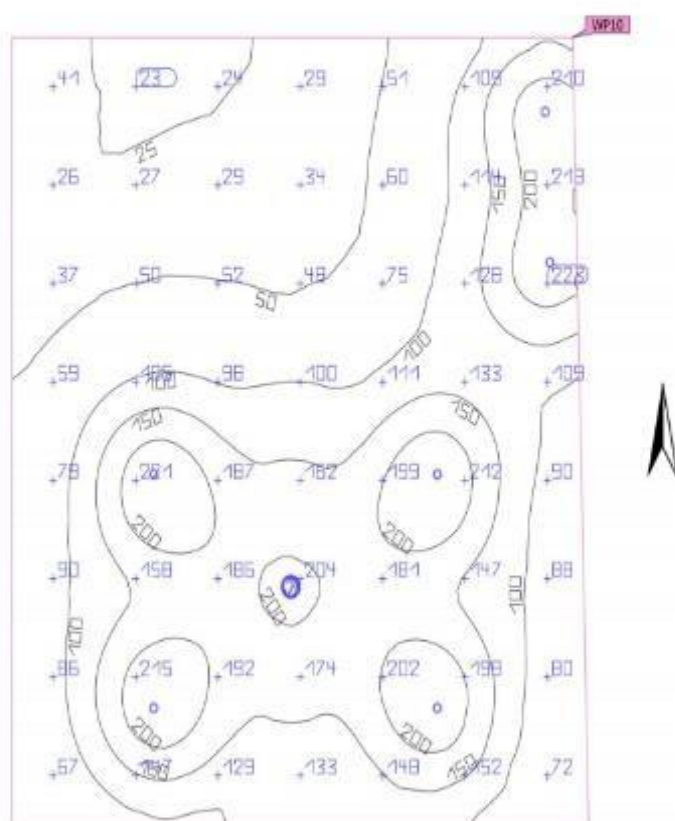
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 56**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Hall**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Hall (Escena de luz 1)

**Plano útil (Hall)**



Propiedades	$E$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Hall)	115 lx	22.4 lx	240 lx	0.19	0.093	WP10
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 100$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

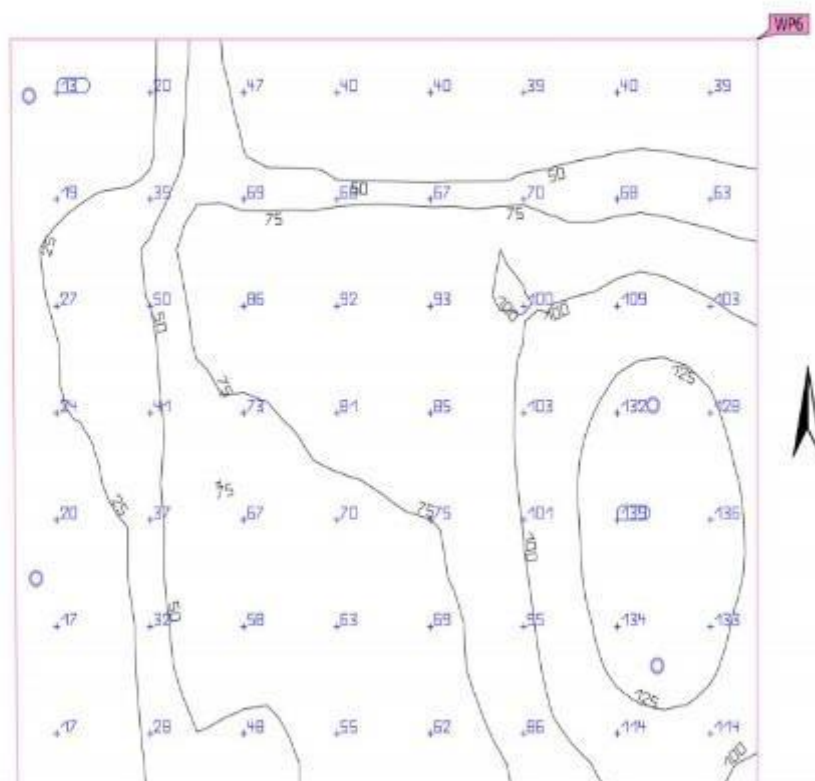
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 57**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – patio**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Patio (Escena de luz 1)

**Plano útil (Patio)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Patio)	69.4 lx	11.3 lx	145 lx	0.16	0.078	WP6
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 20.0$ lx					
Altura: 0.000 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

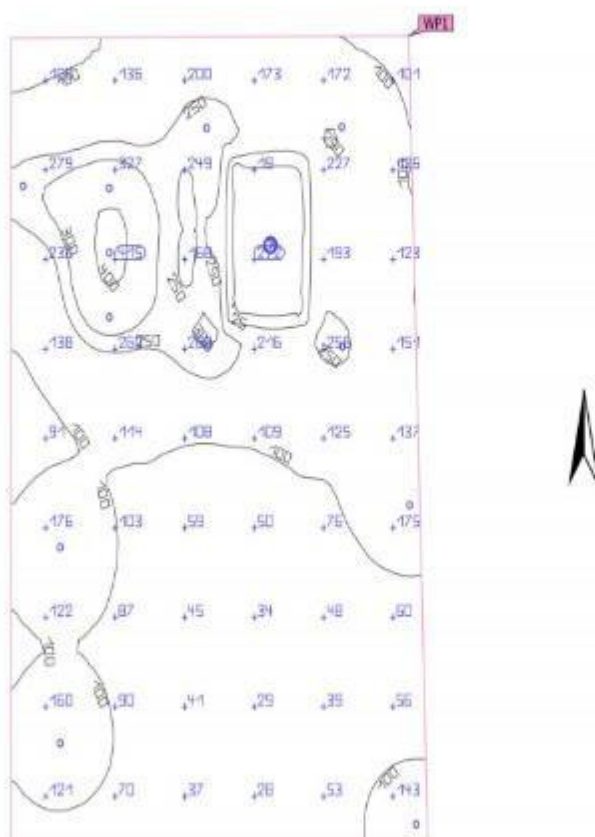
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 58**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Sala comedor**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Sala comedor (Escena de luz 1)

**Plano útil (Sala comedor)**



Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (Sala comedor)	132 lx	0.99 lx	418 lx	0.008	0.002	WP1
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 100 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

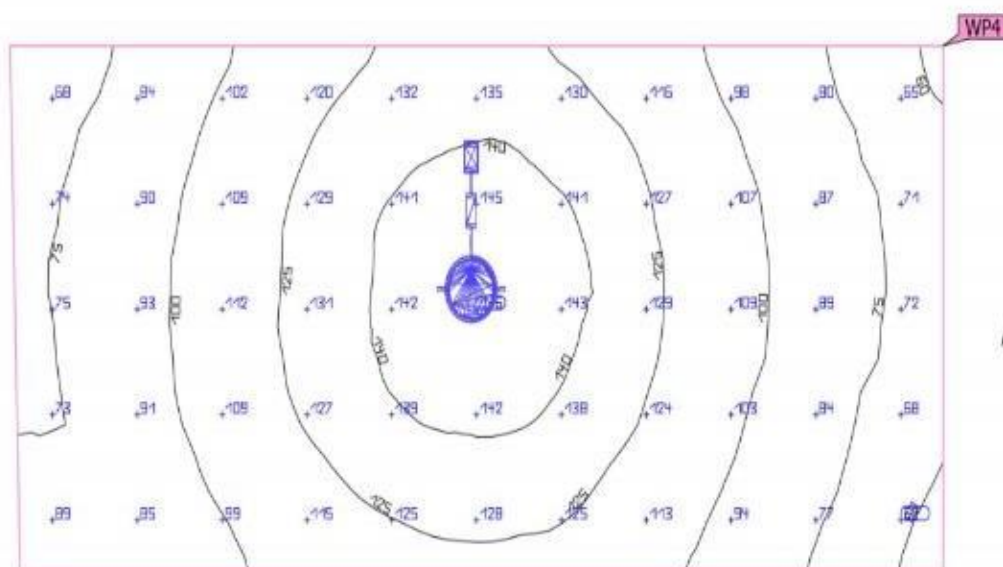
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 59**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – SSHH**

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · sshh (Escena de luz 1)

**Plano útil (sshh)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (sshh)	107 lx	55.6 lx	147 lx	0.52	0.38	WP4
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 100$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

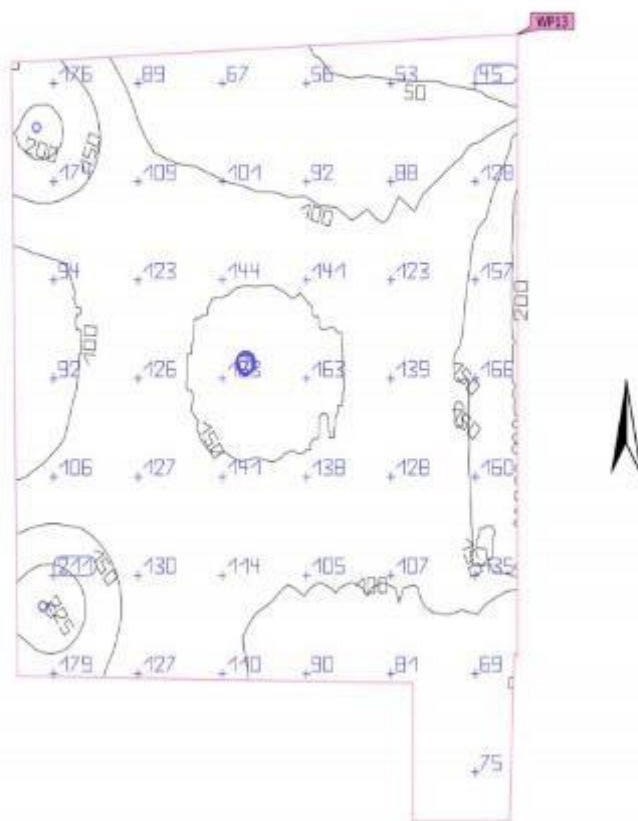
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 60**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 1**

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Dormitorio 1 (Escena de luz 1)

**Plano útil (Dormitorio 1)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{\min}$	$E_{\max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Dormitorio 1)	120 lx	27.3 lx	226 lx	0.23	0.12	WP13
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 50.0$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

**Fuente: Elaboración propia.**

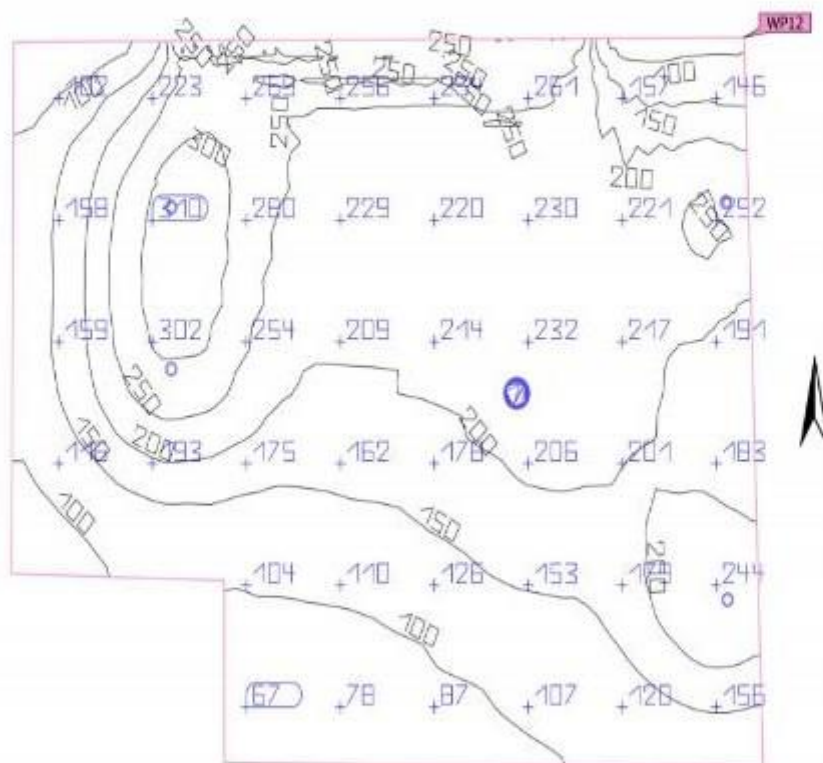
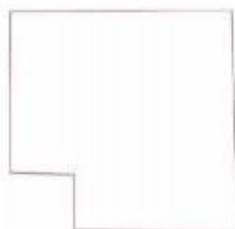


**Figura 62**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 3**

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Dormitorio 3 (Escena de luz 1)

**Plano útil (Dormitorio 3)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{máx}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Dormitorio 3)	188 lx	65.4 lx	334 lx	0.35	0.20	WP12
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 100 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

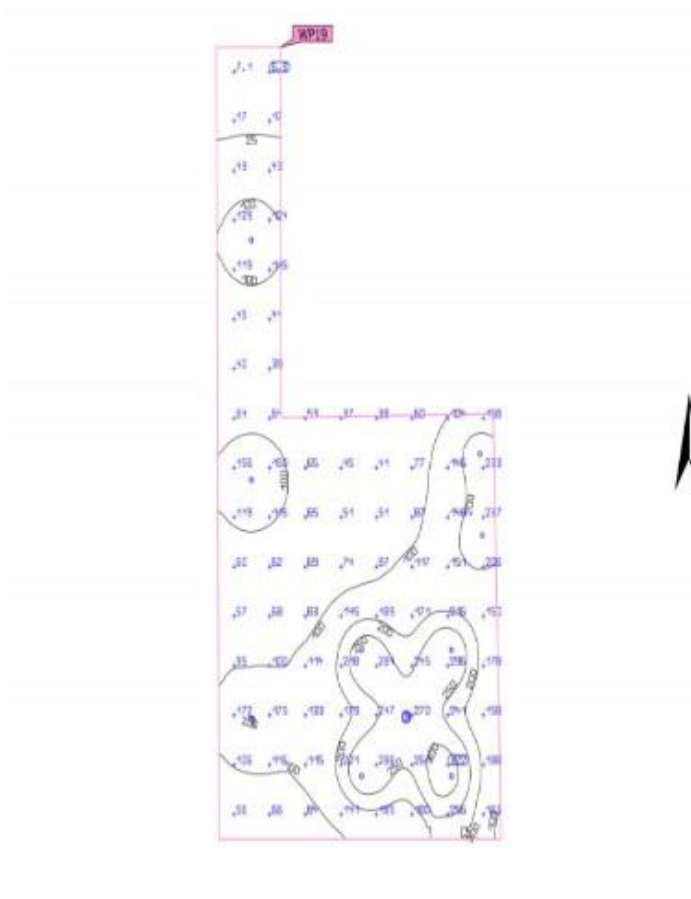
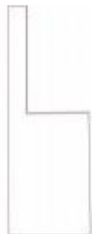
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 63**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – hall**

Edificación 1 · Planta (nivel) 2 · Hall (Escena de luz 1)

**Plano útil (Hall)**



Propiedades	$E$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Hall)	129 lx	6.62 lx	328 lx	0.051	0.020	WP19
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 100$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

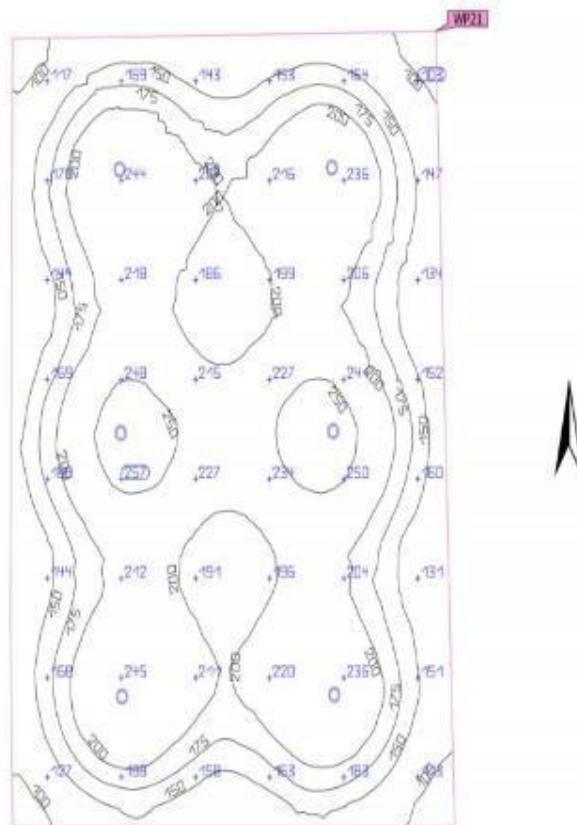
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 64**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Cinema**

Edificación 1 · Planta AZOTEA · Cinema (Escena de luz 1)

**Plano útil (Cinema)**



Propiedades	$\bar{E}$ (Nominal)	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Índice
Plano útil (Cinema)	127 lx	69.0 lx	270 lx	0.41	0.29	WP21
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	$\geq 100$ lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

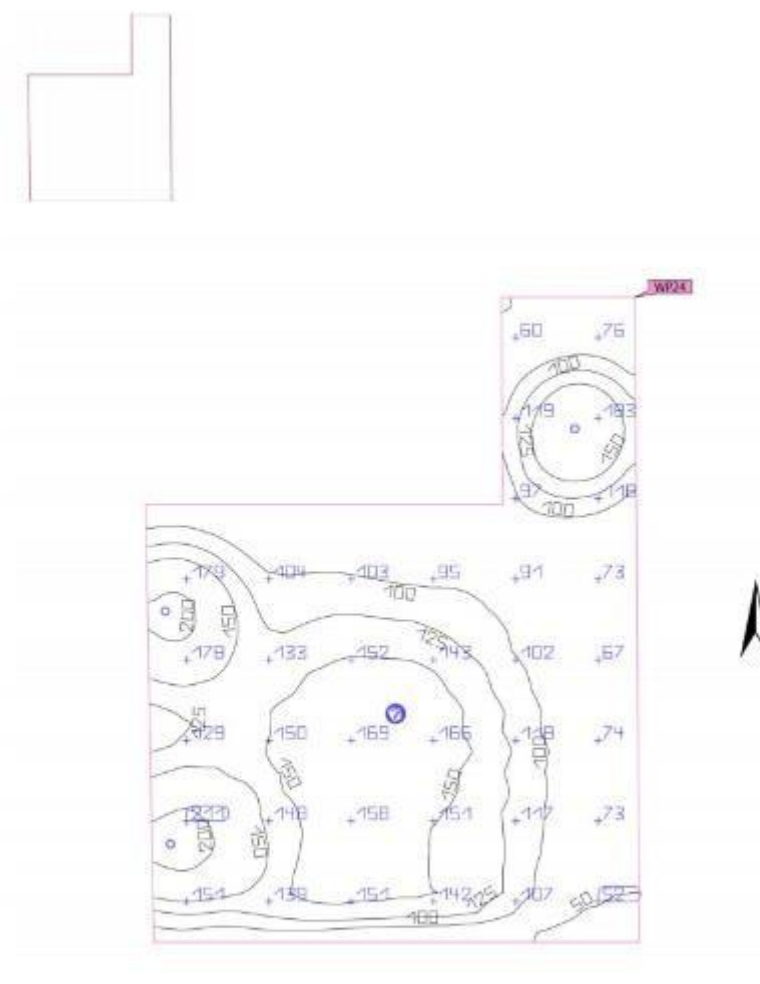
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 65**

**Resumen de Cálculo de iluminación DIALUX EVO – Dormitorio 2**

Edificación 1 · Planta AZOTEA · Dormitorio 2 (Escena de luz 1)

**Plano útil (Dormitorio 2)**



Propiedades	E (Nominal)	E <sub>min</sub>	E <sub>máx</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	Índice
Plano útil (Dormitorio 2)	91.3 lx	21.4 lx	200 lx	0.28	0.15	WP24
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 50.0 lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

**Fuente: Elaboración propia.**

### 3.6. Sistemas de control de iluminación

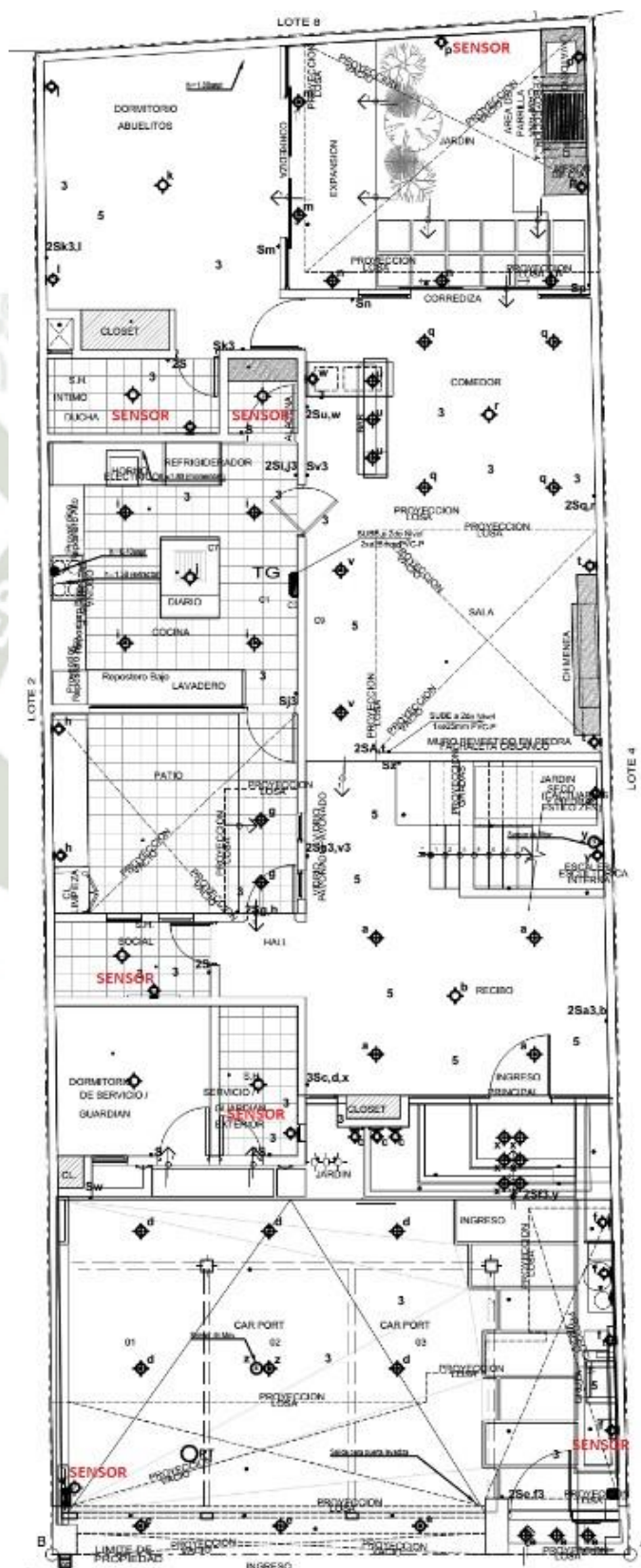
Los sistemas de control de iluminación son tecnologías diseñadas para gestionar y controlar la iluminación en diferentes entornos, ya sea en el hogar, en edificios comerciales o en espacios públicos, como ya se explicó con detalle en el capítulo de marco teórico. Estos sistemas permiten ajustar y automatizar la intensidad lumínica, el encendido y apagado de luces.

Existen diferentes tipos de sistemas de control de iluminación, que van desde los más básicos hasta los más avanzados. Para la vivienda unifamiliar se ha considerado interruptores y reguladores manuales que permiten encender (interruptores tipo dimmer simples, dobles y de conmutación), apagar y ajustar la intensidad de las luces de forma manual y sensores de presencia, que detectan la presencia de personas en una habitación o área específica y encienden las luces automáticamente. Cuando no hay nadie presente, las luces se apagan para ahorrar energía, el tiempo de encendido se regula en cada sensor, además cuentan con un sensor fotoeléctrico para encender cuando el nivel de iluminación es bajo y no durante el día con luz natural.

Además, en los ambientes con varias luminarias, el encendido es por grupos y no el 100% de luminarias, identificado con una misma letra al interruptor y a las luminarias que controlan, a continuación, se presentan las luminarias y sus interruptores de control, en el anexo se presentara los planos eléctricos detallados en la escala adecuada.

Figura 66

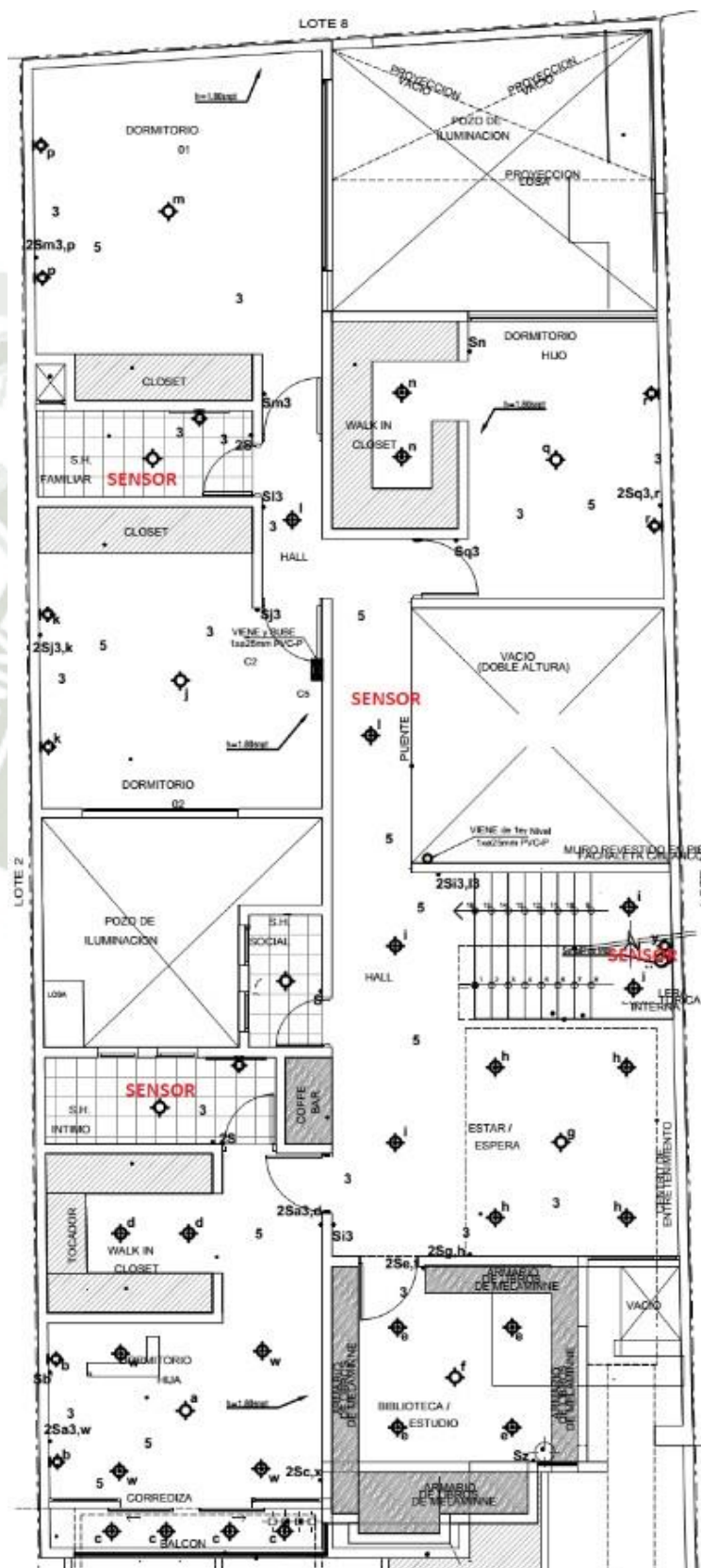
Ubicación de luminarias, sensores e interruptores de control – 1er Nivel



Fuente: Elaboración propia.

Figura 67

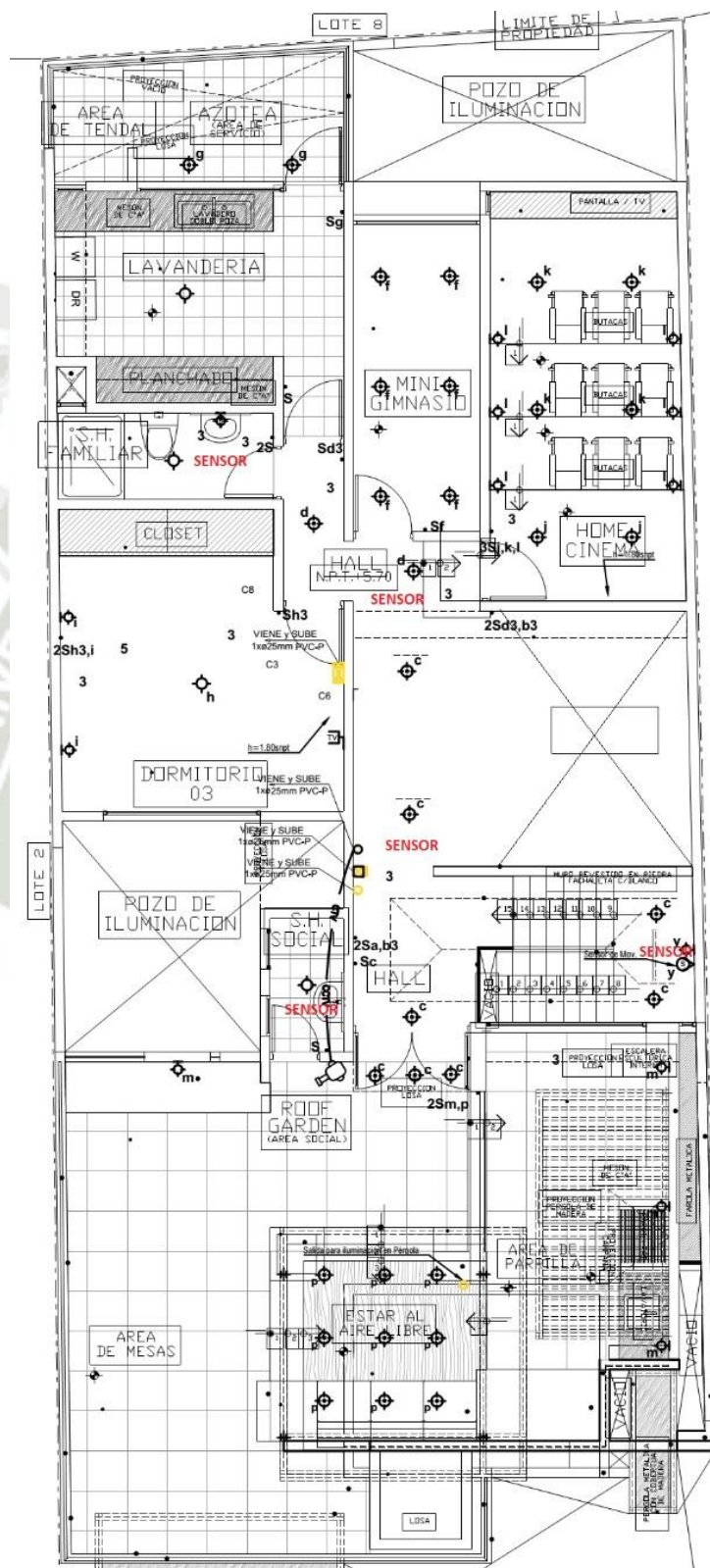
Ubicación de luminarias, sensores e interruptores de control – 2do nivel



Fuente: Elaboración propia.

Figura 68

Ubicación de luminarias, sensores e interruptores de control - Azotea



Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Calculo Eléctrico

El cálculo de la máxima demanda se basa en varios factores, incluyendo el tipo de vivienda, el número de ambientes, la potencia de los equipos y aparatos eléctricos utilizados, entre otros. A continuación, se presentan los métodos para determinar la máxima demanda de una vivienda en Perú: Identificar los diferentes ambientes de la vivienda: se obtendrá un total del área techada, ya que de acuerdo a norma según el área para una vivienda unifamiliar se le asigna 2500W para los primeros 90m<sup>2</sup> y 1000W más por cada 90m<sup>2</sup> o fracción, que representa la carga eléctrica básica. Además, se considera los equipos y aparatos eléctricos que se utilizan que vendrían a ser cargas especiales. Esto incluye thermas eléctricas, sistemas de calefacción, aire acondicionado, entre otros, con los factores de demanda que indica la norma el Código Nacional de Electricidad Utilización. De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, también se puede calcular la demanda considerando la suma de las potencias de todos los equipos y aparatos eléctricos utilizados en la vivienda, considerando la potencia real de los equipos, luminarias, y para tomacorrientes 150VA. En el proyecto se utilizó el primer método de acuerdo al C.N.E., sección 050. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

La máxima demanda calculada para la vivienda unifamiliar es de 10,000W que será suministrada a una tensión 220 Voltios monofásico a partir del medidor de energía eléctrico. La máxima demanda está determinada por la carga establecida de acuerdo al C.N.E. Sistemas de utilización. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Tabla 25**  
**Cuadro de cargas T.G.**

TIPO DE ACTIVIDAD	CARGA BASICA	AREA CONSTRUIDA	POTENCIA INSTALADA w	FACTOR DE DEMANDA %	MAXIMA DEMANDA w
VIVIENDA	2,500 W 1ros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 2dos. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	6,500	1.0	6,500
EXTRACTOR COCINA	2,000 W	1 UND	2,000	1.0	2,000
THERMA MIXTA	1,500 W	1 UND	1,500	1.0	1,500
				TOTAL	10,000

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

### 3.7.1. Cálculo de la sección según la corriente:

$$I_{\text{nominal}} = \frac{M.D.}{C * V * \text{Cos}\varphi}$$

Donde:

- $C = 1$
- $V = 220 \text{ V}$
- $MD = 10,000\text{W}$
- $\text{Cos } \Phi = 0.9$  (normalizado)

$I = 50.50$  Amperios.

$$I_{\text{diseño}} = 1.25 * I_{\text{NOMINAL}}$$

Entonces trabajaremos con una  $I_{\text{diseño}}$  de 63.1A respetando lo establecido en la norma.

Ingresando a tablas del catálogo INDECO encontramos que el conductor apropiado es el NHX90 2x 16 mm<sup>2</sup>.

### 3.7.2. Verificación por caída de tensión

$$\Delta V = K * I_{\text{diseño}} * \rho * \frac{L}{A}$$

Donde:

- L: longitud del conductor 17m
- K: 2 (monofásico)
- $\rho$  : resistividad del material 1/56 para el Cu
- A: área de la sección del conductor

Entonces:

$$\Delta V = 1.52\text{V} (0.69\%)$$

Por lo tanto, cumple con los requerimientos de la Norma.

### 3.7.3. Conductores de circuitos derivados

De todos los circuitos de tomacorrientes existentes en los planos eléctricos se está desarrollando el cálculo para el circuito con más tomacorrientes y con mayor trayectoria (longitud) de todos, de acuerdo al C.N.E.-utilización sección 050-102, donde indica claramente:

(1) Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

- (a) La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y
- (b) La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

(2) Los conductores de los circuitos derivados deben ser dimensionados para que:

- (a) La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y
- (b) La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Por lo tanto, este cálculo será válido para todos los otros circuitos de tomacorrientes en los planos eléctricos.

#### 3.7.3.1. Por capacidad de corriente:

$$I_{nom} = \frac{MD}{C * V * \cos \theta}$$

- Donde:
- C = 1
  - V = 220 V
  - MD = máxima demanda
  - Cos  $\Phi$  = 0.9 (normalizado)

### 3.7.3.2. Por caída de tensión

$$\Delta V = K * I_{dis} * \rho * \frac{L}{A}$$

- Donde:
- L: longitud del conductor 17 m.
  - K: 2 (monofásico)
  - $\rho$  : resistividad del material 1/56 para el Cu
  - A: área de la sección del conductor

**Figura 69**  
**Tensión permitida por el Código Nacional de Electricidad**

TG - VIVIENDA UNIFAMILIAR												
Circuito	Denominación	M. D. (w)	fd	PI (W)	L (m)	V. N. (V)	I (A)	Idis(A)	S (mm <sup>2</sup> )	Denom. Cable	$\Delta V$ (V)	$\Delta V$ (%)
C1	Alumbrado 1	1,100.00	1.00	1,100.00	22	220	5.56	6.94	2.5	NH80 2x1x2.5+1(T)x2.5 mm2	2.18	0.99
C2	Alumbrado 2	1,130.00	1.00	1,130.00	25	220	5.71	7.13	2.5	NH80 2x1x2.5+1(T)x2.5 mm2	2.55	1.16
C3	Alumbrado Az	800.00	1.00	800.00	28	220	4.04	5.05	2.5	NH80 2x1x2.5+1(T)x2.5 mm2	2.02	0.92
C4	Tomacorrientes 1	1,200.00	0.80	1,500.00	25	220	7.58	9.47	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm2	2.11	0.96
C5	Tomacorrientes 2	1,200.00	0.80	1,500.00	28	220	7.58	9.47	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm2	2.37	1.08
C6	Tomacorrientes Az	720.00	0.80	900.00	31	220	4.55	5.68	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm2	1.57	0.71
C7	Extractor Cocina	2,000.00	1.00	2,000.00	8	220	10.10	12.63	6	NH80 2x1x6+1(T)x4 mm2	0.52	0.24
C8	Therma mixta	1,500.00	1.00	1,500.00	21	220	7.58	9.47	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm2	1.77	0.81
C9	Puerta levadiza	350.00	1.00	350.00	18	220	1.77	2.21	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm2	0.35	0.16
		10,000.00										

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

De esta manera se puede observar que al seleccionar la sección de los alimentadores y circuitos derivados cumplen con la caída de tensión permitido por el Código Nacional de Electricidad, y en un futuro pueden aceptar ampliaciones que garanticen mantener sus parámetros dentro de las normas. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)



#### 4. Desarrollo del proyecto de instalaciones eléctricas con la aplicación del código técnico de construcción sostenible

##### 4.1. Datos del Proyecto

Se ha coordinado con un bachiller de arquitectura y un propietario para un anteproyecto de una vivienda unifamiliar.

Proyecto: Vivienda Unifamiliar

Corresponde a la construcción de una edificación para vivienda de 02 Pisos + Azotea en el distrito de Miraflores - Arequipa.

Las áreas construidas totales son las siguientes:

Total Área Construida: 453.68 m<sup>2</sup> distribuidos en 02 niveles + azotea.

El detalle de cada área techada por piso es el siguiente:

Primer Nivel : 181.18 m<sup>2</sup>

Segundo Nivel : 191.88 m<sup>2</sup>

Azotea: 77.62 m<sup>2</sup>

Total : 453.68 m<sup>2</sup>

La construcción se ubica en un lote que actualmente está vacío.

Se tuvo varias reuniones con los propietarios vía reunión virtual zoom para coordinar sus requerimientos.

En el proyecto de arquitectura se ha considerado lo que indica el CÓDIGO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE para dicha especialidad, es importante mencionar la importancia del trabajo en equipo de las diferentes especialidades arquitectura, instalaciones sanitarias, estructuras y electromecánicas para conseguir un proyecto eficiente y que cumpla todas las consideraciones de la norma vigente. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Figura 70**

**Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista frontal**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 71**

**Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista peatonal**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 72**

**Vista 3D de la vivienda unifamiliar – detalle de fachada**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 73**

**Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista aérea**



**Fuente: Elaboración propia.**

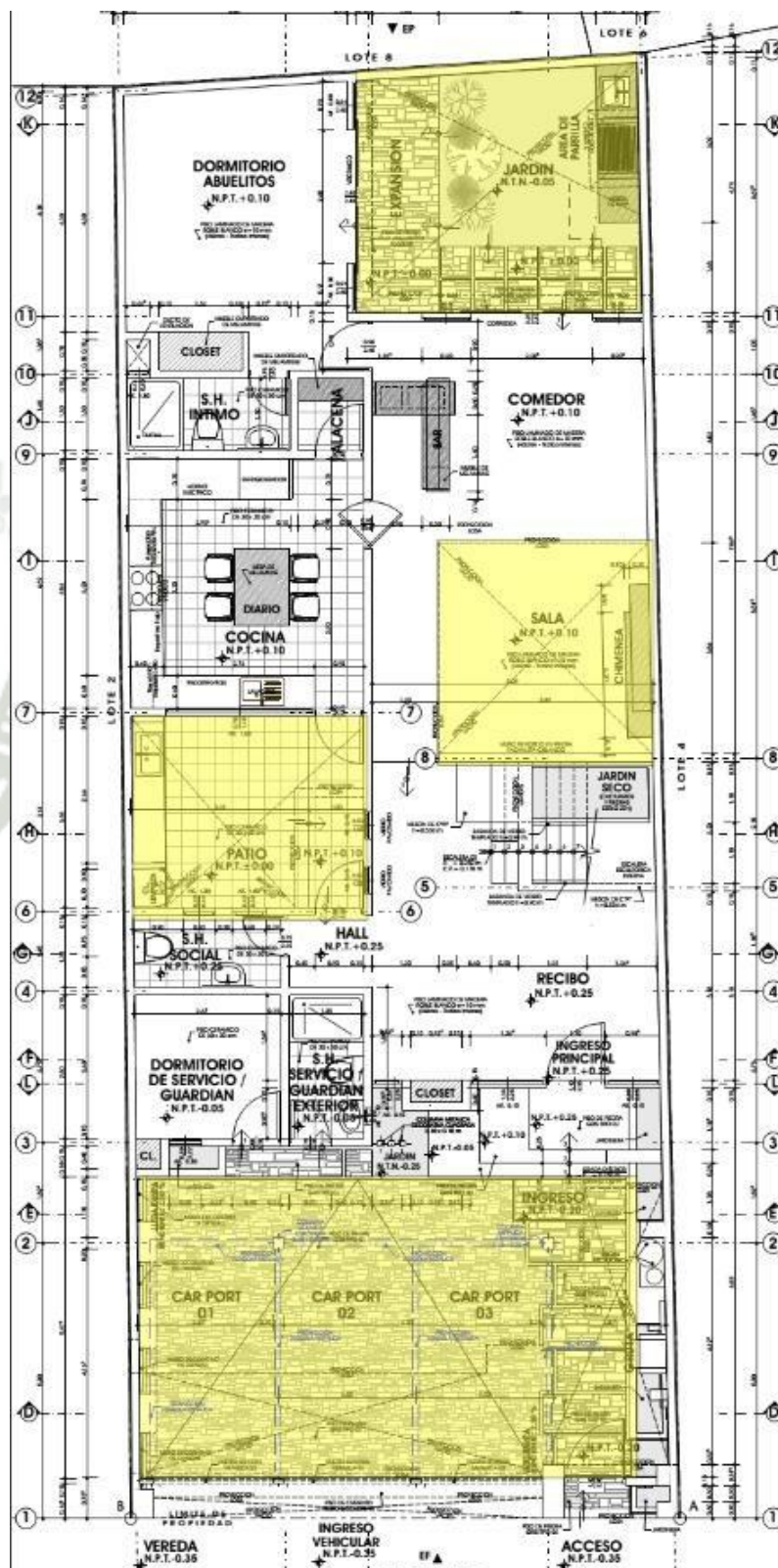
**Figura 74****Vista 3D de la vivienda unifamiliar – vista posterior****Fuente: Elaboración propia.**

A continuación, se presenta los planos de planta, que se adjuntarán también en el anexo en la escala adecuada 1/50, es la distribución del primer nivel, segundo nivel, y azotea.

En color amarillo se han resaltado las áreas libres para el ingreso de luz natural y ventilación, además se puede observar la cantidad de ventanas que existen en las diferentes plantas para la luz natural que será considerado como aporte importante en el cálculo de iluminación.

Figura 75

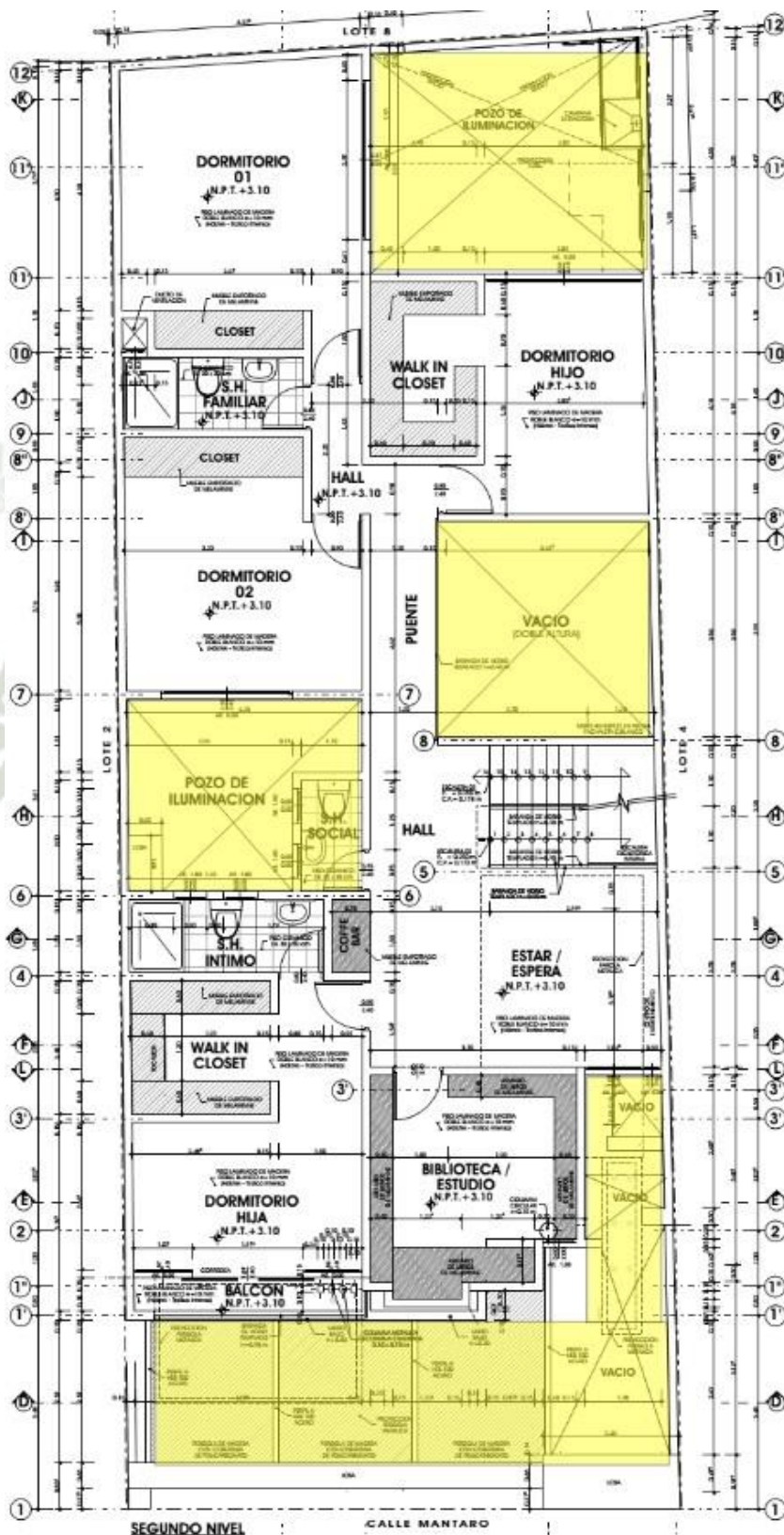
Plano de planta de arquitectura primer nivel



Fuente: Elaboración propia.

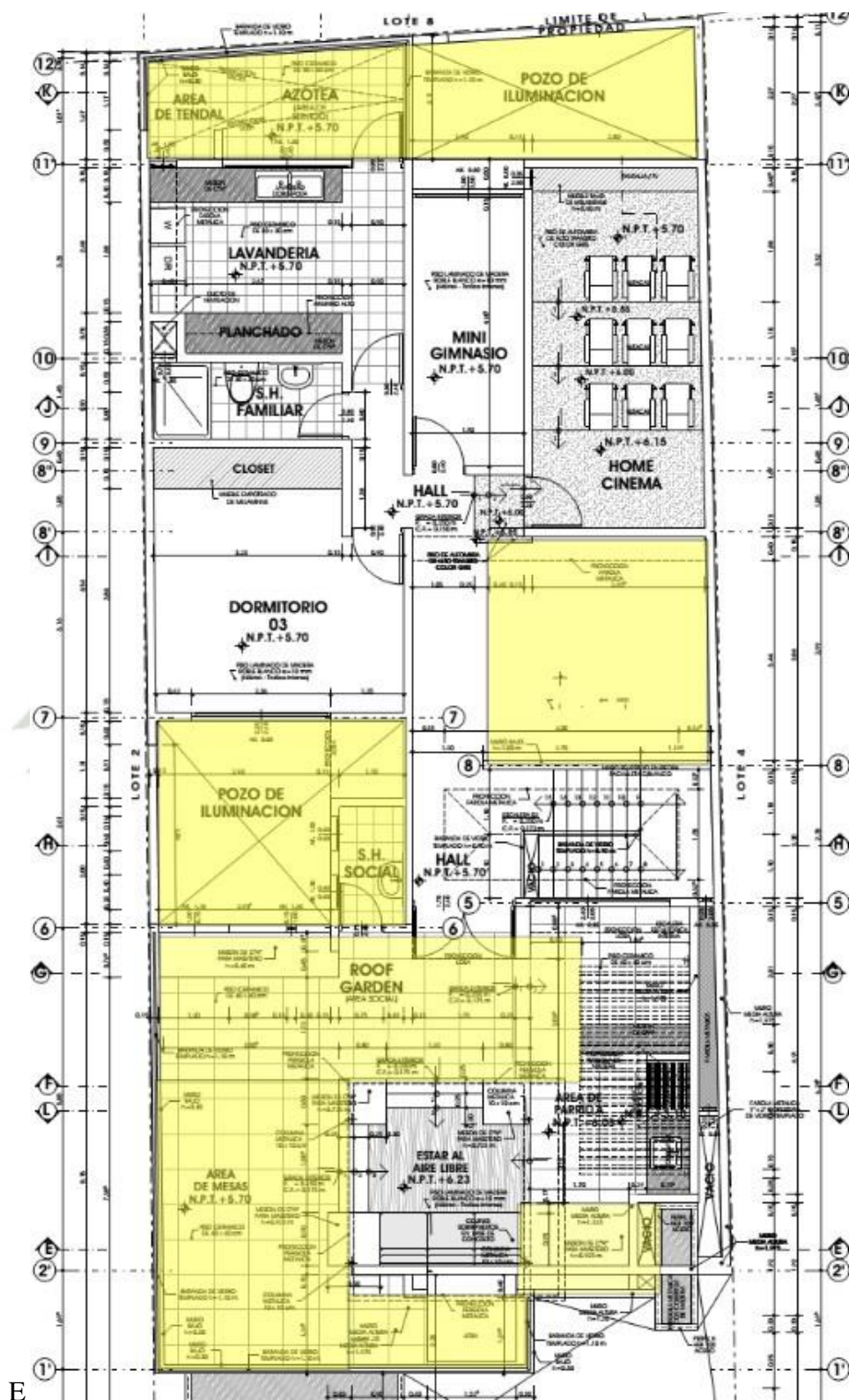
Figura 76

Plano de planta de arquitectura segundo nivel



Fuente: Elaboración propia.

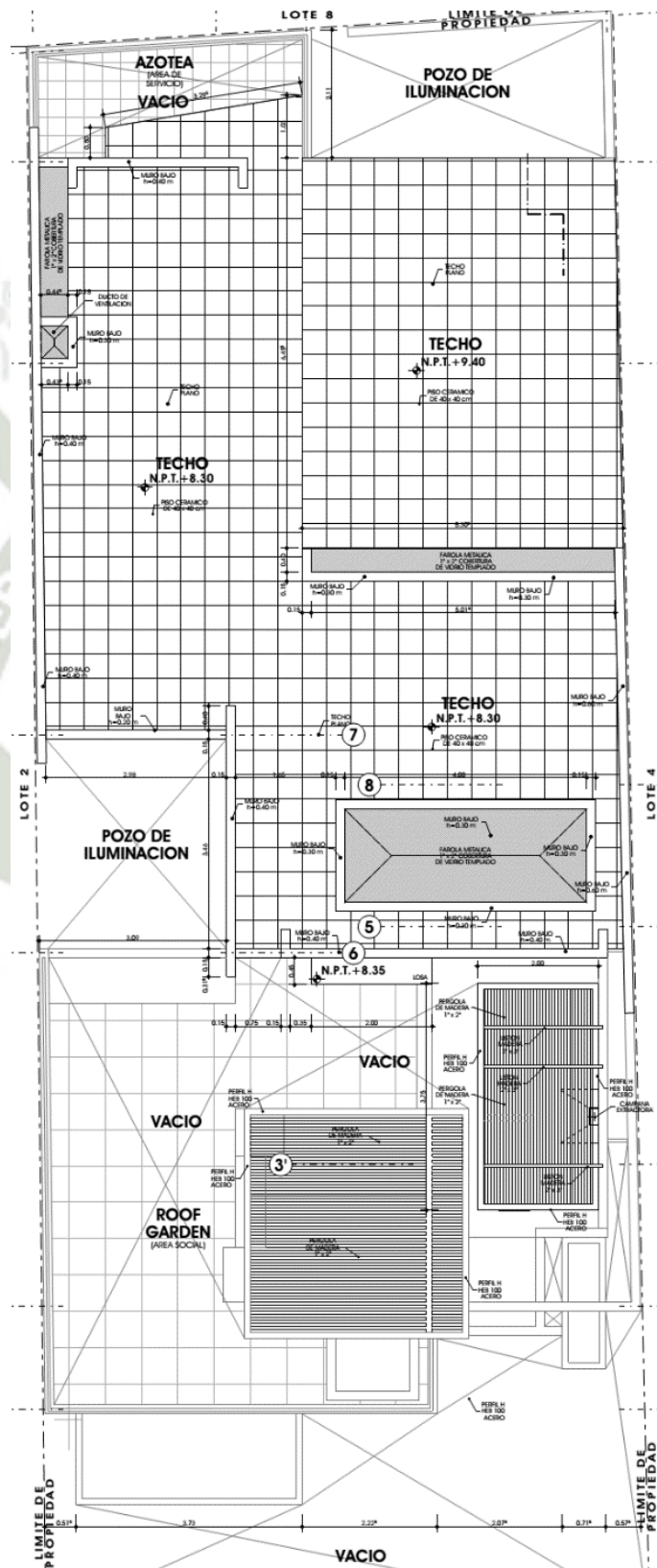
Figura 77  
Plano de planta de arquitectura azotea



Fuente: Elaboración propia.

Figura 78

Plano de planta de arquitectura – planta de techo



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. Aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible vigente a un proyecto eléctrico

En el capítulo anterior se explicó las consideraciones para la aplicación del Código Técnico de Construcción Sostenible, se detalla a continuación la aplicación al proyecto eléctrico:

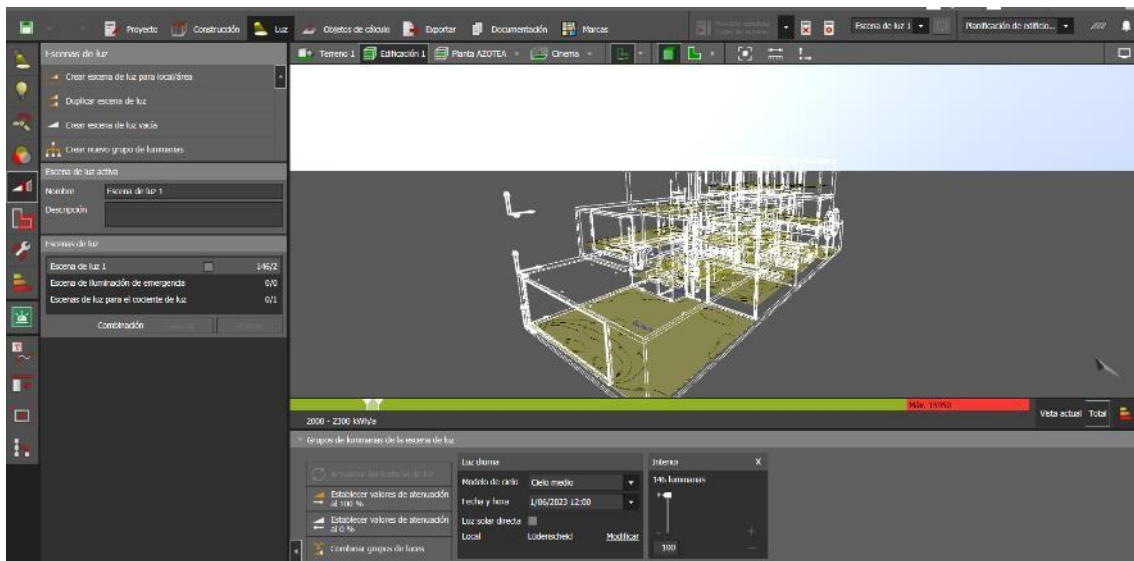
### 4.2.1. Iluminación natural y artificial

Se efectuó el cálculo de iluminación del proyecto de vivienda unifamiliar. Se selecciono luminarias altamente eficientes de clase A y B, se realizó el cálculo con el software Dialux Evo obteniendo valores muy cercanos a los valores normalizados, superior cercano a dichos valores, seleccionando cuidadosamente las luminarias más adecuadas en cuanto a eficiencia energética. Se incluyo el aporte de la iluminación natural, se seleccionó el "cielo medio" se refiere a un tipo de distribución de luminancia que se utiliza para modelar la iluminación del cielo en un espacio. El cielo medio es una aproximación al brillo general del cielo, sin tener en cuenta la posición exacta del sol o la presencia de nubes. Esta distribución se caracteriza por una luminancia uniforme en todas las direcciones del cielo. Es útil cuando no se necesita una precisión detallada en la modelación del cielo, como en espacios interiores o en proyectos donde la iluminación natural no es un factor crítico. Para utilizar el cielo medio en Dialux, se siguio estos pasos:

- Abrir el proyecto en Dialux y selecciona el espacio o área en la que deseas aplicar la iluminación del cielo.
- Ve a la pestaña "Planificación" y selecciona el icono "Definición de entorno".
- En la ventana emergente "Entorno de cálculo", selecciona la pestaña "Cielo".
- En la sección "Distribución de luminancia del cielo", elige "Cielo medio" de la lista desplegable.
- Ajusta los parámetros adicionales según tus necesidades, como la altura del cielo o la intensidad luminosa.
- Haz clic en "Aceptar" para aplicar la configuración del cielo medio a tu espacio seleccionado. (Dialux, 2023)

**Figura 79**

**Vista de configuración iluminación natural**



**Fuente: Elaboración propia.**

**4.2.2. Iluminación natural y artificial, control de iluminación**

Para la vivienda unifamiliar se ha considerado interruptores y reguladores manuales que permiten encender (interruptores tipo dimmer simples, dobles y de conmutación), apagar y ajustar la intensidad de las luces de forma manual y sensores de presencia, que detectan la presencia de personas en una habitación o área específica y encienden las luces automáticamente. Cuando no hay nadie presente, las luces se apagan para ahorrar energía, el tiempo de encendido se regula en cada sensor, además cuentan con un sensor fotoeléctrico para encender cuando el nivel de iluminación es bajo y no durante el día con luz natural, se consideró dichos sensores en los pasillos y en los baños. Además, en la leyenda de los planos de instalaciones eléctricas se indica que las luminarias cuentan con una clasificación de eficiencia energética mayor o igual a la Clase B, según lo establecido en el Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética para equipos energéticos (RTEEE), aprobado por el Decreto Supremo N° 009-2017-EM, además se incluye en las especificaciones técnicas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Además, en los planos de instalaciones eléctricas se muestran en planta los Sensores de movimiento junto a las luminarias que controlan, indicándose con una misma letra el sensor y las luminarias que controla, se tomó en cuenta el tipo

de sensor de movimiento y el radio de alcance que tiene dicho sensor, que es de 4 metros. (Centelsa, 2017)

En la norma también nos indica los requisitos técnicos para la eficiencia del sistema de aire acondicionado, el cual debe de estar indicado en el plano de instalaciones eléctricas o de instalaciones electromecánicas, que el sistema de aire acondicionado cuenta con economizadores de aire con sensor de entalpía del aire exterior para modular por lo menos 70% del aire fresco total que se inyecta al edificio. Y que los equipos de enfriamiento cuentan con un coeficiente de desempeño (COP) según Tabla N° 05 o con un coeficiente de desempeño estacional (SCOP) según Tabla N° 06. En esta vivienda unifamiliar que está ubicada en Arequipa no se consideró el sistema de aire acondicionado, por el clima de la ciudad y además por requerimiento del propietario. Pero en el caso de tener dicho requerimiento en un proyecto será de acuerdo a las tablas adjuntas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Tabla 26**

**Requisitos de eficiencia mínima para maquinas enfriadoras (chillers)**

Descripción	Capacidad del equipo	Coef. de desempeño COP (kW/kWe)	Potencia de capacidad de refrigeración	Protocolo de prueba
Chillers enfriados por aire (incluyendo el condensador)	Todas	2.80	1.25	AHRI 550/90
Chillers enfriados por aire (excluyendo el condensador)	Todas	3.10	1.13	
Chiller enfriado por agua compresor recíprocante	Todas	4.20	0.83	
Chillers enfriado por agua compresor de tornillo o espirales	< 150TR	4.45	0.79	
	≥ 150TR y < 300TR	4.90	0.71	
Chillers enfriado por agua compresor centrífugo	≥ 300 TR	5.50	0.64	
	< 150TR	5.00	0.70	
	≥ 150TR y < 300TR	5.55	0.63	
	≥ 300 TR	6.10	0.57	
Chillers de absorción enfriado por aire	Todas	0.60		AHRI 560
Chillers de absorción enfriado por agua	Todas	0.70		

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

**Tabla 27**

**Requisitos de eficiencia mínima para unidades de aire acondicionado**

Categoría del equipo	Capacidad del equipo	Coefficiente de desempeño estacional SCOP (kW/kWe)	Protocolo de prueba
Aire acondicionado enfriado por aire	< 19kW	2.84	AHRI 210/240
	≥ 19kW y < 40kW	3.16	AHRI 340/360
	≥ 40kW y < 70kW	3.04	AHRI 340/360
	≥ 70kW	2.72	AHRI 340/360
Aire acondicionado enfriado por agua	< 19kW	3.35	AHRI 210/240
	≥ 19kW y < 40kW	3.37	AHRI 340/360
	≥ 40kW y < 70kW	3.22	AHRI 340/360
	≥ 70kW	2.70	AHRI 340/360
Condensadores enfriados por aire	≥ 40kW	2.96	AHRI 365
		3.84	

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

Además, se coordinó con los otros especialistas como el arquitecto, el ingeniero civil y el ingeniero Sanitario, la aplicación de otros alcances de la norma, en la siguiente tabla este marcado con color verde, los aspectos obligatorios de la norma para proyectos de vivienda.

Tabla 28  
Requisitos técnicos para edificaciones

Requisito técnico para edificaciones de acuerdo con el Código Técnico de Construcción Sostenible	Vivienda
<b>CAPÍTULO I. EFICIENCIA ENERGÉTICA</b>	
Artículo 5.- Transmitancia de la envolvente térmica	
Artículo 6.- Reflectancia de la envolvente térmica	
Artículo 7.- Vanos	
Artículo 8.- Luminarias	
Artículo 9.- Sensores de movimiento	
Artículo 10.- Aberturas en vanos	
Artículo 11.- Requisitos técnicos para la eficiencia del sistema de aire acondicionado	
Artículo 12.- Requisitos técnicos para calderas	
Artículo 13.- Ascensores	
Artículo 14.- Equipos para impulsión de agua.	
Artículo 15.- Instalaciones de gas	
<b>CAPÍTULO II. EFICIENCIA HÍDRICA</b>	
Artículo 16.- Medidores y contómetros	
Artículo 17.- Griferías y aparatos sanitarios	
17.1 Grifería de lavaderos	
17.2 Grifería de lavatorios	
17.3 Ducha	
17.4 Inodoro	
17.5 Urinario	
Artículo 18.- Sistema de riego	
Artículo 19- Requisitos técnicos generales para el reúso de aguas grises	
<b>CAPÍTULO III. CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR</b>	
Artículo 20.- Especies vegetales de áreas verdes	
Artículo 21.- Composición del área verde	
Artículo 22.- Mantenimiento de Áreas Verdes	
<b>CAPÍTULO IV. MANEJO DE RESIDUOS EN EDIFICACIONES</b>	
Artículo 23.- Minimización y manejo de residuos sólidos no municipales de edificaciones	
Artículo 24.- Eliminación en lugares autorizados de los residuos de la construcción y demolición proveniente de edificaciones	
<b>CAPÍTULO V. MATERIALES Y PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	
Artículo 25.- Ecomateriales	
<b>CAPÍTULO VI. INFRAESTRUCTURA PARA MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE</b>	
Artículo 26.- Estacionamientos para bicicletas	
Artículo 27.- Ambientes para ciclistas	

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).

## 5. Resumen de las disposiciones del código técnico de construcción sostenible aplicables por tipo de edificación

Sobre la Reflectancia de la envolvente Térmica, se detalla en el plano de arquitectura, en el cuadro de acabados, el color del acabado final de los techos y muros cumplen los índices de reflectancia según orientación y zona climática señaladas en el Anexo III. Sobre la eficiencia hídrica, medidores, grifería de lavaderos y lavatorios, duchas, inodoros, en los planos sanitarios se ha indicado que los materiales a utilizarse cuentan con un Sello o Certificado Nacional donde se indique que cumple con los ahorros previstos (>30% o caudal de 4,9 litros/minuto a una presión de 417,7 kPa). Además, el Diseño del sistema de riego debe formar parte del plano de instalaciones sanitarias. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Sobre la calidad ambiental interior, se está indicando en el plano de arquitectura el área verde total (m<sup>2</sup>) y la denominación de las especies xerófilas (según Anexo IV del CTCS) o especies nativas que se han sido consideradas como parte de las áreas verdes del proyecto de vivienda. Sobre el manejo de residuos en edificaciones, se presentará una declaración jurada que incluya la información técnica sobre la eliminación en lugares autorizados de los residuos de la construcción y/o demolición proveniente de edificaciones, conforme a la Tabla II.5 del Anexo II del presente Código Técnico. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Sobre los materiales y productos de la construcción, se indica en el plano de arquitectura y/o en el plano de estructuras del ecomaterial que compone la partida de arquitectura o de estructuras, según corresponda. Además, en la memoria descriptiva el nombre del fabricante del ecomaterial, la norma de la familia ISO 14,000 que cumple el ecomaterial y la acreditación de dicho cumplimiento. Asimismo, el metraje total de la partida y el metraje que aporta el ecomaterial a la partida. Se incluye en el proyecto de la vivienda unifamiliar el ecomaterial Madera, para las terrazas y piedras en diferentes presentaciones como laja, granito, arenisca, cuarcita, mármol. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Sobre la infraestructura para movilidad urbana sostenible, se consideró en el proyecto el estacionamiento para bicicletas cumpliendo la normativa específica sectorial o en su defecto con lo establecido en los artículos 21, 22 y 23 del Reglamento de la Ley N° 30936, Ley que promueve y regula el uso de la bicicleta como medio de transporte

sostenible, aprobado por el Decreto Supremo N° 012-2020-MTC. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

### 5.1. Determinación de la máxima demanda

De acuerdo al Código Nacional De Electricidad Utilización Sección 050: Cargas de circuitos y factores de demanda, en la cual nos indica el procedimiento técnico para determinar la máxima demanda de potencia de una vivienda unifamiliar, se establece un criterio básico con el cual se pueda determinar la capacidad de los conductores de una acometida o del alimentador. Se detalla el procedimiento a seguir. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

En este primer cálculo se determina una carga básica correspondiente a al alumbrado y tomacorrientes de la vivienda.

- (1) De 050-110: Calcular el área total techada en  $m^2$ . Área techada que se encuentra indicada en el plano de ubicación en arquitectura.

Recomendación: si la fracción de área en exceso es menor o igual que  $1 m^2$ , se recomienda no considerar esta fracción.

- (2) De 050-200(1)(a)(i) 2 500 W para los primeros  $90 m^2$  de área techada; más
- (3) De 050-200(1)(a)(ii) 1 000 W para cada  $90 m^2$  o fracción en exceso de los primeros  $90 m^2$ , más. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

Luego se le suman las cargas eléctricas especiales según:

- A. Calcular la cantidad de carga de calefacción ambiental eléctrica usando los factores de demanda de la Regla 270-116(2)(a) y (b). Los primeros 10 kW al 100% y el resto al 75%.
- B. Calcular la cantidad de carga del aire acondicionado con un de factor demanda al 10%:

Calcular la carga requerida para una cocina eléctrica. Usar 6 000 W para la corriente nominal de la cocina eléctrica, más 40% de la corriente nominal de la cocina eléctrica que exceda los 12 kW; más

Calcular la carga requerida para calentadores de agua para piscina y baños individuales o comunes con un factor de demanda al 100%; más. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Calcular para las cargas restantes mayores a 1 500 W con un factor de demanda de 25%, si se ha previsto una cocina eléctrica.

Si no se ha previsto cocina eléctrica debe considerarse la suma de las cargas que excedan los 1 500 W hasta un total de 6 000 W al 100%, y el exceso de los 6 000 W al 25%. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

Se determina entonces la máxima demanda de potencia, luego se calcula la corriente y si es menor a 40A, se selecciona 40 A para la selección del conductor de acometida, y si es mayor se selecciona según dicha corriente.

En nuestro proyecto se identificó los diferentes ambientes de la vivienda: se obtendrá un total del área techada, ya que de acuerdo a norma según el área para una vivienda unifamiliar se le asigna 2500W para los primeros 90m<sup>2</sup> y 1000W más por cada 90m<sup>2</sup> o fracción, que representa la carga eléctrica básica. Además, se considera los equipos y aparatos eléctricos que se utilizan que vendrían a ser cargas especiales. Esto incluye termas eléctricas, sistemas de calefacción, aire acondicionado, entre otros, con los factores de demanda que indica la norma el Código Nacional de Electricidad Utilización. De acuerdo al área techada del proyecto y a las cargas especiales mayor o igual a 1500W, se tiene el siguiente cuadro de carga que determina la máxima demanda de potencia del proyecto a 10,000W.

**Tabla 29**  
**Cuadro de cargas T.G.**

TIPO DE ACTIVIDAD	CARGA BASICA	AREA CONSTRUIDA	POTENCIA INSTALADA W	FACTOR DE DEMANDA %	MAXIMA DEMANDA W
VIVIENDA	2,500 W 1ros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 2dos. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	6,500	1.0	6,500
EXTRACTOR COCINA	2,000 W	1 UND	2,000	1.0	2,000
THERMA MIXTA	1,500 W	1 UND	1,500	1.0	1,500
<b>TOTAL</b>					<b>10,000</b>

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

Se realizó un cálculo por capacidad de corriente, por caída de tensión para una distancia de 17m desde el medidor de energía y el tablero general. Se presenta el resultado.

**Tabla 30**  
**Cálculos eléctricos en baja tensión**

CUADRO DE CALCULOS ELECTRICOS EN BAJA TENSION (Maxima Demanda, Corriente, Caída de tension)											
(conductor baja tension alimentador principal de Medidor Electrico a Tablero General TG)											
Tension y $\Delta V$ : 380-220V con neutro - 4% (15.2 voltios) para 380V y 4% (8.8 voltios) para 220V											
Calculo según Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006 Sección 50 Cargas de Circuitos y Factores de Demanda										Factor de Potencia : 0.90	
Cableado subterráneo por tubería eléctrica de PVC; cables unipolares tendidos agrupados en contacto en formación bipolar y/o tetrapolar										Frecuencia : 60 Hz.	
Alimentador principal	Tipo conductor	M.D. (W)	Sistema 1Ø / 3Ø	In (A)	Id=1.25xIn (A)	Longitud L (mts)	Parametros Electricos Conductores			Caída de Tension	
							S (mm <sup>2</sup> )	R (Ω/Km)	$\rho$ (Ωxmm <sup>2</sup> /m)	$\Delta V$ (V)	$\Sigma \Delta V$ (%)
TG	10mm <sup>2</sup> LSOHX-90	10,000	1Ø	50.51	63.13	15.00	16	0.064	0.01785	1.52	0.69

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

## 5.2. Cálculo de los conductores de circuitos derivados

De todos los circuitos de tomacorrientes existentes en los planos eléctricos se está desarrollando el cálculo para el circuito con más tomacorrientes y con mayor trayectoria (longitud) de todos, de acuerdo al C.N.E.-utilización sección 050-102, donde indica claramente:

(1) Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

- La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y
- La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

(2) Los conductores de los circuitos derivados deben ser dimensionados para que:

- La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y
- La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.  
(Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Por lo tanto, este cálculo será válido para todos los otros circuitos de tomacorrientes en los planos eléctricos.

**a. Por capacidad de corriente:**

$$I_{nom} = \frac{MD}{C * V * \cos \theta}$$

- Donde:**
- C = 1
  - V = 220 V
  - MD = máxima demanda
  - Cos  $\Phi$  = 0.9 (normalizado)

**b. Por caída de tensión**

$$\Delta V = K * I_{dis} * \rho * \frac{L}{A}$$

- Donde:**
- L: longitud del conductor 17m
  - K: 2 (monofásico)
  - $\rho$ : resistividad del material 1/56 para el Cu
  - A: área de la sección del conductor

**Tabla 31**

**Resumen de cálculo eléctrico de circuitos derivados**

TG - VIVIENDA UNIFAMILIAR												
Circuito	Denominación	M. D. (w)	fd	PI (W)	L (m)	V. N. (V)	I (A)	Idis(A)	S (mm <sup>2</sup> )	Denom. Cable	ΔV (V)	ΔV (%)
C1	Alumbrado 1	1,100.00	1.00	1,100.00	22	220	5.56	6.94	2.5	NH80 2x1x2.5+1(T)x2.5 mm <sup>2</sup>	2.18	0.99
C2	Alumbrado 2	1,130.00	1.00	1,130.00	25	220	5.71	7.13	2.5	NH80 2x1x2.5+1(T)x2.5 mm <sup>2</sup>	2.55	1.16
C3	Alumbrado Az	800.00	1.00	800.00	28	220	4.04	5.05	2.5	NH80 2x1x2.5+1(T)x2.5 mm <sup>2</sup>	2.02	0.92
C4	Tomacorrientes 1	1,200.00	0.80	1,500.00	25	220	7.58	9.47	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm <sup>2</sup>	2.11	0.96
C5	Tomacorrientes 2	1,200.00	0.80	1,500.00	28	220	7.58	9.47	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm <sup>2</sup>	2.37	1.08
C6	Tomacorrientes Az	720.00	0.80	900.00	31	220	4.55	5.68	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm <sup>2</sup>	1.57	0.71
C7	Extractor Cocina	2,000.00	1.00	2,000.00	8	220	10.10	12.63	6	NH80 2x1x6+1(T)x4 mm <sup>2</sup>	0.52	0.24
C8	Therma mixta	1,500.00	1.00	1,500.00	21	220	7.58	9.47	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm <sup>2</sup>	1.77	0.81
C9	Puerta levadiza	350.00	1.00	350.00	18	220	1.77	2.21	4	NH80 2x1x4+1x2.5 mm <sup>2</sup>	0.35	0.16
		10,000.00										

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

Por lo tanto, cumple con los requerimientos de la Norma. De esta manera se puede observar que al seleccionar la sección de los alimentadores y circuitos derivados cumplen con la caída de tensión total permitido por el Código Nacional de Electricidad, y en un futuro pueden aceptar ampliaciones que garanticen mantener sus parámetros dentro de las normas. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.3. Selección y cálculos de equipos eléctricos

De acuerdo a los cálculos eléctricos presentados, se selecciona los conductores eléctricos para el alimentador principal 10mm<sup>2</sup> de sección y tipo NHX90, y para los circuitos derivados de 2.5mm<sup>2</sup> (iluminación), 4mm<sup>2</sup> (tomacorrientes y therma) y de 6 mm<sup>2</sup> para el extractor de cocina.

De acuerdo al cálculo realizado para determinar la sección de los circuitos derivados y la acometida principal se seleccionará el interruptor termomagnético correspondiente, así como el interruptor diferencial. Ya que ambas protecciones se seleccionan en función de la capacidad de corriente de los conductores. También es importante mencionar que el código permite la agrupación de circuitos derivados hasta 03 circuitos para el interruptor diferencial, como máximo, pero también nos indica las ventajas de continuidad de servicio si se utiliza para la protección de un solo circuito, es decir que por cada circuito derivado tendríamos un interruptor diferencial y un interruptor termomagnético, lo cual mejorara la continuidad del

servicio frente a alguna falla eléctrica. Es por ello que se optó así en el diseño de este proyecto.

Además, el C.N.E.-U, indica que siempre la corriente nominal debe representar como máximo el 80% de la capacidad del conductor, por lo que la selección del interruptor termomagnético (ITM) no se realiza para el 100% de corriente del conductor sino, disminuyendo por lo tanto el 25% de la capacidad de corriente del conductor para la selección del ITM óptimo. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

$$I_{diseño} = 1.25 I_{nominal} = \frac{I_{nominal}}{0.8}$$

**Tabla 32**

**Selección de interruptores diferencial y termomagnético**

TIPO DE CONDUCTOR EJEMPLO: TW	CORRIENTE NOMINAL	MENOS EL 25%	TERMOMAGNETICO	DIFERENCIAL
1,5 mm <sup>2</sup>	16 A	12 A	10 A	16 A ≈ 25 A *
2,5 mm <sup>2</sup>	22 A	16,5 A	15 A ~16 A	25 A *
4 mm <sup>2</sup>	32 A	24 A	20 A ~ 22 A	25 - 40 A *
6 mm <sup>2</sup>	45 A	33,75 A	30 A ~ 32 A	40 - 63 A *
10 mm <sup>2</sup>	67 A	50,25 A	40 A ~ 50 A	63 A *

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

De acuerdo a dicha tabla se seleccionó un ITM de 16A para los circuitos de iluminación con un interruptor diferencial de 25A (podría ser también de 16 A, pero no es un valor comercial), se seleccionó un ITM de 20A para los circuitos de tomacorrientes, puerta levadiza con un interruptor diferencial de 25A, se seleccionó un ITM de 30A para el circuito de extractor cocina con un interruptor diferencial de 40A (podría ser también de 30 A, pero no es un valor comercial). Y para el conductor alimentador se seleccionó un ITM de 63A.

Además de acuerdo a la distribución de planta se tiene en total 09 circuitos derivados, tres correspondientes a la iluminación de cada nivel, tres para los circuitos de

tomacorrientes de cada nivel, uno para el extractor de cocina, uno para la therma mixta y uno para la puerta levadiza, entonces se tendrá 01 tablero general de 09 circuitos derivados y 03 de reserva (30% de reserva de espacio para futuras ampliaciones). Entonces para dicha cantidad de llaves sería un tablero mínimo de 50 polos, comercial sería de 54 polos, el tablero será metálico con bornera de tierra. Selección de conductores del sistema de puesta a tierra y conductor de enlace equipotencial, se seguirá el procedimiento del Código Nacional de Electricidad Utilización. El conductor del sistema de puesta a tierra que conectara el tablero con el pozo a tierra se selecciona de acuerdo a la tabla 17. Como tenemos una corriente de acometida de 63 A, entonces la sección del conductor del sistema de puesta a tierra será de 10 mm<sup>2</sup>. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Tabla 33**

**Sección mínima de conductores a tierra para sistemas AC.**

Capacidad de conducción del conductor de acometida de mayor sección o el equivalente para conductores múltiples [A]	Sección del conductor de cobre de puesta a tierra [mm <sup>2</sup> ]
100 o menos	10
101 a 125	16
126 a 165	25
166 a 200	25
201 a 260	35
261 a 355	50
356 a 475	70
Sobre 475	95

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

Para los conductores de enlace equipotencial de los circuitos derivados se utilizará la tabla 16, obteniéndose para los circuitos derivados de 2.5mm<sup>2</sup> (T) (iluminación), 2.5mm<sup>2</sup> (T) (tomacorrientes y therma) y de 4 mm<sup>2</sup> (T) para el extractor de cocina, de acuerdo al dispositivo de sobrecorriente de cada circuito (interruptor termomagnético). (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

**Tabla 34**

**Sección mínima de conductores para enlaces equipotenciales**

Máxima capacidad o ajuste del dispositivo de sobrecorriente de los circuitos protegidos [A]	Minima sección nominal del conductor requerido [mm <sup>2</sup> ]
20	2,5
30	4
40	6
60	6
100	10
200	16
300	25
400	25
500	35
600	50
800	50
1000	70
1200	95
1600	120
2000	150
2500	185

**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).**

Para la selección de ductos se tendría la tabla 6 del CNE Utilización, ya que se tiene el tipo de conductor NH80 para los circuitos derivados, y con el cálculo de corriente y caída de tensión se tiene la sección del conductor, y considerando espacio de reserva en los ductos se tiene entonces un ducto de diámetro de 20mm para los circuitos derivados y para la acometida conductor 16mm<sup>2</sup> NHX90 en un ducto de diámetro de 25mm.

Tabla 35

Número máximo de conductores en tuberías SEL y SAP

Tipo de aislamiento	Sección nominal [mm <sup>2</sup> ]	Diámetro exterior [mm]	Dimensión de la tubería pesada o liviana												
			15 [mm]	20 [mm]	25 [mm]	35 [mm]	40 [mm]	55 [mm]	65 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	105 [mm]	115 [mm]	130 [mm]	155 [mm]
			(1/2)*	(3/4)*	(1)*	(1 1/4)*	(1 1/2)*	(2)*	(2 1/2)*	(3)*	(3 1/2)	(4)*	(4 1/2)*	(5)*	(6)*
THW, RHW-2	2,5	4,4	5	9	14	25	34	56	81	125	167	200	200	200	200
	4	4,9	4	7	11	20	27	45	65	101	135	174	200	200	200
	6	5,6	3	5	9	15	21	35	50	77	103	133	167	200	200
	10	7,1	1	3	5	9	13	21	31	48	64	82	103	130	188
	16	8,5	1	1	3	6	9	15	21	33	44	57	72	90	131
	25	9,5	1	1	3	5	7	12	17	26	36	46	58	72	105
	35	11	1	1	1	4	5	9	13	20	26	34	43	54	78
	50	13	1	1	1	2	3	6	9	14	19	24	31	38	56
	70	15	1	1	1	1	2	4	7	11	12	18	23	29	42
	NHX90	95	17	1	1	1	1	3	5	8	11	14	18	23	32
NH80	120	20	1	1	1	1	2	4	6	8	10	13	16	23	
	150	21	1	1	1	1	1	3	5	7	9	11	14	21	
	185	23	1	1	1	1	1	2	4	6	8	10	12	18	
	240	26	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7	10	14	
	300	29	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6	7	11	
	400	32	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5	6	9	
500	35	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	7		

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2021).

#### 5.4. Presentación de resultados

Se realizó la comprobación de los cálculos eléctricos con el software EcoStruxure Power Design Ecodial, el cual es una aplicación de software desarrollada por Schneider Electric que se utiliza para el diseño y cálculo de sistemas eléctricos de baja tensión. Esta herramienta se utiliza principalmente en el campo de la ingeniería eléctrica para el diseño de distribución de energía en edificios residenciales, comerciales e industriales. El EcoStruxure Power Design Ecodial ofrece una interfaz intuitiva y fácil de usar que permite diseñar y analizar redes eléctricas de baja tensión. Algunas de las funciones clave de la aplicación incluyen. (Schneider Electric, 2023)

##### 5.4.1. Cálculo de corrientes de cortocircuito

“Permite determinar las corrientes máximas que pueden fluir en el sistema en caso de un cortocircuito, lo que ayuda a seleccionar los dispositivos de protección adecuados” (Schneider Electric, 2023).

##### 5.4.2. Cálculo de secciones de cables

“Ayuda a dimensionar los conductores eléctricos de acuerdo con las corrientes de carga y los criterios de caída de voltaje” (Schneider Electric, 2023).

##### 5.4.3. Selección de dispositivos de protección

“Permite seleccionar automáticamente los dispositivos de protección adecuados, como interruptores automáticos y fusibles, de acuerdo con las características del sistema y los estándares aplicables” (Schneider Electric, 2023).

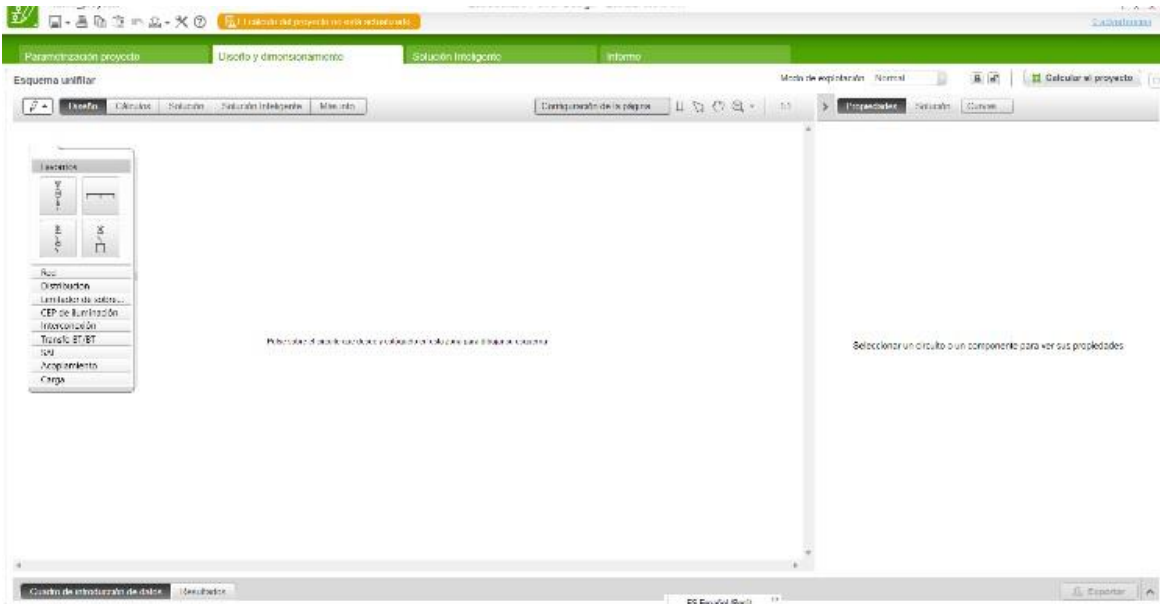
##### 5.4.4. Verificación de la coordinación de protecciones

Permite evaluar la selectividad y coordinación entre los dispositivos de protección en el sistema eléctrico, asegurando que la protección se active adecuadamente en caso de fallas. En resumen, EcoStruxure Power Design Ecodial es una herramienta de software integral para el diseño y análisis de sistemas eléctricos de baja tensión, proporcionando funcionalidades para el cálculo de corrientes de cortocircuito, selección de dispositivos de protección, dimensionamiento de cables y análisis de la calidad de la energía. Con dicho software se realizó el cálculo de comprobación del tablero eléctrico de la vivienda unifamiliar, con la información de los circuitos del tablero general, voltaje, factor de potencia, distancia, máxima demanda, tipo de carga, se logró

realizar la simulación. Se instaló y se registró en la página de Schneider para el uso de software. (Schneider Electric, 2023)

**Figura 80**

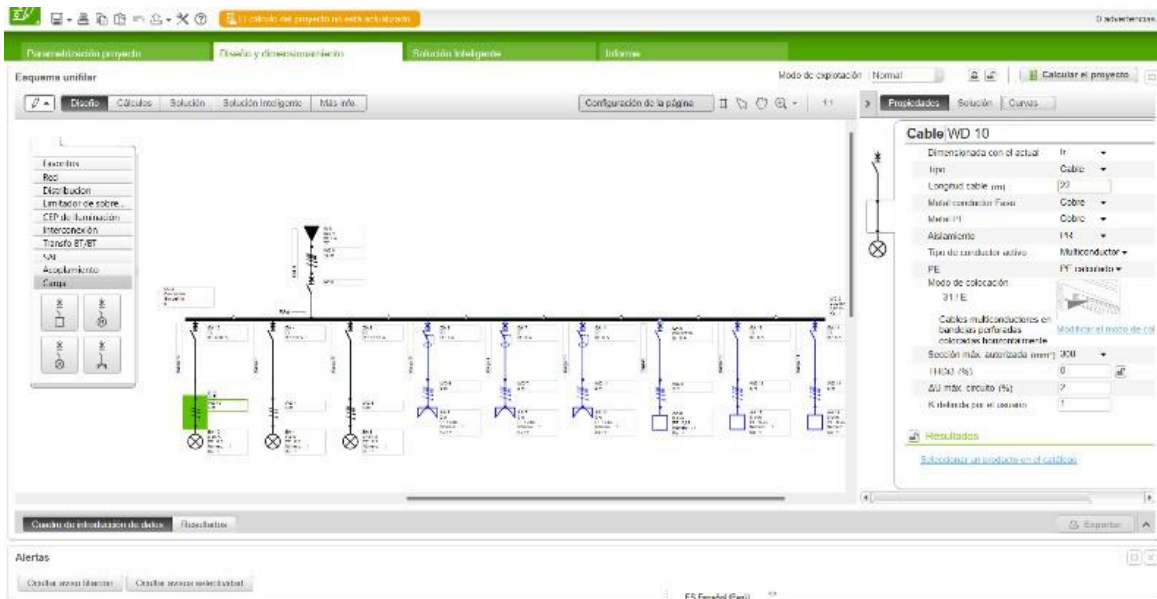
**Inicio de proyecto eléctrico EcoStruxure Power Design Ecodial**



**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 81**

**Añadiendo circuitos- EcoStruxure Power Design Ecodial**

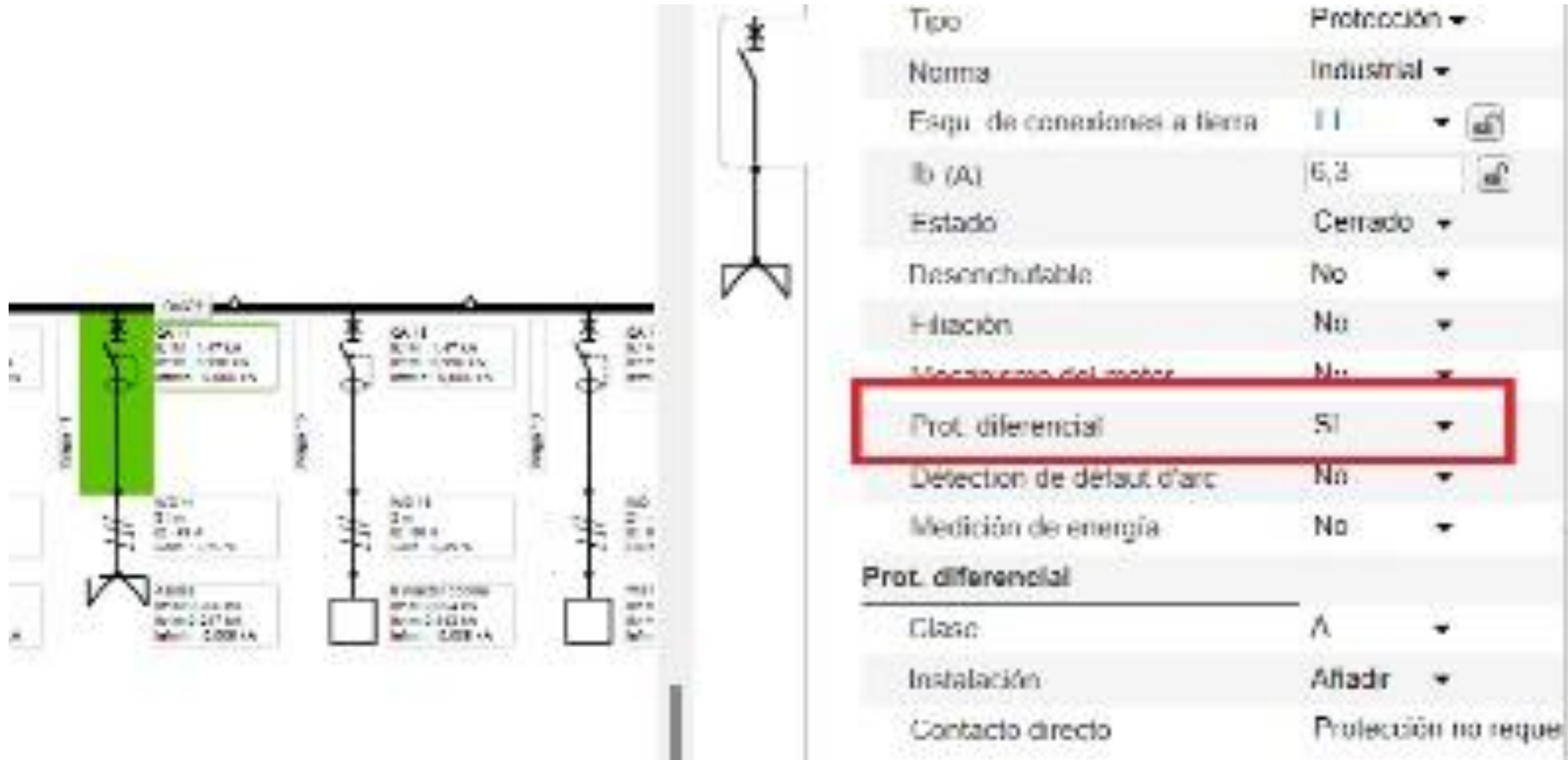


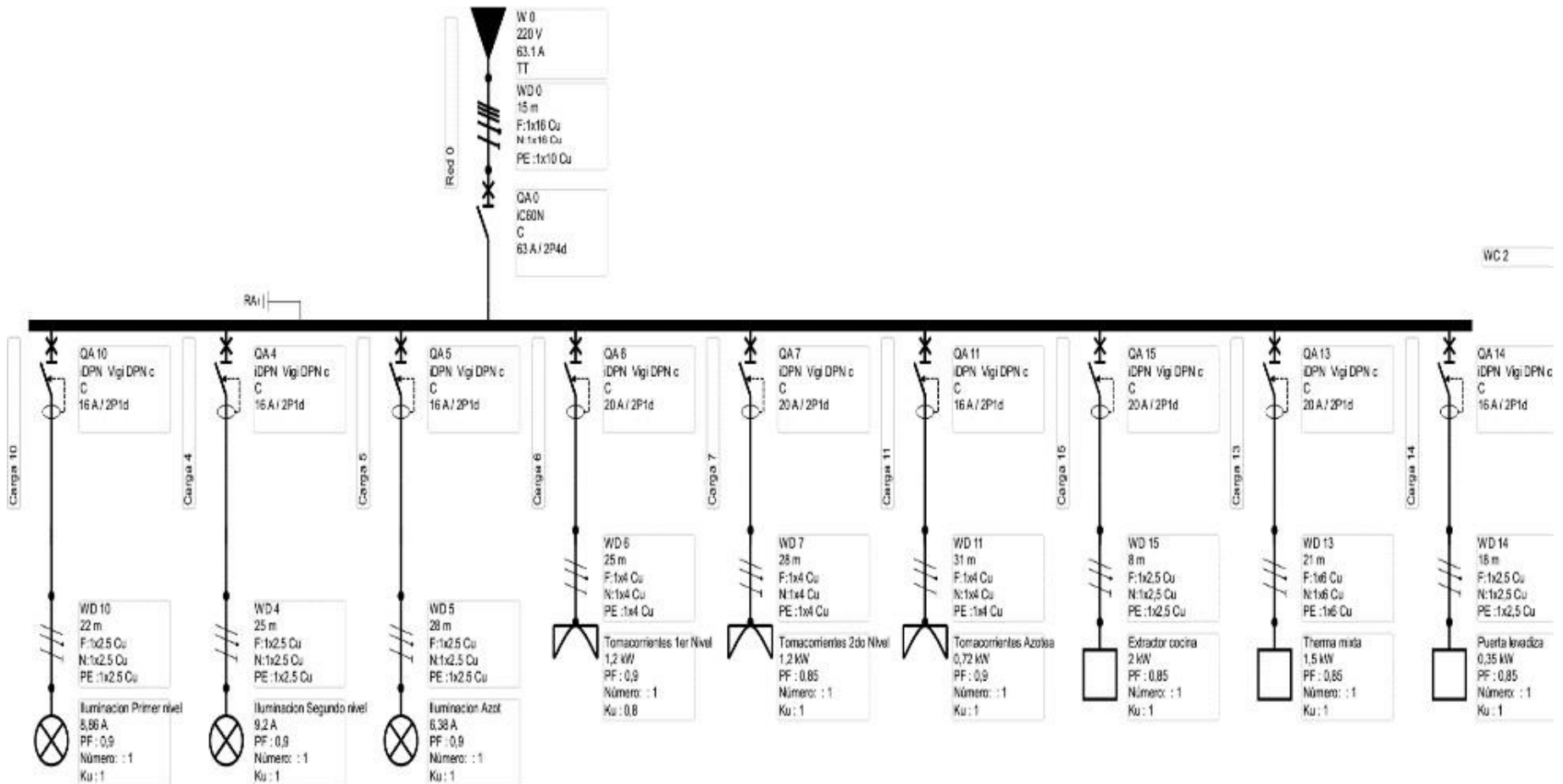
**Fuente: Elaboración propia.**

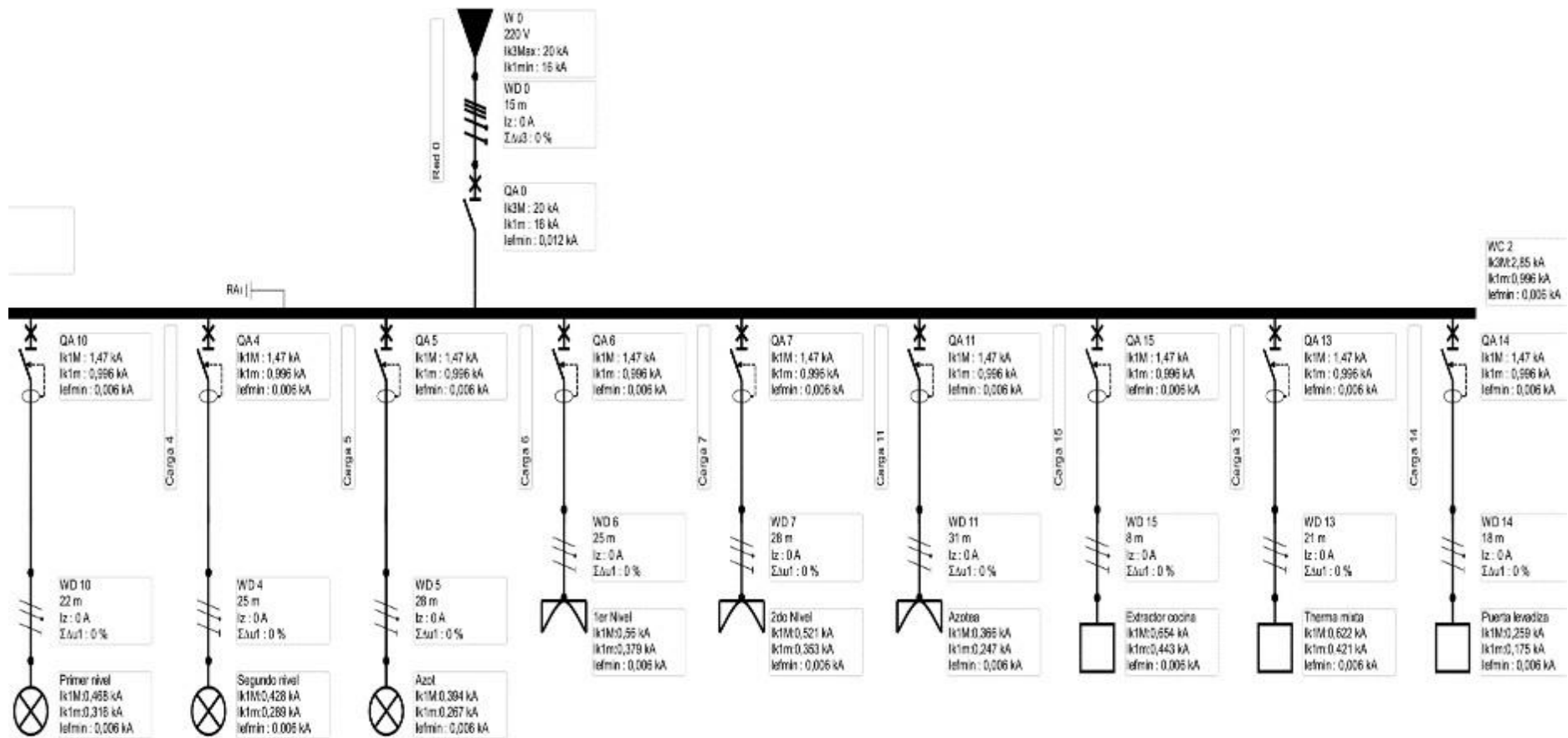
Se activo manualmente la protección diferencial para todos los circuitos derivados, según la norma peruana CNE Utilización.

Figura 82

Diagrama unifilar Tablero de vivienda unifamiliar - EcoStruxure Power Design Ecodial







Fuente: Elaboración propia.

En el anexo se presentará el informe del cálculo del EcoStruxure Power Design Ecodial para el tablero general, así como los planos de instalaciones eléctricas del proyecto, con los cuadros de carga y diagramas unifilares correspondientes a la escala normalizada.

## 5.5. Especificación de Materiales

Las presentes Especificaciones Técnicas tienen por objeto corroborar las Normas Generales y cubren aspectos genéricos de las especificaciones técnicas particulares del suministro de los diferentes materiales y/o equipos electromecánicos, relacionados a su fabricación en lo que se refiere a calidad, seguridad, garantía y durabilidad, normados por el Código Nacional de Electricidad y Normas Internacionales acordes con las especificaciones requeridas en nuestro medio. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Las personas o firmas que se haga cargo de las instalaciones eléctricas, deberán estar capacitadas para realizar el trabajo en mención. El inspector de las obras eléctricas será un ingeniero electricista, mecánico eléctrico o en caso contrario de un capataz de obras hábiles, en el que será representante del propietario a cuyo cargo estará la supervisión del contrato. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

### 5.5.1. Normas.

Los equipos y materiales correspondientes cumplen con las Normas Vigentes:

- Código Nacional de Electricidad.
- Normas técnicas peruanas
- Normas DGE
- Organización Internacional de Normalización [ISO]
- American National Standards Institute [ANSI]
- Comisión Electrónica Internacional [CEI]. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.5.2. Tuberías

“Normalmente se usan 2 tipos de tuberías” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

“Serán de cloruro de polivinílico (PVC) del tipo pesado SAP para la instalación sobrepuesta y acometidas principales, para la instalación empotrada como la de

administración se utilizará tubería PVC SEL rígida o flexible” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Todas las tuberías colocadas bajo piso deberán ser protegidas con una capa de hormigón de 5 cm. de espesor. El interior de los tubos será liso y adecuado para la instalación de conductores aislados. Las características de toda la tubería plástica a utilizarse, deberán cumplir con las normas ITINTEC sobre tuberías plásticas para instalaciones eléctricas empotradas, siendo el diámetro interno mínimo de 20 mm (3/4"). Se evitará sistemáticamente la formación de trampas o bolsillos, no permitiéndose más de 3 curvas de 90° entre caja y caja, las curvas serán de fábrica mas no se permitirán la fabricación de curvas en la obra. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **5.5.2.1. Tubería PVC – SEL**

“Standard Europeo-Liviano; utilizadas en instalaciones internas, empotradas en piso, pared y techo; los accesorios para esta tubería serán uniones o coplas de fábrica con pegamento plástico” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### **5.5.2.2. Tubería PVC – SAP**

“Standard Americano Pesado, utilizadas en instalaciones y servicios donde se requiera mayor protección contra contactos mecánicos, para estas tuberías se usarán uniones, codos, tuercas, contratuerkas y niples” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### **5.5.2.3. Uniones PVC – SAP**

“Standard Americano Pesado, para todas las instalaciones y servicios donde necesita mayor protección contra contactos mecánicos, para estas tuberías se usarán uniones, codos, tuercas, contratuerkas y niples” (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

### **5.5.3. Conductores:**

“Las siguientes características son generales para todas las instalaciones eléctricas respectivas, asimismo deberá de cumplir todas las normas NTP vigentes” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### **5.5.3.1. CONDUCTORES TIPO NH80.**

Deberán ser de cobre electrolítico recocido rígido, con aislamiento no propagador de incendios, baja emisión de humos (Durante un incendio evita la pérdida de visibilidad), libre de halógenos y ácidos corrosivos (Cuando los cables entran en combustión tiene niveles casi cero de halógenos y ácidos corrosivos), con un nivel de aislamiento mínimo de 600 Volt, resistente a la de humedad, con tipo de revestimiento NH80 (Este cable reemplaza al tipo TW) temperatura de trabajo de hasta 75 °C. Según Resolución Ministerial N° 175-2008 -MEM/DM. Según Norma NTP 370.252:2008 para conductores eléctricos. Los conductores tipo NH80, serán usados en los circuitos derivados de alumbrado y tomacorrientes del sistema eléctrico. Según Norma ASTM-B3 y B8 para conductores y VDE 0250 para el aislamiento. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **5.5.3.2. Conductores Tipo NHX90**

Deberán ser de cobre electrolítico recocido rígido, cableado con aislamiento no propagador de incendios, baja emisión de humos (Durante un incendio evita la pérdida de visibilidad), libre de halógenos y ácidos corrosivos (Cuando los cables entran en combustión tiene niveles casi cero de halógenos y ácidos corrosivos), con un nivel de aislamiento mínimo de 600 Volt, resistente a la de humedad, con tipo de revestimiento NHX90 (Este cable reemplaza al tipo THW) temperatura de trabajo de hasta 90 °C. Según Resolución Ministerial N° 175-2008 -MEM/DM. Según Norma NTP 370.252:2008 para conductores eléctricos. Los conductores tipo NHX90, serán usados en los Alimentadores de Tableros y Sub Tableros Eléctricos, circuitos de fuerza y tomacorrientes de computadoras. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.5.3.3. Conductores Tipo N2XH

Deberán ser de cobre electrolítico recocido cableado con aislamiento no propagador de incendios, baja emisión de humos (Durante un incendio evita la pérdida de visibilidad), libre de halógenos y ácidos corrosivos (Cuando los cables entran en combustión tiene niveles casi cero de halógenos y ácidos corrosivos). Tensión de operación de 1000 Volt, resistente a ácidos, grasas, aceites y humedad, con tipo de revestimiento N2XH (Este cable reemplaza al tipo NYY) y temperatura de trabajo de hasta 90 °C. Según Resolución Ministerial N° 175-2008 -MEM/DM. Según Norma NTP 370-IEC 60502-1:2008 para cables de energía. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Los conductores deberán de llevar la acotación indicada del tipo de aislamiento y nombre del fabricante marcadas en forma permanente a intervalos regulares en toda la longitud del conductor. Todas las derivaciones serán envueltas con cinta aisladora 3M 1600 de manera de hacer su aislamiento equivalente a la del conductor. En las cajas se dejarán longitudes suficientes de cable para su conexión al equipo correspondiente, sin esforzarlos (mínimo 15 cm.). Los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> serán conectados mediante conectores o mangos de conexión a presión. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

En los planos se especifica el número de cables y calibres para cada circuito, para la ejecución de la obra se deberá tener especial cuidado en la utilización de los colores de los conductores de acuerdo a las normas NTP 370.053:1999 y de identificar con etiquetas cada circuito en las derivaciones de las cajas de paso deberán ser cuidadosamente peinados amarrados con cintillos atacables y marcados, de manera de facilitar las actividades de mantenimiento futuro. Los conductores deberán de ser identificados según el código de colores, según el Código Nacional de Electricidad – utilización. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

- Fase R: Conductor Rojo.
  - Fase S: Conductor Azul
  - Fase T: Conductor Negro
  - Neutro: Conductor Blanco, - Tierra: Conductor verde y/o amarillo.
- (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

#### 5.5.4. Curvas o Codos

“No son permitidas las curvas hechas en obra, solo se utilizará curvas de fábrica de radio Standard, de plástico” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### 5.5.5. Uniones o Coplas

La unión de los tubos generalmente se realizará por medio de la campana o presión propia de cada tubo; pero en uniones sin campana donde se usarán coplas plásticas a presión: Es prohibido fabricas campanas en obra. Para conexiones a cajas octagonales y rectangulares con tubos de PVC se utilizan 2 piezas de PVC. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

- Una copla de PVC original de fábrica en donde se embutirá la tubería que se conecta a la caja.
- Una conexión o caja que se instalará en el K.O. de la caja y se enchufará en el otro extremo de la copla del ítem a).

Para uniones y coplas existen del tipo liviano SEL y pesado SAP. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

#### 5.5.6. Cajas

“Serán fabricados por estampadas de fierro galvanizado de 1/32" de espesor en sus cuatro costados tendrán aberturas circulares de diferentes diámetros para que entre la tubería de alimentación y tuberías para los circuitos” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

**Tabla 36**  
**Medidas de Cajas**

Para tomacorrientes o interruptores o salidas para comunicaciones.	Rectangulares 100x55 x50
Para salidas de luz en la pared.	Octogonales 100 x 4mm
Par salidas de luz en el techo.	

**Fuente: Elaboración propia.**

### **5.5.7. Interruptores**

“Se utilizarán interruptores unipolares de uno, dos, tres golpes y de conmutación (3 vías). Tendrá una capacidad 15 Amp, 250V del tipo de empotrar. Serán de la serie MAGIC con placas en aluminio anodinado oxidado de Bticino o similar” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

#### **5.5.7.1. Interruptores de protección**

##### **5.5.7.1.1. Interruptores Termomagnéticos**

Para protecciones generales Cuando los interruptores sean de capacidad menor a 63 Amp. Serán bipolares o tripolares de acuerdo a lo indicado en el esquema unifilar de la marca MELIN GERIN y del tipo C60N, para servicio de 450 V. en las utilidades monofásicas y trifásicas, para 60 Hz 10 KVA de capacidad de ruptura según EEC 947-2. Los interruptores serán de operación automática, tendrán corte y cierre rápido y efectivo, dispositivo de disparo por sobre carga del tipo C. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Los interruptores bipolares tendrán mecanismo de disparo común y deberán ser de diseño integral provistos de una porta etiqueta para la identificación de los circuitos. Todos los interruptores deberán tener facilidad para poner candados de seguridad. Deben tener contactos de presión accionados por tornillos para recibir los conductores, los contactos serán de aleación de plata. El mecanismo de disparo debe ser de "apertura libre" de tal forma que no pueda ser forzada y conectarse mientras subsistan las condiciones al corto-circuito. Llevarán claramente marcadas las palabras OFF y ON. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

##### **5.5.7.1.2. Interruptores Diferenciales**

El Interruptor diferencial (ID) corta la alimentación eléctrica cuando la corriente que va hacia la carga es distinta a la que retorna a la fuente. La función que tiene es desconectar la instalación eléctrica de forma rápida cuando existe una fuga a tierra, con lo que la instalación se desconectará antes de que alguien toque algún aparato averiado. En caso de que una persona toque una parte activa, el interruptor diferencial desconectará la

instalación en un tiempo lo suficientemente corto como para no provocar daños graves a la persona. (Ministerio de Energía y Minas del Perú, 2008)

Los interruptores diferenciales son de uso obligatorio según el nuevo Código Nacional de Electricidad - Utilización. Los interruptores diferenciales a utilizarse deberán de tener una sensibilidad de 30 mA, con corrientes nominales de acuerdo al circuito que protegen. Los interruptores diferenciales deberán ser de la misma marca que los termomagnéticos con características de operación tipo S de acuerdo a norma IEC 947-2 con corrientes diferenciales de 30 mA. Excepto cuando se indique otro valor. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **5.5.7.1.3. Tomacorrientes**

Los tomacorrientes serán empotrados, moldeados en aluminio anodizado de simple contacto metálico con espiga plana y circular (universal) con capacidad de 15 Amp a 250 v; bipolares simples o dobles en salida. . Serán de la serie MAGIC de Bticino o similar. Se utilizarán básicamente de dos tipos.

- Tomacorriente duplex americano con toma de tierra. 15A 220V (para cocina, baños, estudio y exteriores).
- Tomacorriente doble universal, 15 A, 220 V. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

#### **5.5.8. Sensores de movimiento**

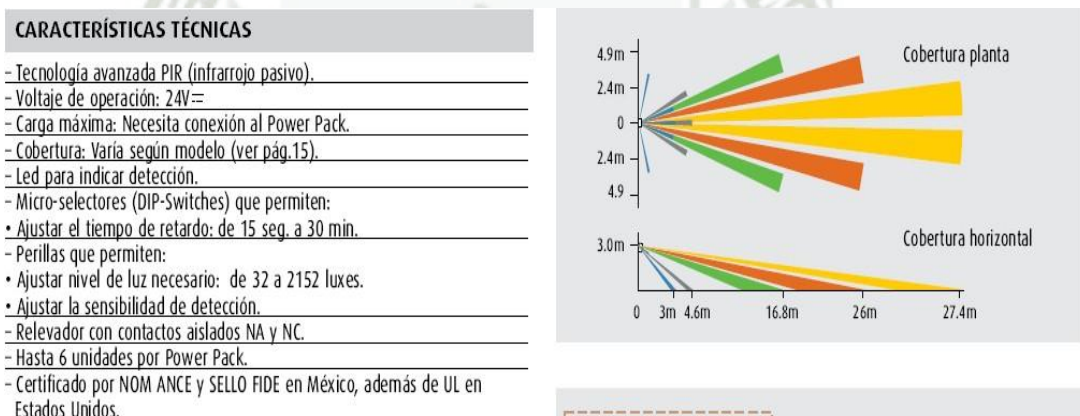
##### **5.5.8.1. Detectores infrarrojos pasivos de movimiento CX-100**

Los detectores CX-100 se caracterizan por su amplia zona de cobertura y resultan ideales para grandes espacios tales como almacenes, oficinas, cuartos de computadoras, aulas, pasillos, etc. Debido a que utilizan tecnología PIR y al lente Fresnel de elemento múltiple integrado, el área de cobertura se logra definir con total exactitud. (Centelsa, 2017)

El sensor enciende la carga a la cual está conectado, cuando una persona ingresa en el área controlada y la apaga automáticamente una vez desocupada ésta. El tiempo de apagado automático es ajustable y comprende desde 15 segundos a 30 minutos, transcurriendo a partir de la última detección. Los

sensores CX-100 incluyen una fotocelda encargada de medir la cantidad de luz natural en el ambiente. El nivel de luz exterior a partir del cual el detector encenderá las luces es regulable según las preferencias del usuario y las características específicas del lugar. Así, cuando la luz solar supere el límite anteriormente fijado, el aparato no encenderá las luces aún cuando éste detecte presencia. El sistema permite controlar diferentes tipos de iluminación: foco incandescente, de bajo voltaje, lámparas fluorescentes, lámparas ahorradoras de energía, etc., debido a que se conectan por medio de la fuente de poder “Power Pack”, la cual es la encargada de controlar las cargas. Incluye equipo POWER PACK DE BTICINO B120EP. (Bticino, 2015)

**Figura 83**  
**Características Técnicas**



**Fuente: Bticino, (2015).**

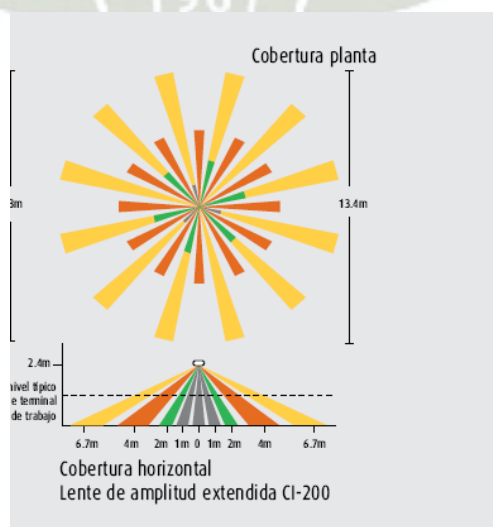
### 5.5.8.2. Detectores infrarrojos pasivos de movimiento CI-200 1

Los detectores CI-200 de tecnología PIR se caracterizan por presentar un campo de detección de 360°. Para ser instalado en techo, su diseño está especialmente proyectado para otorgar la máxima discreción al producto una vez instalado. Encienden la luz cuando una persona ingresa en el área de cobertura y la apagan automáticamente una vez desocupada ésta. El tiempo de apagado automático de las luces es ajustable de 15 segundos a 30 minutos y transcurre a partir de la última detección. El sistema permite controlar diferentes tipos de iluminación, ya sean focos incandescentes, de bajo voltaje, lámparas fluorescentes, lámparas ahorradoras de energía, etc. debido a que se conectan por medio de la fuente de poder “Power Pack”, la cual es la encargada de controlar las cargas. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

Los detectores CI-200 incluyen una fotocelda encargada de medir la cantidad de luz natural en el ambiente. El nivel de luz exterior a partir del cual el detector encenderá las luces es regulable según las preferencias del usuario y las características específicas del lugar. Así, cuando la luz solar supere el límite anteriormente fijado, el aparato no encenderá las luces aun cuando sense presencia. Incluye equipo POWER PACK DE BTICINO B120EP. (Bticino, 2015)

**Figura 84**

#### **Detectores infrarrojos pasivos de movimiento CI-200 1**



**Fuente: Bticino, (2015).**

### 5.5.9. Tableros Eléctricos

Para todos los tableros generales se utilizarán tableros metálicos plancha 1/16" con frente muerto, IP55 de un cuerpo fabricado bajo norma y certificación UL, con puerta y llave LDB5 (según DIN 43668), equipados de acuerdo a los diagramas unifilares con placas de montaje, sistema de barras para los interruptores en caja moldeada y sistema de peines de 60 Amp. Para lo de interruptores de riel DIN con una distribución que permita espacio suficiente para los interruptores y accesorios. (Becerril, 2005)

Todos los tableros deberán de tener la señalización de riesgo eléctrico correspondiente según la DGE Simbología en Electricidad, así como su respectiva identificación de circuitos. El tablero deberá ser entregado con el equipamiento descrito, planos, porta planos y archivos electrónicos y manuales de los equipos componentes del tablero correspondiente. Todos los elementos deberán estar señalizados de acuerdo a las nominaciones de los planos y Llevarán además barra de tierra y barra de distribución pintada según normas vigentes y todos los tableros metálicos deberán de estar aterrados es decir conectados al pozo a tierra. (Bticino, 2015)

Deberán tener una capacidad de reserva libre de al menos 30% del equipamiento, Cada circuito deberá tener una identificación permanente y cada acceso se realizará con bushing en forma ordenada. Se deberá tenerse especial cuidado en la conservación de los ductos que ingresan al tablero, para lo cual se deberá practicar la apertura correspondiente al tubo únicamente con sacabocado. Cada Tablero deberá tener un porta plano en el que se mantendrá copias de los planos con los respectivos esquemas. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.5.10. Sistemas de iluminación (Iluminación convencional).-

Se han empleado iluminación directa con artefactos LED compactas de alta eficiencia energética mayor o igual a la Clase B, según lo establecido en el Reglamento Técnico sobre el etiquetado de eficiencia energética para equipos energéticos (RTEEE), aprobado por el Decreto Supremo N° 009-2017-EM y que cumpla con la Norma Técnica EM.010, Instalaciones eléctricas interiores del RNE y el Código Nacional de Electricidad, aprobado por la Resolución Ministerial N° 037-2006-MEM/DM.), se realizó el cálculo de iluminación con el software DIALUX EVO, considerando además el aporte de luz natural, el cuadro de acabados de los ambientes, dimensiones y tipos de actividades en cada ambiente de la vivienda unifamiliar, se presenta un resumen de las luminarias a utilizar en el proyecto. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

**Tabla 37**

#### **Lista de luminarias a utilizarse en la vivienda unifamiliar**

$\Phi_{total}$		$P_{total}$		Rendimiento lumínico		
112707 lm		1241.6 W		90.8 lm/W		
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi$	Rendimiento lumínico
7	Philips		DN145B PSU D166 1 xLED10S/830	11.0 W	1100 lm	100.0 lm/W
15	Philips		DN145C D166 1 xLED10S/830	11.0 W	1100 lm	100.0 lm/W
5	Philips		DN570B 1 xLED40S/840 C	30.0 W	4400 lm	146.7 lm/W
132	Philips		RS060B 1xLED5-36-/830	6.0 W	478 lm	79.7 lm/W
3	Philips		ST720T PSU 1 xLED-XNB/PW9 CLM6	19.2 W	1137 lm	59.2 lm/W

**Fuente: Ministerio de Energía y Minas, (2006).**

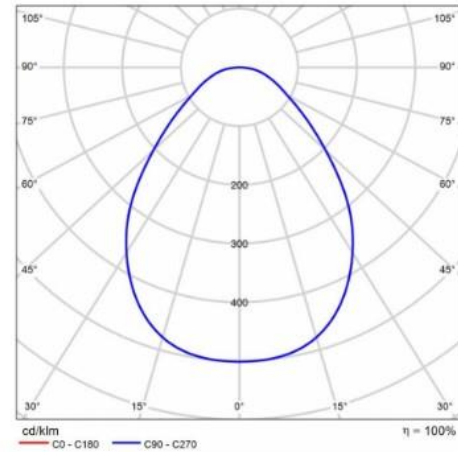
Figura 85

Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria DN145B

Philips - DN145B PSU D166 1 xLED10S/830



P	11.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1100 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1100 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar



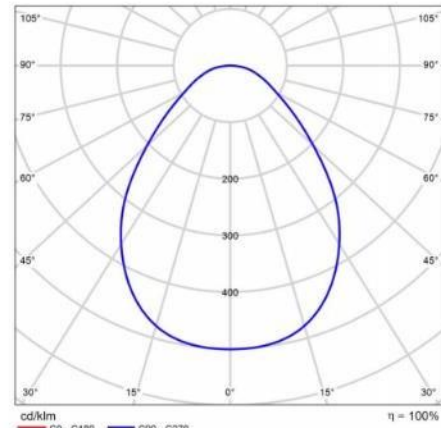
**Figura 86**

**Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria DN145C**

Philips - DN145C D166 1 xLED10S/830



P	11.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1100 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1100 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento luminico	100.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

**Fuente: Elaboración propia.**

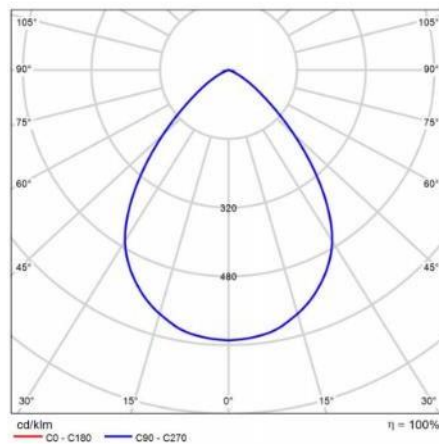
**Figura 87**

**Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria DN570B**

Philips - DN570B 1 xLED40S/840 C



P	30.0 W
$\Phi$ Lámpara	4400 lm
$\Phi$ Luminaria	4400 lm
$\eta$	100.00 %
Rendimiento lumínico	146.7 lm/W
CCT	4000 K
CRI	80



CDL polar

**Fuente: Elaboración propia.**

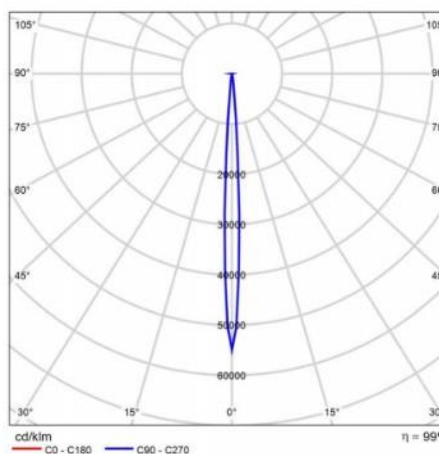
**Figura 88**

**Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria ST720T**

Philips - ST720T PSU 1 xLED-XNB/PW9 CLM6



P	19.2 W
$\Phi$ Lámpara	1150 lm
$\Phi$ Luminaria	1137 lm
$\eta$	98.84 %
Rendimiento lumínico	59.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

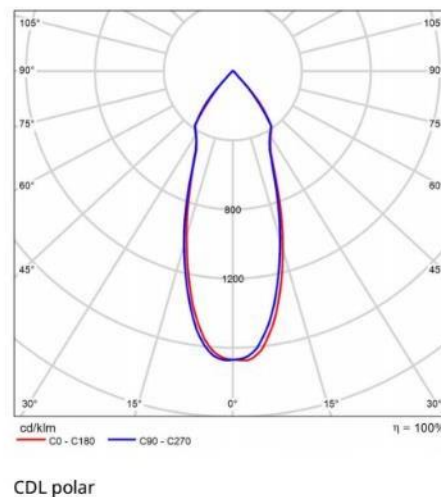
**Fuente: Elaboración propia.**

**Figura 89**

**Curva fotométrica y eficiencia de la luminaria RS060B**

Philips - RS060B 1xLED5-36-/830

	
P	6.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	480 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	478 lm
$\eta$	99.67 %
Rendimiento lumínico	79.7 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



**Fuente: Elaboración propia.**

**5.6. Especificaciones de Montaje e Instalación**

“Las instalaciones eléctricas serán del tipo empotrado, tal y conforme a la muestra de los planos” (Becerril, 2005).

**5.6.1. Preparación del sitio.**

**5.6.1.1. Entubado y colocación de cajas (Instalación empotrada)**

Los tubos y cajas estarán dentro del concreto armado y se instalan después de haber sido armado el fierro en el techo y columna, los tubos serán asegurados con amarras de alambre; las cajas serán tapadas con papel y sujetas con clavos al encofrado. Las cajas en que se instale directamente el accesorio (interruptor, tomacorriente, etc.); deberán quedar al ras del acabado o tartajeo de la pared. (Centelsa, 2017)

# PROYECTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS APLICANDO EL NUEVO CÓDIGO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DECRETO SUPREMO N° 014-2021-VIVIENDA

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

26%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1

[cdn.www.gob.pe](https://cdn.www.gob.pe)

Fuente de Internet

3%

2

[www.opcc.cl](https://www.opcc.cl)

Fuente de Internet

2%

3

[fr.slideshare.net](https://fr.slideshare.net)

Fuente de Internet

2%

4

[leyes.congreso.gob.pe](https://leyes.congreso.gob.pe)

Fuente de Internet

2%

5

[vsip.info](https://vsip.info)

Fuente de Internet

2%

6

[www.echecopar.com.pe](https://www.echecopar.com.pe)

Fuente de Internet

1%

7

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

1%

8

[lexsoluciones.com](https://lexsoluciones.com)

Fuente de Internet

1%

---

9	<a href="http://grupoabsacd-1521b.kxcdn.com">grupoabsacd-1521b.kxcdn.com</a>	Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a>	Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a>	Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://jdelectricos.com.co">jdelectricos.com.co</a>	Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://francoiq10.files.wordpress.com">francoiq10.files.wordpress.com</a>	Fuente de Internet	1 %
14	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a>	Fuente de Internet	1 %
15	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a>	Fuente de Internet	1 %
16	<a href="http://s84652cae0d317220.jimcontent.com">s84652cae0d317220.jimcontent.com</a>	Fuente de Internet	1 %
17	<a href="http://conexionambiental.pe">conexionambiental.pe</a>	Fuente de Internet	1 %
18	<a href="http://repositorio.unac.edu.pe">repositorio.unac.edu.pe</a>	Fuente de Internet	1 %
19	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a>	Fuente de Internet	1 %
20	<a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a>	Fuente de Internet	1 %

---

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

### 5.6.1.2. Alambrado y colocación de accesorios

Los tubos y cajas serán limpiadas y secadas previamente y luego se pintarán interiormente con barniz aislante negro. Una vez realizada esta preparación se procederá sucesivamente al alambrado y colocación de accesorios (interruptor, tomacorriente, etc.), después de terminados los retoques y pintura del ambiente. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.6.1.3. Colocación del tablero

“La caja metálica se colocará en el espacio previsto al levantar los muros, a fin de evitar roturas posteriores. Esta caja también quedará al ras del tartajeo” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

### 5.6.2. Conductores

El cableado que se va a utilizar para las acometidas, así como también el cableado de control será de cobre electrolítico conductibilidad 98% temple suave, temperatura máxima 75°C, con aislamiento plástico para 600 Voltios sobre el cual deberán estar debidamente marcados, a todo lo largo de su longitud, el tamaño del conductor y el voltaje de su aislamiento.

- Los conductores deberán ser continuos de caja a caja, no se permiten empalmes que quedan dentro de las tuberías.
- Los empalmes se realizarán en las cajas y deberán estar aisladas con cinta aislante.
- Antes de proceder al alumbrado con el winche, se limpiarán y sacarán tubos y se barnizarán las cajas para facilitar el paso de conductores, se empleará talco, tiza en polvo ó parafina. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.6.3. Tuberías

Los accesorios para tubería conduit deberán ser PVC SAP de PAVCO o similar. Para la elaboración de las fases que requiera el sistema de tierra y la protección del mismo en los sitios en donde quede expuesto; se utilizará tubería plástica anticorrosivo, igual o similar a la tubería conduit de PVC, construida por PAVCO S.A. (Beltrán Domínguez, 2016)

- No se permitirá más de 4 codos de 90° entre caja y caja.

- Deberá evitarse aproximaciones menores de 15 cm a otras tuberías.
- Se evitará en lo posible la formación de trampas.
- Al instalar tuberías se dejarán tramos curvos entre cajas de centros de luz a fin de que se puedan absorber las contracciones del concreto en el tubo sin que se desconecte de las respectivas cajas o de sus uniones. (Becerril, 2005)

#### **5.6.4. Posición de salida**

Salvo otra indicación expresa en los planos como se indica a continuación:

- Tablero de distribución eléctrica (borde superior) 1.80 m.
- Interruptor 1.40 m.
- Cajas de traspaso ó derivación 0.40 m.
- Braquets a la altura de la viga intermedia.
- Tomacorrientes 1.6m. (Centelsa, 2017)

#### **5.6.5. Otras indicaciones de Carácter General**

##### **5.6.5.1. Código eléctrico que se aplicará**

“Todo el proyecto relacionado con electricidad deberá sujetarse de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad Utilización vigente” (Ministerio de Energía y Minas, 2006).

##### **5.6.5.2. Pruebas de aislamiento en Instalaciones Eléctricas**

Antes de la puesta de los artefactos de alumbrado y aparatos de utilización se realizará una prueba de toda la instalación. Dichas pruebas serán de aislamiento entre conductores y de aislamiento de puesta a tierra, debiéndose efectuar las pruebas en cada circuito.

Circuitos de 15 y 20 ampo a menor  $1000000 \Omega$

Circuitos de 21 y 50 ampo  $250000 \Omega$

Circuitos de 51 y 100 ampo  $250\ 000 \Omega$

Circuitos de 101 y 200 ampo  $100000 \Omega$

Circuitos de 201 y 400 ampo  $50000 \Omega$

Circuitos de 401 y 800 ampo  $120000 \Omega$ . (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.6.6. Sistema de puesta a tierra.

Este sistema está constituido por un conductor de cobre (o varios dependiendo del valor de resistencia de puesta a tierra mínima requerida según los planos) que nace desde los tableros generales y llega hasta la zona del jardín, donde quedará enterrado, dicha varilla de cobre tiene una longitud de 2.5 m y con un diámetro de 20mm. Y está colocado a una profundidad de 3.05 m. Esto deberá cumplirse para los pozos a tierra indicados en el diagrama unifilar y en el de planta del nivel del sótano, respetándose para la recepción de obra el valor mínimo requerido de cada sistema de puesta a tierra según lo indicado en plano. El contratista deberá instalar lo necesario para los sistemas de puesta a tierra para que cumplan con los valores requeridos. (Becerril, 2005)

#### 5.6.6.1. Puesta a tierra

“Su finalidad es controlar la tensión que pudiera aparecer en el circuito resistivo o para limitar el potencial máximo respecto a tierra debido a su tensión normal” (Marrufo & Castillo, 2010).

#### 5.6.6.2. Características.

- El pozo de tierra tiene 90 cm de diámetro por 3.05 m de profundidad, rellena por capas compactadas de tierra vegetal más tratamiento Sanick Gel ó Bentonita hasta llegar a una altura de 2.35 m. En el medio de este pozo se insertará una varilla de cobre de 20mm de diámetro por 2.4 m de longitud y además una trenza de cobre desnudo de 16mm. Todos los artefactos electrodomésticos deben estar conectados a tierra para proteger vidas humanas.
- La línea a tierra debe transportar con toda seguridad, cualquier corriente obligada a circular por él. Debe tener una impedancia lo suficientemente baja para limitar el potencial respecto a tierra. (Becerril, 2005)

### 5.6.6.3. El pozo de puerta a tierra.

Este electrodo debe ser de cobre instalado por debajo de un nivel de humedad permanente. Los tubos o barras deben ser clavados excepto cuando se encuentran un fondo de roca de por lo menos a una profundidad de 2.40 m, cualquiera sea el tamaño o número de electrodos utilizados. Deben tener la superficie limpia, sin cubrir con pintura, esmalte o cualquier otro material mal conductor, que le serviría de aislante. El grafico correspondiente se encuentra en el plano respectivo de instalaciones. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

### 5.6.7. Medida de la resistencia.

- Resistencia mínima de aislamiento; está en los tramos a partir del tablero de distribución (interruptor termo magnético) hasta el artefacto no debe ser menor de 1000 ohmio/V. por ejemplo 220 K $\Omega$  a 220 V.
- La corriente de fuga no deberá ser mayor de 1 mA por cada 100 m. de longitud o fracciones adicionales. Las pruebas son:
  - Entre cada uno de los conductores activos y tierra
  - Entre todos los conductores activos. (Ministerio de Energía y Minas, 2006)

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** Se dio a conocer todos los aspectos y la importancia de aplicación del Decreto Supremo N° 014-2021-Vivienda, así como el Código Técnico de Construcción Sostenible en el diseño de las instalaciones eléctricas.

**SEGUNDA:** Se presentaron las ventajas y procesos de esta nueva regulación en los principales municipios como Arequipa y Lima. Entre estos beneficios se incluyen el ahorro energético, acceso a créditos favorables, incremento del valor del inmueble, ventajas fiscales, aumento del área construida debido a la construcción sostenible y aumento del área construida para uso público. Además, se contempla la disminución del área mínima por unidad habitacional y la reducción del número mínimo de plazas de aparcamiento requeridas.

**TERCERA:** Se analizó las mejores alternativas de iluminación natural y artificial y se presentó el cálculo de iluminación más óptimo, con luminarias Led eficientes, utilizando el software DIALUX EVO, donde se modeló todo el proyecto, considerando las dimensiones de cada ambiente, cuadro de acabados, colores texturas, mobiliario, ventanas, luz natural, y el uso de cada ambiente, de acuerdo a Norma Técnica EM.010.

**CUARTA:** En el tercer capítulo se detalló el método para diseñar una instalación eléctrica siguiendo el Código Técnico de Construcción Sostenible 2021. Según lo descrito, los requisitos de la norma cambian dependiendo del proyecto, pero en el caso de una vivienda, los cálculos para obtener la iluminación adecuada en cada espacio se deben realizar de acuerdo con la Norma Técnica Em.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones para Instalaciones Eléctricas Interiores. También se debe priorizar el uso de lámparas LED con clasificación de eficiencia energética Clase B o superior, como lo establece el Reglamento Técnico para el etiquetado de eficiencia energética en equipos energéticos (RTEEE), ratificado por el Decreto Supremo N° 009-2017-EM y el DS N° 014-2021-Vivienda. Adicionalmente, en la gestión de la iluminación, es necesario usar sensores de movimiento, principalmente en áreas de tránsito como pasillos y baños, y los interruptores tradicionales deben agrupar las luces para generar diferentes ambientes, con la posibilidad de controlar al menos el 50% y 100% de la iluminación total. Se debe dar

prioridad a la luz y ventilación natural, a la transmitancia térmica máxima de cerramientos conforme a la zona bioclimática, a los sistemas de calentamiento de agua solar y a las instalaciones de gas. Además, es necesario tener en cuenta la calidad ambiental de las áreas verdes, la reducción y gestión de residuos sólidos, los ecomateriales y los aparcamientos para bicicletas. Por último, en el cuarto capítulo se presentaron los resultados de un caso de estudio de una casa unifamiliar diseñada siguiendo las directrices del Código Técnico de Construcción Sostenible.



## RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda la difusión del Código Técnico De Construcción Sostenible en el diseño y la construcción de proyectos a nivel de viviendas, educación salud, industria, oficinas, comercio, etc. con el fin de que la eficiencia energética de los edificios mejore. Al seguir estas pautas, se promueve el uso de sistemas y tecnologías que reducen el consumo de energía, lo que a su vez puede resultar en ahorros significativos a largo plazo en los costos de energía y una menor huella de carbono.
- SEGUNDA:** El estado debería de ser más drástico en la aplicación de normas como las establecidas en el Código Técnico De Construcción Sostenible, no solo obligar sino incentivar en mayor medida y controlar mediante las municipalidades el cumplimiento no solo en proyecto sino también en ejecución.
- TERCERA:** Se recomienda que los dispositivos eléctricos importados, incluyendo elevadores, sistemas de calefacción, acondicionadores de aire, calentadores de agua, luces, y otros similares, posean una calificación de eficiencia energética de Clase B o superior. Esto se debe a la existencia de un Reglamento Técnico para el etiquetado de eficiencia energética en equipos energéticos (RTEEE), aunque dicho reglamento no prohíbe específicamente la utilización de dispositivos con baja eficiencia en nuestro país.
- CUARTA:** Se recomienda incluir en el Código Técnico De Construcción Sostenible la integración de fuentes de energía renovable, como paneles solares fotovoltaicos, generación eólica para la producción de electricidad como fuente complementaria de electricidad de cada proyecto.
- QUINTA:** Se recomienda a los estudiantes de Ingeniería Mecánica Eléctrica, la capacitación profesional especializada en sostenibilidad y construcción sostenible para maximizar los beneficios y la eficiencia energética de los edificios e industrias en general, no podemos permanecer ajenos a estos temas tan importantes para un buen futuro libre de contaminación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abur et al. (2002). *Análisis y Operación de Sistemas de Energía Eléctrica*. Madrid: Mc. Graw Hill. Retrieved from [http://departamento.us.es/ielectrica/wp-content/uploads/2021/08/Analisis-y-operacion-de-SEE\\_2010.pdf](http://departamento.us.es/ielectrica/wp-content/uploads/2021/08/Analisis-y-operacion-de-SEE_2010.pdf)
- Aldana, A. (2019). *Diseño de Luminarias*. Valencia - España: Universitat Politècnica de València. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/126071/Aldana%20-%20Dise%C3%B1o%20de%20luminaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alvarado, C. (2017). *Propuesta de Iluminación aplicando nuevas tecnologías para el sendero ecológico del sur-norte de la ciudad de Loja*. Loja, Ecuador: [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electromecánico]. Retrieved from <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19559/1/Alvarado%20Arias%20c%20Camilo%20Jos%c3%a9.pdf>
- Arquba. (2016). *Lumenlux - Programa para calculo luminotecnico*. Retrieved from <https://www.arquba.com/software-gratis/lumenlux/>
- Asociación de Ciencias Ambientales. (2015). *Sistemas de iluminación*. Retrieved from <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/conoce-la-energia-de-tu-vivienda/sistemas-de-suministro-energetico/sistemas-de-iluminacion>
- Becerril. (2005). *Instalaciones Eléctricas prácticas*. México D.F.: México. Retrieved from <https://profefily.com/wp-content/uploads/2017/12/Instalaciones-El%C3%A9ctricas-Pr%C3%A1cticas-Becerril.pdf>
- Beltrán Domínguez, C. (2016). *Ingeniería básica de una planta de producción de policloruro de vinilo (PVC) granular*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico]. Retrieved from [https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/49638/TFG\\_BELTR%c3%81N\\_DOM%c3%8dNGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/49638/TFG_BELTR%c3%81N_DOM%c3%8dNGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Blanca Giménez, V., Castilla Cabanes, N., Martínez Antón, A., & Pastor Villa, R. M. (2011). *Luminotecnia: Magnitudes Fotométricas básicas. Unidades de medida*. Retrieved from <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12732/L%20U%20M%20I%20N%20O%20T%20E%20C%20N%20I%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Blasco. (2016). *Puesta a Tierra en el interior de Subestaciones de Alta Tensión*. Londres. Retrieved from [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75509/PRACTICA%20AT\\_\\_RiuNET%20en1.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/75509/PRACTICA%20AT__RiuNET%20en1.pdf?sequence=1)
- Bticino. (2015). *Catálogo Catálogo Watt Stopper*. Retrieved from <https://bticino.com.mx/uploads/70a03db67a5ce29f31a8925b8e2b4007.pdf>
- Castellon. (2016, mayo 11). *Catalogo Luminarias Sylvania*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/312290731/Catalogo-Luminarias-Sylvania-2009>
- Centelsa. (2017). *Guía para el diseño de instalaciones eléctricas*.
- Condumex. (2009). *Manual Técnico de Instalaciones eléctricas en baja tensión*. Retrieved from <https://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/10/Manual-de-Instalaciones-Elctricas-en-BT-2009.pdf>
- Dialux. (2023). *With DIALux we simplify lighting design for you*. Retrieved from <https://www.dial.de/en-GB/>
- El Peruano. (2021). *Decreto Supremo que aprueba el Código Técnico de Construcción Sostenible*. Retrieved from <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-codigo-tecnico-de-construccion-decreto-supremo-n-014-2021-vivienda-1976353-3/>
- El Peruano. (2022). *Ordenanza que modifica la Ordenanza N° 581/MM, que establece, regula y promueve condiciones para edificaciones sostenibles en el distrito de Miraflores*. Retrieved from <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-modifica-la-ordenanza-n-581mm-que-establece-ordenanza-no-588mm-2066359-1/>
- Electro Enchufe Perú. (2023). *Sistema de canalización: bandejas portacables tipo rejilla*. Retrieved from <https://electroenchufe.com/sistema-de-canalizacion-bandejas-portacables-tipo-rejilla/#:~:text=Las%20bandejas%20portacables%20son%20estructuras,del%20proyecto%20de%20manera%20segura>
- Estudio Echecopar. (2022). *Se establecen condiciones para edificaciones sostenibles en el distrito de Miraflores*. Retrieved from <https://www.echecopar.com.pe/publicaciones-se-publico-la-ordenanza-n0-581-mm->

que-establece-regula-y-promueve-condiciones-para-edificaciones-sostenibles-en-el-districto-de-miraflores.html

- Frydenlund, M. (2007). *Protección contra Descarga Atmosférica*. Madrid: Reinhold.
- García Rodrigo, J. (2019). *Técnicas y procesos en instalaciones eléctricas 2*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Harper. (2015). *El ABC de las Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Mexico: Limusa. Retrieved from <https://profefily.com/wp-content/uploads/2019/10/El-abc-de-las-instalaciones-el%C3%A9ctricas-residenciales-Enr%C3%ADquez-Harper.pdf>
- Hartwell, F. P., McPartland, J. F., & McPartland, B. J. (2014). *McGraw-Hill's National Electrical Code\textregistered 2014 Handbook*. España: McGraw-Hill Education. Retrieved from <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071834780>
- Hernández. (2010). *Instalaciones Eléctricas*. Lima: Universidad de Jaén. Retrieved from <https://blogs.ujaen.es/jcasa/archives/category/instalaciones-electricas>
- Iluminet. (2008). *Software para el diseño de iluminación*. Retrieved from <https://iluminet.com/software-para-el-diseno-de-iluminacion/>
- Indeco. (2023). *Cables eléctricos*. Retrieved from [https://grupokoller.com.pe/catalogos/INDECO\\_CATALOGO.pdf](https://grupokoller.com.pe/catalogos/INDECO_CATALOGO.pdf)
- Infaimon. (2016). *Su asesor en visión artificial*. Retrieved from <http://docplayer.es/14333522-Su-asesor-en-vision-artificial.html>
- Lago Trillo, Y. (2015). *Estación de Autobuses en Rianxo*. Retrieved from <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/15671>
- Marrufo, & Castillo. (2010). *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Barcelona, España: McGraw Hill. Retrieved from [https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=9116](https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=9116)
- Ministerio de Energía y Minas. (2006). *Código Nacional de Electricidad*. Retrieved from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo\\_Nacional\\_de\\_Electricidad\\_Utilizaci%C3%B3n\\_.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad_Utilizaci%C3%B3n_.pdf)

- Ministerio de Energía y Minas del Perú. (2008). *Manual de sustentación del código nacional de electricidad*. Lima, Perú: MINEM.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Manual para la elaboración de los planes de desarrollo metropolitano y planes de desarrollo urbano en el marco de la reconstrucción con cambios*. Retrieved from [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/305955/Manual\\_para\\_la\\_elaboracion\\_de\\_los\\_planes\\_de\\_desarrollo\\_metropolitano\\_y\\_planes\\_de\\_desarrollo\\_urbano\\_en\\_el\\_marco\\_de\\_la\\_reconstruccion\\_con\\_cambios.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/305955/Manual_para_la_elaboracion_de_los_planes_de_desarrollo_metropolitano_y_planes_de_desarrollo_urbano_en_el_marco_de_la_reconstruccion_con_cambios.pdf)
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma Técnica Em.010 Instalaciones Eléctricas Interiores Del Reglamento Nacional De Edificaciones, Resolución Ministerial N° 083-2019-VIVIENDA*. Retrieved from <https://waltervillavicencio.com/wp-content/uploads/2019/01/EM.010-2019.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Código Técnico de Construcción Sostenible*. Retrieved from <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1934704/C%C3%B3digo%20de%20CTCS%20.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Decreto Supremo N° 014-2021-Vivienda*. Retrieved from <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2039925/DS%20014-2021-VIVIENDA.pdf.pdf?v=1632406402>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Ministerio de Vivienda aprueba nuevo Código Técnico de Construcción Sostenible*. Retrieved from <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/noticias/508513-ministerio-de-vivienda-aprueba-nuevo-codigo-tecnico-de-construccion-sostenible>
- Montoya, & Yon. (2018). *Diseño del albergue turístico Purum Llacta del distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas, departamento de Amazonas; con materiales convencionales y propios de la zona*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental]. Retrieved from <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1400>
- Morales Llaja, O. A., & Sanchez Chamorro, G. J. (2020). *Diseño de una vivienda verde unifamiliar, aplicado a un desarrollo sostenible en Huánuco*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil]. Retrieved from <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3732>

- Morales, K. (2018). *Diseño de un sistema de seguridad industrial e higiene ocupacional en la empresa cerámica Limachi*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial]. Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/20410/TES-1092.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Moreno, N. &. (2009). *Instalaciones eléctricas de baja tensión*. España: Thomson Paraninfo S.A.
- Moreno, N. (2004). *Instalaciones Electricas de Baja Tensión*. Lima: Paraninfo.
- Municipalidad de Miraflores. (2021). *Ordenanza Municipal*. Retrieved from <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2748255/ORDENANZA.pdf?v=1642537975>
- Muñoz. (2012). *Uso Eficiente de la Energía Eléctrica en el sector de la Iluminación pública*. México. Retrieved from <https://es.slideshare.net/jorgemunozv/uso-eficiente-de-energa-en-iluminacin-alumbrado-pblico-del-ecuador-universidad-nacional-de-loja>
- Oliveira. (2014). *Propuesta de iluminación para diversas instalaciones deportivas de la Universidad de los Andes*. Mérida: [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electrico].
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (2016). *La Industria de la Electricidad en el Perú*. Lima. Retrieved from [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5\\_uibd.nsf/E77149FC8E4807D2052582030061E1AD/\\$FILE/1\\_pdfsam\\_Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con5_uibd.nsf/E77149FC8E4807D2052582030061E1AD/$FILE/1_pdfsam_Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anos.pdf)
- Paredes; Huari. (2014). *Conductores, serie americana y serie europea, nomenclatura y cables más comunes*.
- Quiuchaca. (2018). *Instalacion de radio bases y sistemas de puesta a tierra*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electronico]. Retrieved from <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18926/P-2145.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Relsamex. (2015). *Sistemas de puesta a tierra*. Retrieved from <https://www.relsamex.com/sistemas-de-puesta-a-tierra/>

- Rizzolo. (2007). *Manual de procedimientos para la ingeniería de iluminación de interiores y áreas deportivas*. Sartenejas: [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Electricista]. Retrieved from [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36503218/Manual\\_de\\_Procedimientos\\_para\\_la\\_Ingenieria\\_de\\_Iluminacion\\_de\\_Interiores\\_y\\_Areas\\_Deportivas-libre.pdf?1422984919=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DManual\\_de\\_Procedimientos\\_para\\_la\\_Ingenie.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36503218/Manual_de_Procedimientos_para_la_Ingenieria_de_Iluminacion_de_Interiores_y_Areas_Deportivas-libre.pdf?1422984919=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DManual_de_Procedimientos_para_la_Ingenie.pdf)
- Romero, & Quintana. (2023). *Unidades y conceptos de iluminación*. Retrieved from <https://studylib.es/doc/4497559/cap%C3%ADtulo-2-unidades-y-conceptosde-iluminaci%C3%B3n>
- Sarzo Miranda, M. (2007). *Proyectos de Electrificación*. Lima, Perú: ISBN 978-9972-821-92-9. Retrieved from <http://bibliotecavirtual.unsa.edu.pe:8009/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=Provider:MEGABYTE>
- Schneider Electric. (2023, enero). *Distribución en baja tensión*. Retrieved from <https://www.se.com/pe/es/download/document/MYCE-Cap1/>
- Serret. (2007). *Elaboración de material para manual de Iluminación*. Barcelona. Retrieved from <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4429/MEMORIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Toledano, & Sanz. (2013). *Instalaciones de Distribución Electricidad-Electrónica*. España: Paraninfo.
- Toledano, & Sanz. (2013). *Instalaciones de Distribución Electricidad-Electrónica*. España: Paraninfo.
- Transelec. (2015). *Tableros Eléctricos: ¿Cuántos Tipos Existen?* Retrieved from <https://www.transelec.com.ar/soporte/18764/tableros-electricos-cuantos-tipos-existen-/#:~:text=Gabinete%3A%20es%20la%20parte%20exterior,destino%2C%20pueden%20hallarse%20de%20pl%C3%A1stico.>
- Trasancos, G. (2004). *Instalaciones en Media y Baja Tensión*. Colombia: Paraninfo.

Tusocal. (2019). *Instalaciones eléctricas industriales: ¿Cómo funcionan?* Retrieved from <https://www.tusocal.com/blog/instalaciones-electricas-industriales-como-funcionan/>

Vásquez, C. (2008). *Metodología para el calculo de Pérdidas en Redes de Distribución Eléctrica*. Costa Rica: UCR.



# **ANEXOS**



ANCHO	3,05	ALTO
ALFEIZER	2,55	
	Aif. 2,30	

OBRA: **"CASO ESTUDIO"**

PLANO: **A-01**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y FORMALES  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

BACHILLER: **Richard David, Alegre Canaza**

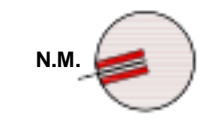
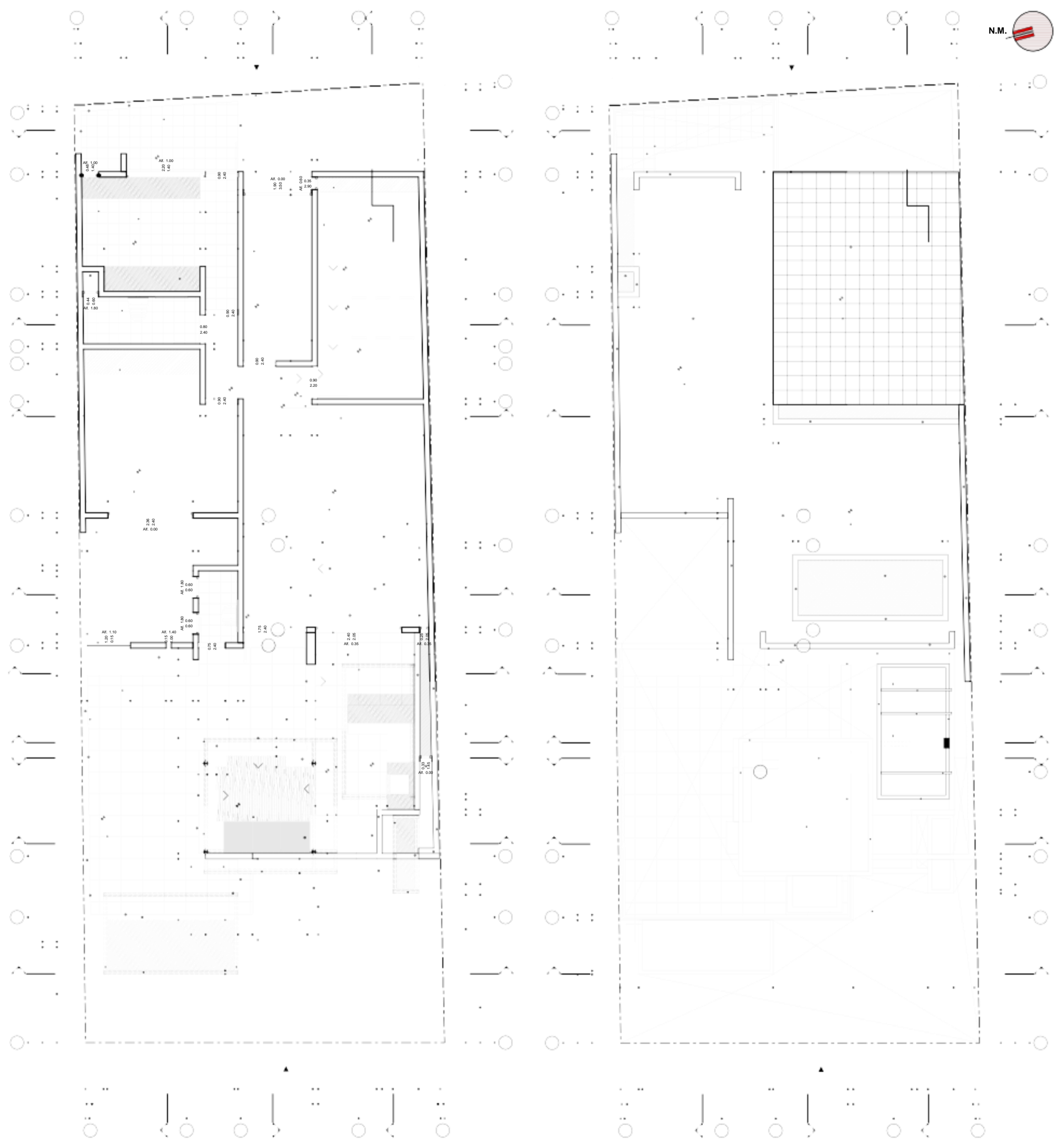
PROVINCIA: **ALFEEZER**

DISTRITO: **ALFEEZER**


ESCALA: **1:100**

FECHA: **2023**

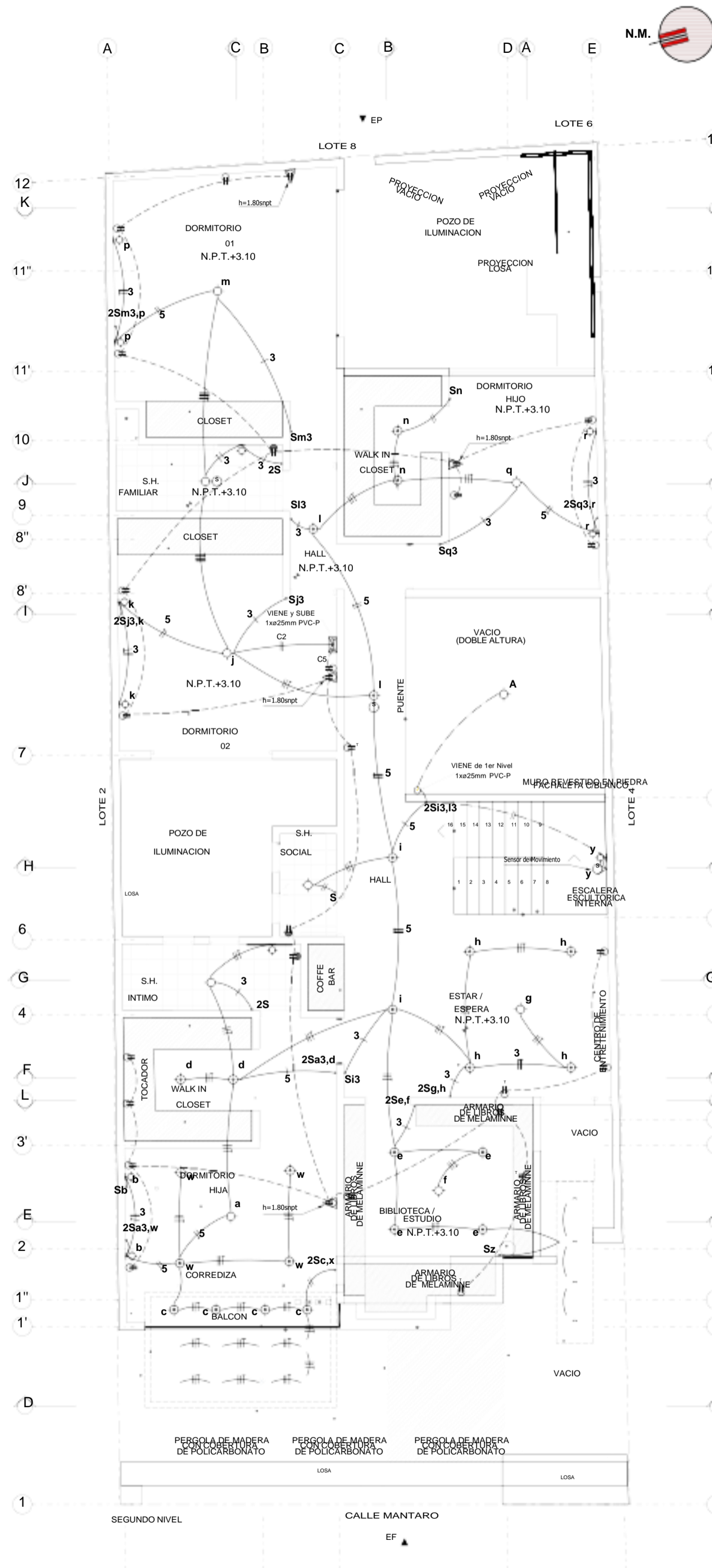
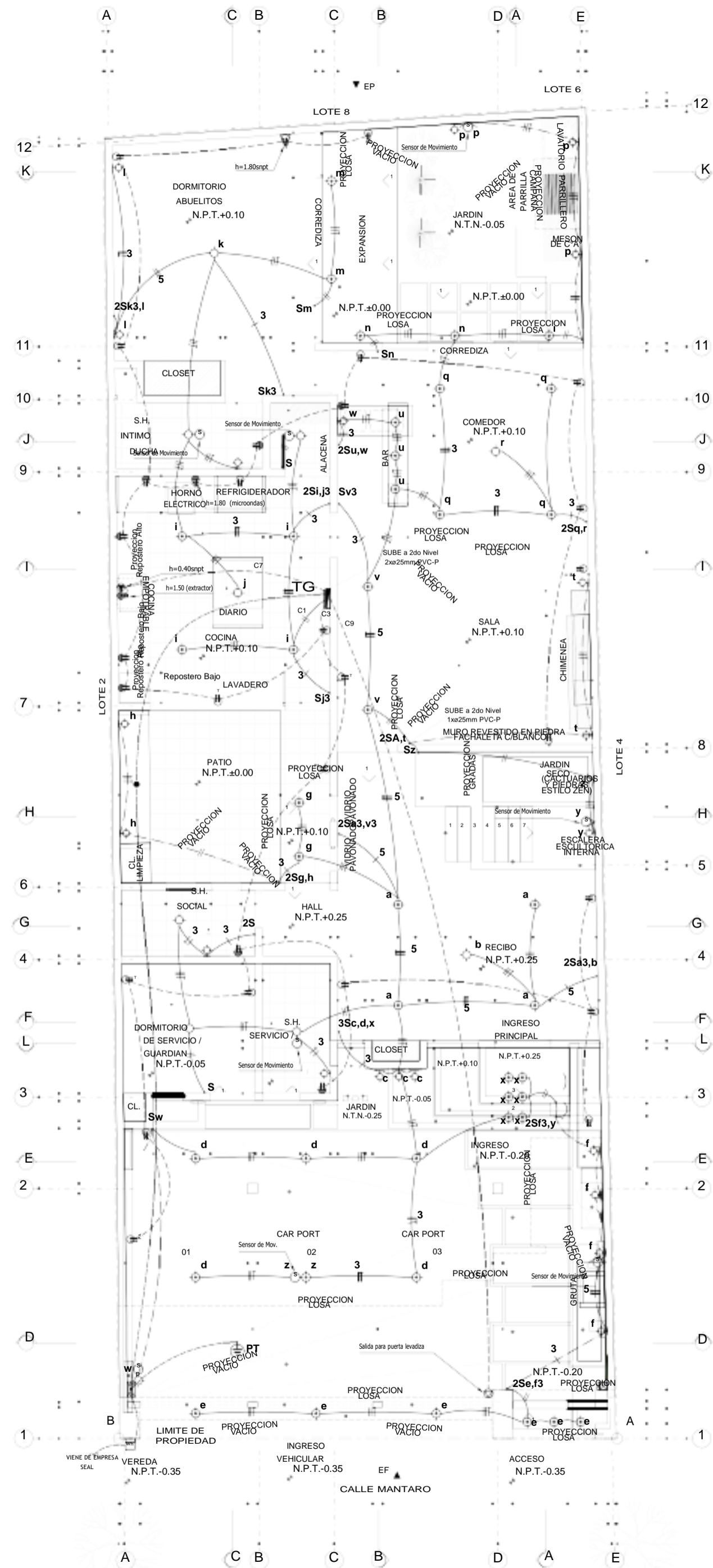
Nº DE LÁMINA: **A-01**



ANCHO	3,05	ALTO
ALFEIZER	2,55	
	Aif. 2,30	


**"CASO ESTUDIO"**  
 PLANO:  
 Universidad Católica de Santa María  
 Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y  
 Formales  
 Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica  
 BACHILLER:  
**Richard David, Alegre Canaza**

N° DE LÁMINA:  
**A-02**  
 ESCALA: FECHA:



# LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P-T, TIPO UNIVERSAL + DX DUPLEX USA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR	0.45
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P-T, DX DUPLEX USA CON PLACA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR	1.20
	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR EN PISO, con lampara downlight LED 10W Philips SPOT LIGHT, EN PISO, IK 10	
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P-T, TIPO UNIVERSAL + DX DUPLEX USA CON PLACA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	1.80
	SALIDA DE FUERZA (TUBERIA F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> CONDUIT FLEXIBLE) CONEXION DIRECTA A BORNERA DE THERMA	1.80
	DOBLE SALIDA PARA COCINA ELECTRICA/ SALIDA PARA EXTRACTOR EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	0.60/1.80
	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR, con lampara downlight LED 10W Philips SPOT LIGHT	
	ARTEFACTO TIPO BRAQUET, PARA ADOSAR EN PARED EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> OCTOGONAL	1.80
	CENTRO DE LUZ EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> OCTOGONAL	
	Salida Televisor - Cable EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	1.80
	Salida Teléfono interno, Salida de Internet EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	0.45
	Salida Intercomunicador EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	1.40
	Salida intercomunicador unidad externa	
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P-T, TIPO UNIVERSAL 5025 + 5028 DX DUPLEX USA IDROBOX DE BTICINO/ PA (a prueba de agua) IP65, en caja F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	0.45
	CAJA DE PASE OCTOGONAL, CUADRADA 100mmx100mm (salvo indicacion)	0.45
	TABLERO ELECTRICO METALICO incluye barra de tierra, directorio de circuitos tapas de reserva y señalización de riesgo electrico.	Borde Superior 1.80
	Interruptor Diferencial (ID) 30mA Schneider Electric o similar	
	Interruptor Termomagnético Schneider Electric o similar	
	No. DE CONDUCTORES DEFINIDOS (usar codigo de colores) Neutro : Blanco, Fase R: Rojo, Fase S: Azul, Fase T: Negro, Tierra: Verde	
	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE, DOBLE Y DE CONMUTACION 03 VIAS (Simple y Doble)	1.10
	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR EN PARED, con lampara LED 3W Philips luminaria led empotrada. (caja de 2x2")	
	POZO DE PUESTA A TIERRA (incluye caja de registro 0.30x0.30m señalizado)	
	Tubería embutida en piso, en PVC SAP 25mmØ (Red eléctrica alimentadores )	
	Tubería embutida en techo o pared, en PVC SAP 20mmØ, Iluminación	
	Tubería embutida en piso o pared, en PVC SAP 20mmØ, Tomacorrientes	
	Tubería embutida en piso o pared, en PVC SAP 20mmØ, Iluminación	
	Tubería embutida en Techo o Pared para Intercomunicador PVC SAP 20mmØ	
	Tubería embutida en Piso para Telefono PVC SAP 25mmØ	
	Tubería embutida en Pared PVC para Cable de TV PVC SAP 25mmØ	
	SALIDA DE FUERZA (TUBERIA F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> CONDUIT FLEXIBLE) CONEXION DIRECTA A BORNERA DE LA ELECTROBOMBA/MOTOR ELECTRICO	
	CENTRAL DE VIDEO	
	SALIDA PARA CAMARA IP (98), EN CAJA DE F <sup>3</sup> G <sup>2</sup> RECTANGULAR	
	Tubería embutida en Piso para CCTV PVC SAP 25mmØ	

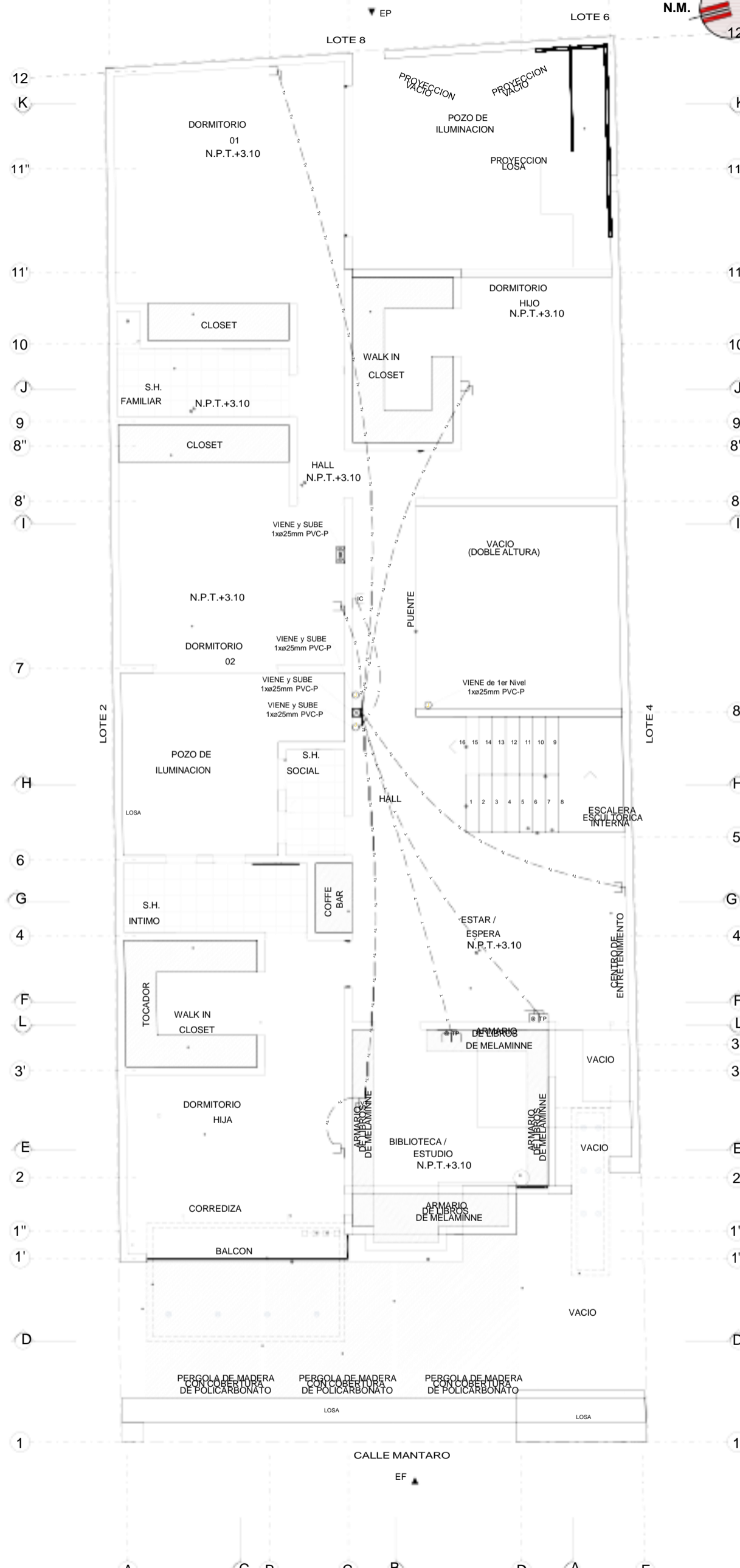
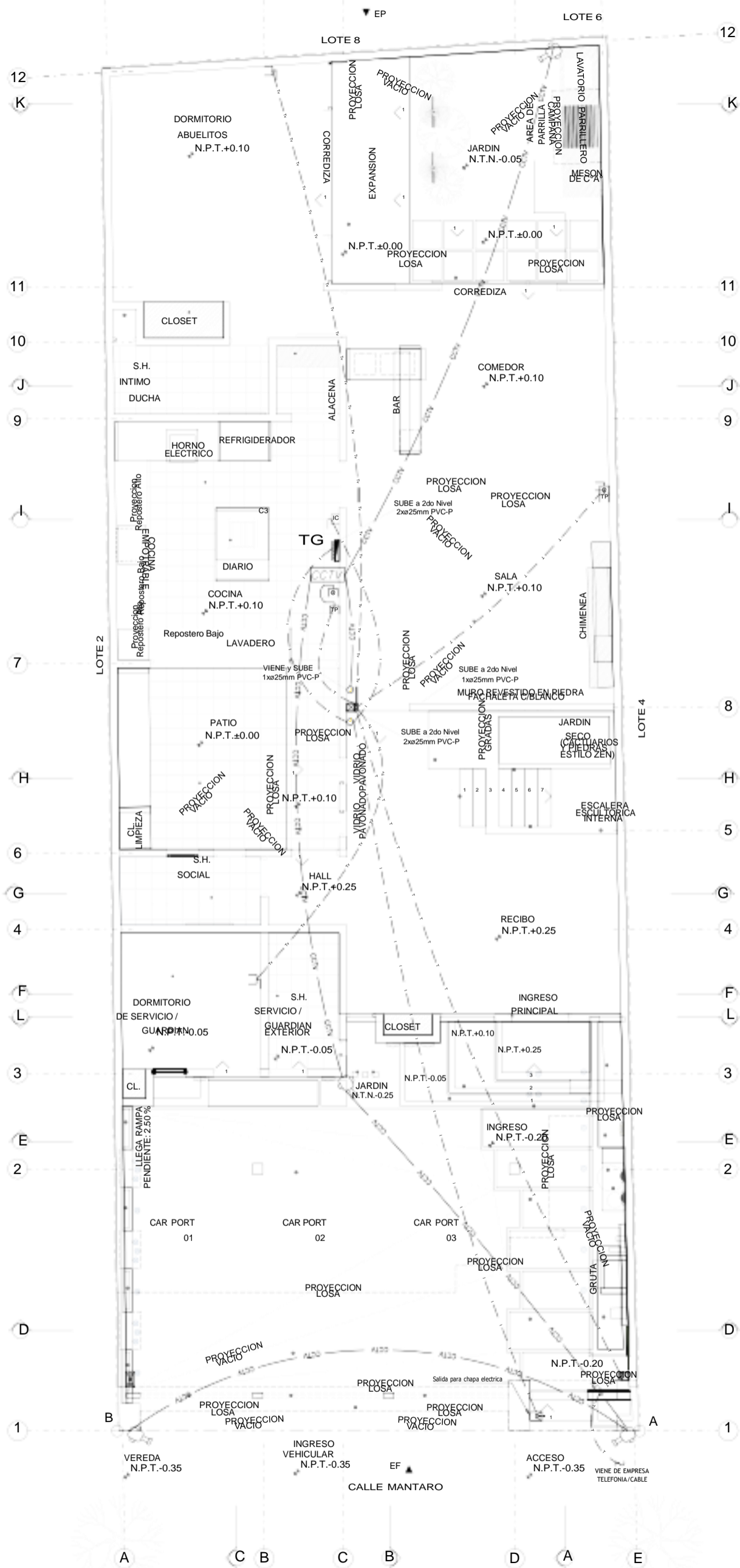
OBRA: **"CASO ESTUDIO"**

PLANO: **IE-1**

**Universidad Católica de Santa María**  
 Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales  
 Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica

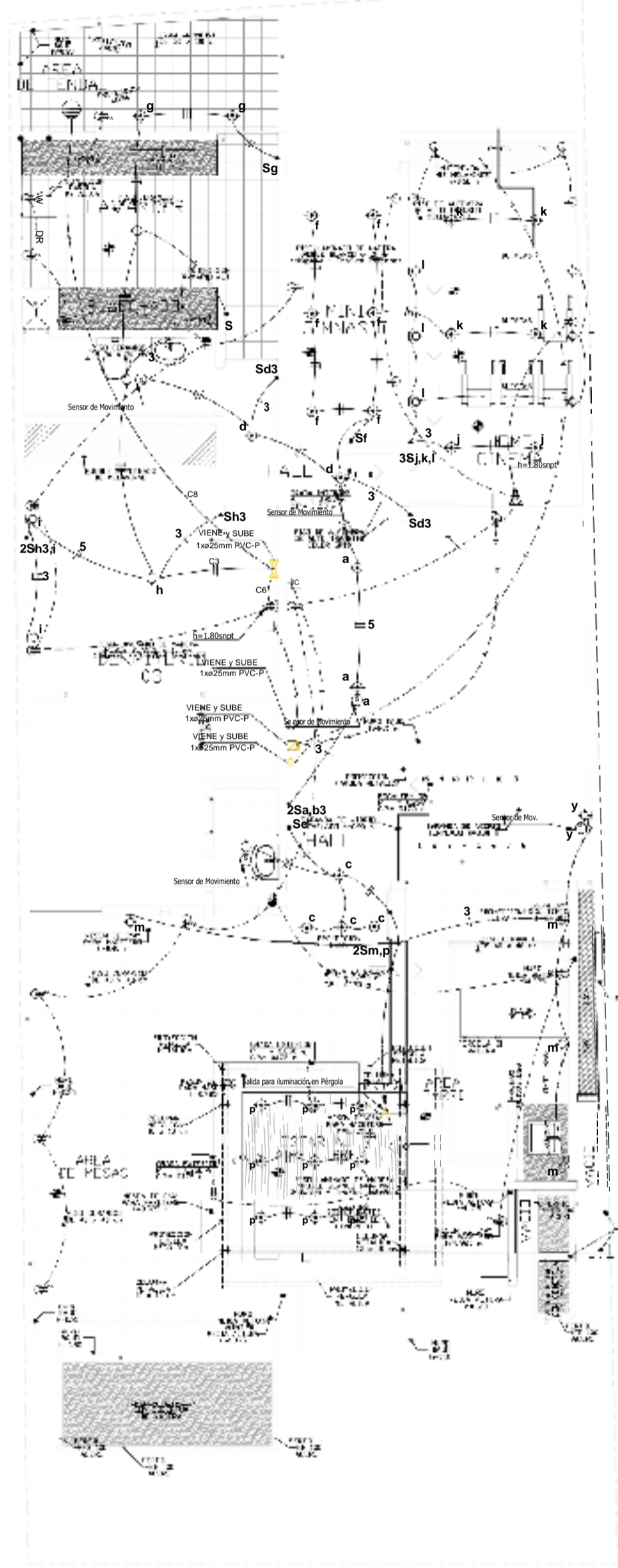
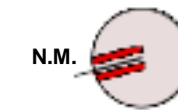
BACHILLER: **Richard David Alegre Canaza**  
 ESCALA: FECHA:

PROVINCIA: DISTRITO: Nº DE LAMINA:

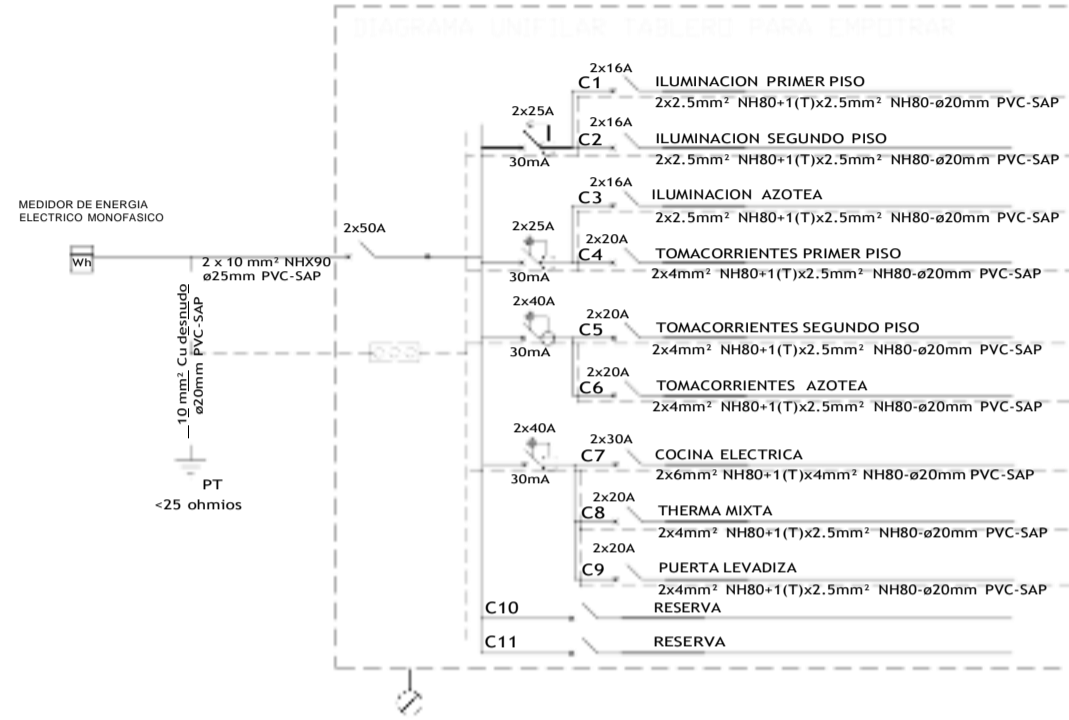


# LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, TIPO UNIVERSAL + DX DUPLEX USA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR	0.45
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, DX DUPLEX USA CON PLACA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR	1.20
	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR EN PISO, con lampara downlight LED 10W Philips SPOT LIGHT, EN PISO, IK 10	
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, TIPO UNIVERSAL + DX DUPLEX USA CON PLACA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR EN CAJA DE FºGº RECTANGULAR	1.80
	SALIDA DE FUERZA (TUBERIA FºGº CONDUIT FLEXIBLE) CONEXION DIRECTA A BORNERA DE THERMA	1.80
	DOBLE SALIDA PARA COCINA ELECTRICA/ SALIDA PARA EXTRACTOR EN CAJA DE FºGº RECTANGULAR	0.60/1.80
	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR, con lampara downlight LED 10W Philips SPOT LIGHT	
	ARTEFACTO TIPO BRAQUET, PARA ADOSAR EN PARED EN CAJA DE FºGº OCTOGONAL	1.80
	CENTRO DE LUZ EN CAJA DE FºGº OCTOGONAL	
	Salida Televisor, Cable EN CAJA DE FºGº RECTANGULAR	1.80
	Salida Teléfono interno, Salida de Internet EN CAJA DE FºGº RECTANGULAR	0.45
	Salida Intercomunicador EN CAJA DE FºGº RECTANGULAR	1.40
	Salida intercomunicador unidad externa	
	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, TIPO UNIVERSAL 5025 + 5028 DX DUPLEX USA IDROBOX DE BTICINO/ PA (a prueba de agua) IP65, en caja FºGº RECTANGULAR	0.45
	CAJA DE PASE OCTOGONAL, CUADRADA 100mmx100mm (salvo indicacion)	0.45
	TABLERO ELECTRICO METALICO incluye barra de tierra, directorio de circuitos tapas de reserva y señalizacion de riesgo electrico.	Borde Superior 1.80
	Interruptor Diferencial (ID) 30mA Schneider Electric o similar	
	Interruptor Termomagnetico Schneider Electric o similar	
	No. DE CONDUCTORES DEFINIDOS (usar codigo de colores) Neuro : Blanco, Fase R: Rojo, Fase S: Azul, Fase T: Negro, Tierra: Verde	
	INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE, DOBLE Y DE CONMUTACION 03 VIAS (Simple y Doble)	1.10
	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR EN PARED, con lampara LED 3W Philips luminaria led empotrada. (caja de 2x2")	
	POZO DE PUESTA A TIERRA (incluye caja de registro 0.30x0.30m señalizado)	
	Tubería embutida en piso, en PVC SAP 25mmØ (Red eléctrica alimentadores)	
	Tubería embutida en techo o pared, en PVC SAP 20mmØ, Iluminación	
	Tubería embutida en piso o pared, en PVC SAP 20mmØ, Tomacorrientes	
	Tubería embutida en piso o pared, en PVC SAP 20mmØ, Iluminación	
	Tubería embutida en Techo o Pared para Intercomunicador PVC SAP 20mmØ	
	Tubería embutida en Piso para Telefono PVC SAP 25mmØ	
	Tubería embutida en Pared PVC para Cable de TV PVC SAP 25mmØ	
	SALIDA DE FUERZA (TUBERIA FºGº CONDUIT FLEXIBLE) CONEXION DIRECTA A BORNERA DE LA ELECTROBOMBAMOTOR ELECTRICO	
	CENTRAL DE VIDEO	
	SALIDA PARA CAMARA IP (88), EN CAJA DE FºGº RECTANGULAR	
	Tubería embutida en Piso para CCTV PVC SAP 25mmØ	



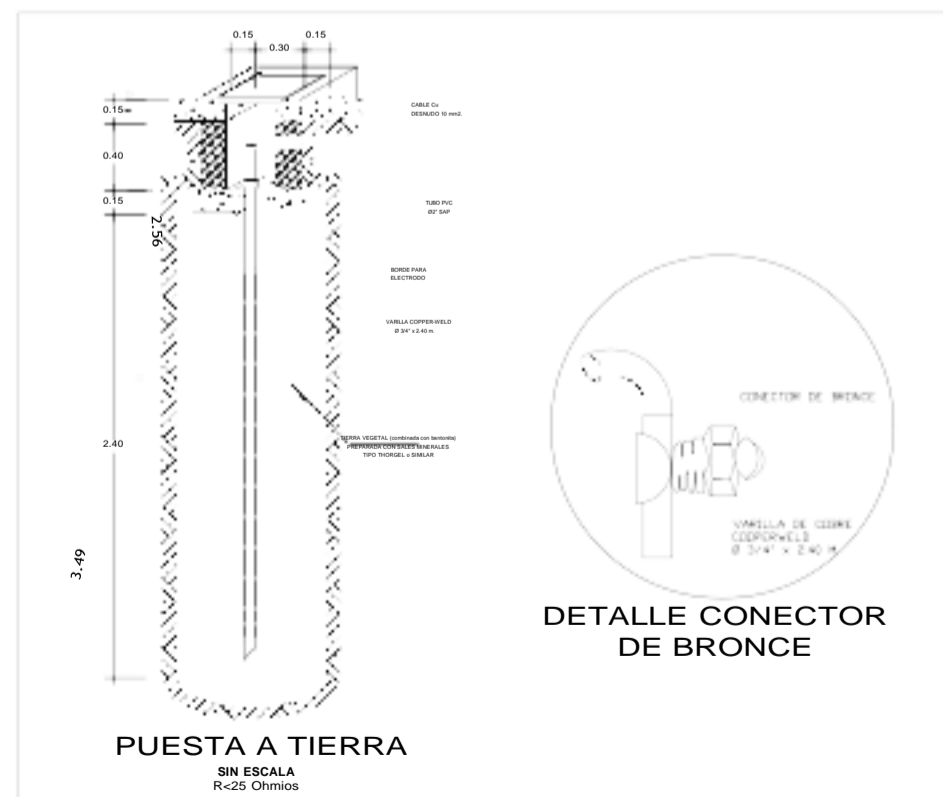
### TG (TABLERO GENERAL)



### CUADRO DE CARGAS T.G.

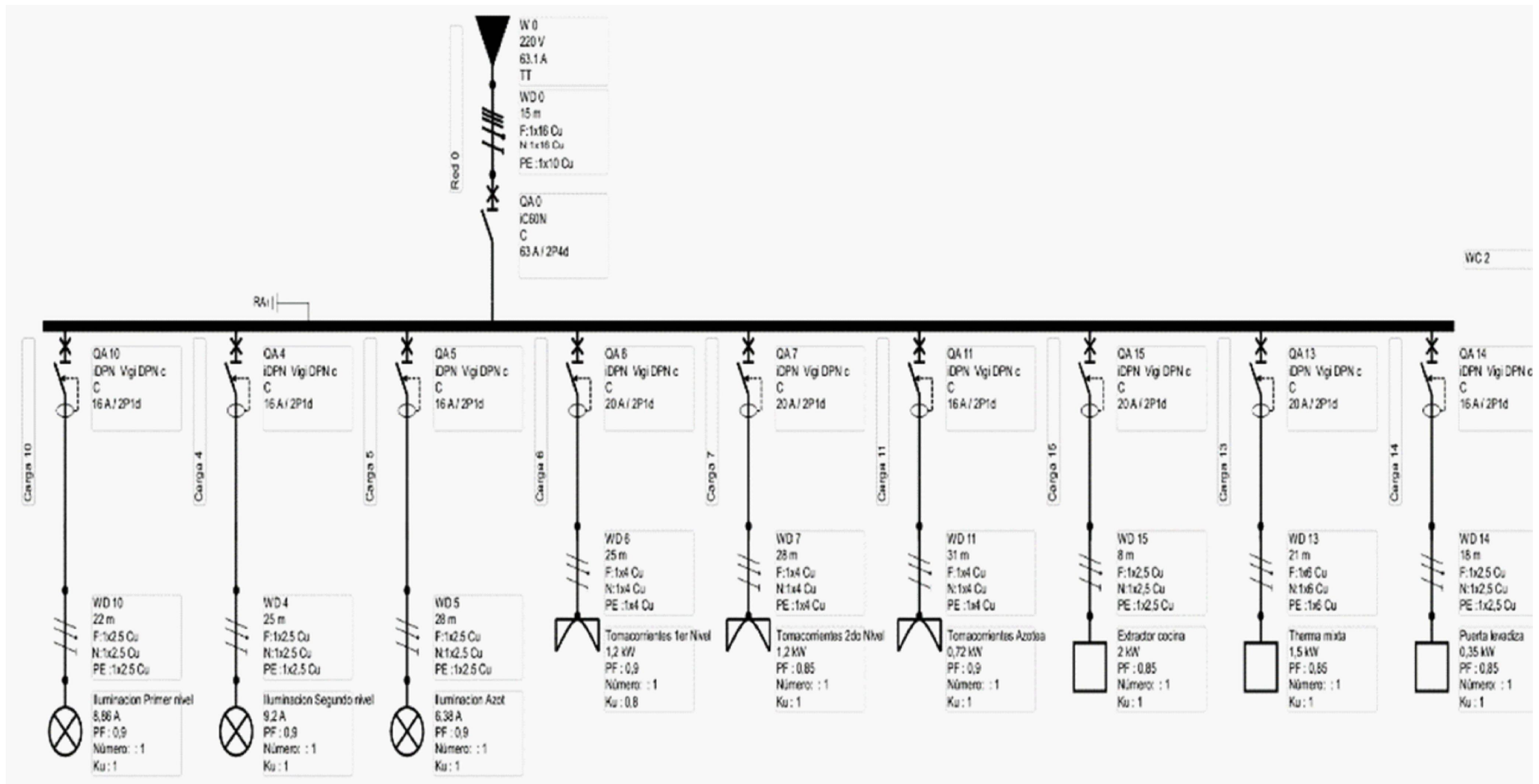
TIPO DE ACTIVIDAD	CARGA BASICA	AREA CONSTRUIDA	POTENCIA INSTALADA W	FACTOR DE DEMANDA %	MAXIMA DEMANDA W
VIVIENDA	2,500 W 1ros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 2dos. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup> 1,000 W 3eros. 90 m <sup>2</sup>	450 m <sup>2</sup>	6,500	1.0	6,500
EXTRACTOR COCINA	2,000 W	1 UND	2,000	1.0	2,000
THERMA MIXTA	1,500 W	1 UND	1,500	1.0	1,500
<b>TOTAL</b>			<b>10,000</b>		

$I_{10} = 50.50A$ ;  $V = 220V$ , 60 Hz,  $\cos \theta = 0.9$   
 2 x 10 mm<sup>2</sup> NHX90+ 1(T) x 10 mm<sup>2</sup> Cu desnudo



### LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA
[Symbol]	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, TIPO UNIVERSAL + DX DUPLEX USA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR	0.45
[Symbol]	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, DX DUPLEX USA CON PLACA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR	1.20
[Symbol]	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR EN PISO, con lampara downlight LED 10W Philips SPOT LIGHT, EN PISO, IK 10	
[Symbol]	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, TIPO UNIVERSAL + DX DUPLEX USA CON PLACA DE ALUMINIO ANODIZADO, MATIX DE BTICINO O SIMILAR EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> RECTANGULAR	1.80
[Symbol]	SALIDA DE FUERZA (TUBERIA FIG <sup>o</sup> CONDUIT FLEXIBLE) CONEXION DIRECTA A BORNERA DE THERMA	1.80
[Symbol]	DOBLE SALIDA PARA COCINA ELECTRICA/ SALIDA PARA EXTRACTOR EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> RECTANGULAR	0.60/1.80
[Symbol]	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR, con lampara downlight LED 10W Philips SPOT LIGHT	
[Symbol]	ARTEFACTO TIPO BRAQUET, PARA ADOSAR EN PARED EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> OCTOGONAL	1.80
[Symbol]	CENTRO DE LUZ EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> OCTOGONAL	
[Symbol]	Salida Televisor - Cable EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> RECTANGULAR	1.80
[Symbol]	Salida Teléfono interno, Salida de Internet EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> RECTANGULAR	0.45
[Symbol]	Salida Intercomunicador EN CAJA DE FIG <sup>o</sup> RECTANGULAR	1.40
[Symbol]	Salida intercomunicador unidad externa	
[Symbol]	TOMACORRIENTE DOBLE 2P+T, TIPO UNIVERSAL 5025 + 5028 DX DUPLEX USA IDROBOX DE BTICINO/ PA (a prueba de agua) IP65, en caja FIG <sup>o</sup> RECTANGULAR	0.45
[Symbol]	CAJA DE PASE OCTOGONAL, CUADRADA 100mmx100mm (salvo indicacion)	0.45
[Symbol]	TABLERO ELECTRICO METALICO incluye barra de tierra, directorio de circuitos tapas de reserva y señalizacion de riesgo electrico.	Borde Superior 1.80
[Symbol]	Interruptor Diferencial (ID) 30mA Schneider Electric o similar	
[Symbol]	Interruptor Termomagnético Schneider Electric o similar	
[Symbol]	No. DE CONDUCTORES DEFINIDOS (usar codigo de colores) Neutro : Blanco, Fase R: Rojo, Fase S: Azul, Fase T: Negro, Tierra: Verde	
[Symbol]	S. ; 25. ; 53 INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE, DOBLE Y DE CONMUTACION 03 VIAS (Simple y Doble)	1.10
[Symbol]	ARTEFACTO SPOT PARA EMPOTRAR EN PARED, con lampara LED 3W Philips luminaria led empotrada. (caja de 2x2)	
[Symbol]	POZO DE PUESTA A TIERRA (incluye caja de registro 0.30x0.30m señalizado)	
[Symbol]	Tubería embutida en piso, en PVC SAP 25mmØ (Red eléctrica alimentadores)	
[Symbol]	Tubería embutida en techo o pared, en PVC SAP 20mmØ, Iluminación	
[Symbol]	Tubería embutida en piso o pared, en PVC SAP 20mmØ, Tomacorrientes	
[Symbol]	Tubería embutida en piso o pared, en PVC SAP 20mmØ, Iluminación	
[Symbol]	Tubería embutida en Techo o Pared para Intercomunicador PVC SAP 20mmØ	
[Symbol]	Tubería embutida en Piso para Telefono PVC SAP 25mmØ	
[Symbol]	Tubería embutida en Pared PVC para Cable de TV PVC SAP 25mmØ	
[Symbol]	SALIDA DE FUERZA (TUBERIA FIG <sup>o</sup> CONDUIT FLEXIBLE) CONEXION DIRECTA A BORNERA DE LA ELECTROBOMBAMOTOR ELECTRICO	



WC 2