

Cálculos Eléctricos para Instalaciones de Uso Final Utilizando el Software Revit

Saúl Ricardo Ariza Rueda y Nicole Faindry Cortés Hernández

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Electricista

Director

Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga

Doctor en Ingeniería Eléctrica

Codirector

José David Cortés

Magíster en Ingeniería Eléctrica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones

Bucaramanga

2020

### **Dedicatoria**

Este trabajo de grado, como el último esfuerzo y peldaño por superar en mi carrera como profesional y que se convierte en el puente a más proyectos, se lo dedico a mi madre Yormary Hernández, que como siempre me dijo: “La mejor herencia que me puede dejar es estudiar”.

Nicole Cortés.

### **Agradecimientos**

Primero gracias a Dios por permitirme llegar donde estoy y ser lo que he logrado, gracias a mi madre y abuela por apoyarme y acompañarme siempre, por ser su prioridad y dar su mayor esfuerzo para que mis sueños se cumplan, espero siempre llenarlas de orgullo porque son mi motor y motivación en la vida, las amo.

Gracias a mis mejores amigos Andrés Rodríguez y Dayanna Ruiz, porque a pesar de la distancia siempre los sentí cerca con sus palabras de apoyo y motivación en momentos difíciles, por creer en mí y ser soñadores, gracias por las risas, momentos de felicidad y compañía de tantos años.

Gracias al alma mater y las tierras santandereanas por acogerme y ser el puente al crecimiento profesional, por permitirme conocer grandes personas como Tatihana, Teresa, Saúl, Reina y Alejandro, siempre los recordaré.

Nicole Cortés.

En agradecimiento a Dios, a mis padres, hermanas, mi cuñado Fernando, mi amado sobrino Gabito y demás familiares por el apoyo a lo largo de esta etapa de mi vida, a mis amigos, compañeros y docentes por todos los momentos compartidos, por sus buenos deseos y apoyo en los momentos más difíciles.

Saúl Ricardo Ariza Rueda.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	13
1. Caso de estudio y principales requerimientos para el diseño de la instalación eléctrica .....	14
1.1. Descripción del caso de estudio .....	15
1.2. Demanda máxima de la instalación y tipo de diseño .....	16
2. Diseño convencional de la instalación eléctrica .....	20
2.1. Diseño de iluminación .....	21
2.2. Diseño de fuerza .....	27
2.3. Cuadro de cargas .....	31
2.4. Diagrama unifilar .....	33
2.5. Diseño de sistema de puesta a tierra .....	34
2.5.1. Selección del calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos .....	36
2.5.2. Selección del electrodo de puesta a tierra .....	36
3. Diseño de la instalación eléctrica con apoyo de REVIT .....	37
3.1. Diseño de iluminación en REVIT .....	43
3.2. Diseño de fuerza en REVIT .....	54
3.3. Tabla de planificación de paneles en REVIT .....	69
3.3.1. Tabla de cantidades de recursos .....	72
3.4. Diagrama unifilar en REVIT .....	77
3.5. Resultados del diseño de la instalación eléctrica en REVIT .....	78

4. Ventajas y limitaciones de los cálculos eléctricos del software REVIT.....	80
4.1. Ventajas.....	81
4.2. Limitaciones.....	82
5. Conclusiones.....	84
Referencias bibliográficas.....	86
Apéndices.....	88

**Lista de tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Carga instalada de cargas especiales .....	17
Tabla 2. Demanda máxima .....	18
Tabla 3. Métodos de cálculos eléctricos en REVIT.....	75

**Lista de figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Vivienda unifamiliar.....	16
Figura 2. Disposición de luminarias en comedor.....	22
Figura 3. Gama de grises de acuerdo con la disposición de luminarias .....	23
Figura 4. Cálculos de iluminancia .....	24
Figura 5. Plano de iluminación primera planta.....	25
Figura 6. Plano iluminación segunda planta.....	26
Figura 7. Plano eléctrico diseño de fuerza primera planta.....	29
Figura 8. Plano eléctrico diseño de fuerza segunda planta .....	30
Figura 9. Cuadro de cargas tablero de distribución primera planta .....	31
Figura 10. Cuadro de cargas tablero de distribución segunda planta .....	32
Figura 11. Cuadro de cargas tablero general de alimentación .....	32
Figura 12. Diagrama unifilar cálculos eléctricos para instalaciones de uso final utilizando el software AUTOCAD .....	34
Figura 13. Electrodo de puesta a tierra .....	35
Figura 14. Alimentación y conexión del sistema de puesta a tierra.....	37
Figura 15. Apertura en plantilla de trabajo .....	39
Figura 16. Comandos rápidos y barra de herramientas.....	39
Figura 17. Grupo de Herramientas MEP .....	40
Figura 18. Ventana de navegador de proyectos .....	41
Figura 19. Paleta de propiedades .....	42

Figura 20. Ventana de trabajo.....	42
Figura 21. Pestañas de inicio para la instalación de luminarias.....	43
Figura 22. Tipos de colocación de luminarias .....	44
Figura 23. Ventana propiedades de las luminarias .....	44
Figura 24. Ventana propiedades de tipo .....	45
Figura 25. Cableado y circuito de iluminación de la primera planta .....	47
Figura 26. Cableado y circuito de iluminación de la segunda planta .....	48
Figura 27. Conectores y tubos en circuito de iluminación.....	49
Figura 28. Configuración de tubos conectados.....	49
Figura 29. Herramienta sección para vista lateral.....	50
Figura 30. Vista lateral empleando la herramienta de sección .....	51
Figura 31. Definición de origen de luz .....	52
Figura 32. Iluminación media estimada en área seleccionada.....	53
Figura 33. Configuración de tabla de planificación.....	54
Figura 34. Plano eléctrico diseño de fuerza primera planta.....	55
Figura 35. Plano eléctrico diseño de fuerza segunda planta .....	56
Figura 36. Insertar tomacorriente.....	57
Figura 37. Selección del tipo de tomacorriente .....	58
Figura 38. Cargar familia de tomacorrientes .....	59
Figura 39. Colocación de los tomacorrientes.....	59
Figura 40. Insertar tablero eléctrico .....	60
Figura 41. Cargar familia de panel de distribución eléctrico.....	61
Figura 42. Selección del sistema de distribución para el Panel .....	61

Figura 43. Selección elementos del circuito .....	62
Figura 44. Selección del panel de distribución .....	63
Figura 45. Cableado del circuito en cocina.....	64
Figura 46. Características del cableado .....	64
Figura 47. Editar conexiones de tomacorriente .....	66
Figura 48. Conexión de tubería eléctrica .....	67
Figura 49. Dibujo de tubería eléctrica.....	68
Figura 50. Diámetro de tubería eléctrica.....	68
Figura 51. Tubería eléctrica circuito cocina .....	69
Figura 52. Crear tablas de planificación de paneles .....	70
Figura 53. Configuración factor de demanda .....	71
Figura 54. Tabla de planificación de paneles en tablero de la primera planta.....	72
Figura 55. Crear tablas de planificación de cantidades.....	73
Figura 56. Configuración de campos disponibles en tabla de planificación de cantidades .....	74
Figura 57. Tabla de planificación de cantidades.....	74
Figura 58. Diagrama unifilar en REVIT .....	78
Figura 59. Detalles modelado de instalación eléctrica.....	79
Figura 60. Red eléctrica instalación de uso final .....	80

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Plano eléctrico iluminación convencional.....	88
Apéndice B. Plano eléctrico de fuerza convencional.....	89
Apéndice C. Plano eléctrico sistema de puesta a tierra. ....	90
Apéndice D. Plano iluminación y fuerza REVIT. ....	91
Apéndice E. Plano tendido eléctrico REVIT. ....	92
Apéndice F. Tablas de planificación cantidades.....	93
Apéndice G. Cuadro de cargas REVIT. ....	94
Apéndice H. Diagrama unifilar REVIT. ....	96

## Resumen

**Título:** Cálculos eléctricos para instalaciones de uso final utilizando el software REVIT.\*

**Autor:** Saúl Ricardo Ariza Rueda y Nicole Faindry Cortés Hernández.\*\*

**Palabras Clave:** Revit, Metodología BIM, Diseño eléctrico, Instalaciones de uso final.

### Descripción:

Las instalaciones eléctricas de uso final requieren de un diseño previo a su construcción el cual está conformado por planos, cuadro de cargas, memoria de cálculos y demás entregables exigibles por la normatividad vigente de acuerdo con el tipo de proyecto. La elaboración de los planos se realiza con la ayuda de AutoCAD y otros programas con aplicaciones específicas, es el caso de DIALux para sistemas de iluminación interior como exterior y Excel que es muy usado para realizar los cuadros de cargas, cálculos de regulación, etc. No obstante, en los últimos años se ha venido desarrollando la metodología BIM y nuevas herramientas que ayudan al modelado y diseño de las instalaciones eléctricas. Una de estas herramientas software es REVIT de AUTODESK que permite diseñar bajo un mismo entorno y de manera simultánea, todos los sistemas que conforman una instalación según su naturaleza funcional, bien sea, eléctrica, hidráulica, gas y arquitectónica. con base en la metodología BIM. A pesar de que REVIT ha sido más empleado en el gremio arquitectónico y civil, se busca explorar mediante este trabajo de grado las herramientas que ofrece en la parte eléctrica tanto de modelado como a nivel de cálculos eléctricos. Se tomará como caso de estudio una vivienda unifamiliar, presentando el diseño tanto de forma convencional como implementando metodología BIM, determinando las ventajas y limitaciones de usar REVIT.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Doctor en Ingeniería Eléctrica. Codirector: José David Cortés, Magíster en Ingeniería Eléctrica.

### Abstract

**Title:** Electrical calculations for end use installations using REVIT software.\*

**Author:** Saúl Ricardo Ariza Rueda y Nicole Faindry Cortes Hernández\*\*

**Key Words:** Revit, BIM methodology, electrical design, end-use facilities.

**Description:**

End-use electrical installations require a design prior to construction, which is made up of plans, load charts, calculations memory and other deliverables required by current regulations according to the type of project. The drawing is done with the help of AutoCAD and other programs with specific elaboration applications, in the case of DIALux for interior and exterior lighting systems and Excel, which is widely used to carry out load tables, regulation calculations, etc. However, in recent years the BIM methodology and new tools have been developed to help the modeling and design of electrical installations. One of these software tools is REVIT by AUTODESK, which allows to design under the same environment and simultaneously, all the systems that make up an installation according to their functional nature, be it electrical, hydraulic, gas and architectural. based on the BIM methodology. Despite the fact that REVIT has been used more in the architectural and civil guild, it seeks to explore through this degree work the tools that it offers in the electrical part, both in modeling and at the level of electrical calculations. A single-family home will be considered as a study, presenting the design both in a conventional way and implementing BIM methodology, determining the advantages and limitations of using REVIT.

---

\* Bachelor Thesis.

\*\* Facultad de Ingenierías Físicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: Óscar Arnulfo Quiroga Quiroga, Doctor en Ingeniería Eléctrica. Codirector: José David Cortés, Magíster en Ingeniería Eléctrica.

## Introducción

Las empresas constructoras han venido mejorando sus procesos de planeación de proyectos cambiando el mecanismo tradicional de diseño por la metodología BIM que permite desarrollar bajo un mismo entorno, los modelos y planos de las distintas especialidades que intervienen en un proyecto. Una de las herramientas de software que permiten esta interacción para el desarrollo de un diseño es REVIT de AUTODESK, que en la disciplina eléctrica ofrece la posibilidad de realizar algunos cálculos eléctricos exigidos en el artículo 10.1 del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), dentro de los entregables del diseño.

En este trabajo de grado se explorarán las funcionalidades de REVIT en lo referente al modelado y cálculo de las instalaciones eléctricas. Se plantea como caso de estudio el diseño eléctrico de una vivienda unifamiliar, en donde se utilizarán varias de las utilidades de REVIT para llevarlo a cabo y finalmente se realiza un comparativo entre el diseño convencional y la metodología BIM en donde se identifican las ventajas y desventajas de REVIT frente a las herramientas convencionales.

En un diseño convencional de instalaciones eléctricas se utilizan programas como AutoCAD, DIALux y Excel, permitiendo modelar la instalación en 2D. Sin embargo, el modelado realizado en 2D, no permite una proyección de la instalación, por lo cual se dificulta dimensionar la cantidad real de cableado, tubería y ubicaciones de los elementos ya que posiblemente se puede cruzar con cualquier otro tipo de instalación diferente a la eléctrica. En adición al dibujo se requiere realizar por separado el cálculo del cuadro de cargas, diseño del alumbrado, simulación de protecciones, etc. En consecuencia, a lo anterior se plantea como objetivo general en el presente

trabajo de grado “evaluar las utilidades que ofrece el software REVIT para los cálculos eléctricos en el proceso de diseño de instalaciones de uso final, a partir de casos de estudio” y como objetivos específicos se propone:

- Implementar un caso de estudio que permita la validación de las utilidades para cálculos eléctricos que ofrece el software REVIT.
- Identificar las utilidades que ofrece el software REVIT para los cálculos de diseño de una instalación eléctrica de uso final.
- Establecer las ventajas y limitaciones de REVIT para el desarrollo de los cálculos eléctricos requeridos en el proceso de diseño, a partir de los resultados del caso de estudio.

A lo largo del presente documento se expone las generalidades, el proceso de dibujo y cálculos del diseño eléctrico de la vivienda unifamiliar respectivamente, en cada uno de los métodos de diseño a comparar tanto de manera convencional como con REVIT, con la finalidad de explorar las prestaciones que presenta REVIT en cálculos eléctricos y así determinar sus ventajas y limitaciones.

## **1. Caso de estudio y principales requerimientos para el diseño de la instalación eléctrica**

El objetivo de una instalación eléctrica de uso final es alimentar los dispositivos y aparatos conectados a ella, cumpliendo con los requisitos legales y normativos exigibles contenidos

principalmente en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050), el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), entre otras normas. La aplicación del RETIE en las instalaciones eléctricas presumen la idoneidad en los profesionales legalmente acreditados y competentes para la realización del respectivo diseño, ya sea detallado o simplificado, cumpliendo restricciones y exigencias dentro de los cuales incluye simbología, niveles de tensión, niveles de iluminación, la distribución de los elementos que la componen para la adecuada ubicación incluyendo sus distancias y alturas, y la distribución balanceada de los circuitos ramales. La lista completa de los entregables del diseño según el tipo de instalación y complejidad aparece en el artículo 10.1 del RETIE en los literales de la “a” a la “w”.

En este trabajo de grado son de especial interés las instalaciones eléctricas residenciales, por ser las más comunes y en donde frecuentemente se observan errores de diseño o construcción. Las instalaciones residenciales abarcan desde las viviendas unifamiliares hasta conjuntos habitacionales que incluyen zonas comunes en urbanizaciones de propiedad horizontal. Estas instalaciones tienen distintos grados de complejidad y riesgo, las hay básicas y especiales.

### **1.1. Descripción del caso de estudio**

Como caso de estudio se tomó una vivienda unifamiliar de tipo campestre mostrada en la Figura 1. La mencionada vivienda consta de dos plantas: la primera se compone de espacios de uso común y de convivencia - cocina, sala comedor, lavadero, baño común y parqueadero, en la segunda planta se encuentran tres dormitorios, dos baños (privado en habitación y de uso común), sala de estar y un balcón. Se consideran aires acondicionados en las habitaciones, calentadores de

agua en los baños y estufa eléctrica para la cocina, así como, las salidas de tomacorrientes de uso general y la iluminación para cada área de la vivienda.

### **Figura 1**

*Vivienda unifamiliar.*



El modelo arquitectónico de la vivienda en REVIT es el punto de partida del diseño eléctrico, siendo exportada a AUTOCAD para proceder con la elaboración del diseño eléctrico de manera convencional.

### **1.2. Demanda máxima de la instalación y tipo de diseño**

Partiendo de la sección 220.12 de la NTC 2050 segunda actualización, se tiene que, la carga mínima de alumbrado por metro cuadrado de superficie del suelo no debe ser menor a la especificada en la tabla 220.12, que corresponde a  $33 \text{ VA}/\text{m}^2$ .

Sin embargo, teniendo la cantidad de luminarias con su respectiva potencia se tiene definido la carga instalada para alumbrado. De igual forma, se aplica la sección 220.14 de la norma

NTC 2050 en la que establece que las salidas para tomacorrientes de uso general se deben calcular a un mínimo de 180 VA para cada tomacorriente sencillo o doble, además de contar con 1500 VA para pequeños artefactos y otro de 1500 VA para lavado y planchado según la sección 220.52. Para las cargas especiales se tiene las potencias mostradas en la Tabla 1 según especificaciones técnicas de fabricante:

**Tabla 1**

*Carga instalada de cargas especiales.*

<b>CARGAS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CARGA INSTALADA</b> [VA] C/U
Aire acondicionado	3	7914
Calentador de agua	2	1200
Estufa eléctrica	1	3000

De acuerdo con el artículo 220.42 de la NTC 2050, la demanda máxima de una instalación para los cálculos de la acometida no debe ser inferior a la suma de las cargas de los circuitos ramales alimentados multiplicadas por los correspondientes factores de demanda.

En concreto, el factor de demanda es aquella relación existente entre la demanda máxima de una instalación o parte de ésta y la carga total conectada a la instalación o una parte de la misma en estudio (RETIE), su valor siempre es menor que 1, debido a que la capacidad del circuito del alimentador debe ser inferior al 100% de la suma de todas las cargas del circuito conectadas al alimentador.

El factor de demanda para las cargas de alumbrado en unidades de vivienda es: primeros 3000 VA o menos van a un factor de demanda del 100%, de 3001 a 120000 VA un factor de demanda del 35% y a partir de 120000 VA se tiene un 25%, según la tabla 220.42 de la NTC 2050.

Para los equipos adicionales como aire acondicionado en los dormitorios, calentadores de agua para los baños y estufa eléctrica, es preciso revisar otras secciones de la NTC 2050: calentador 65% según la sección 220.82, aire acondicionado 100% según la sección 220.83 y estufa eléctrica 80% sección 220.55 en Tabla 2 se resume los factores de demanda aplicables a las distintas cargas.

**Tabla 2**

*Demanda máxima.*

CARGA	CANTIDAD	SUMATORIA		DEMANDA MAXIMA [VA]
		CARGA INSTALADA [VA]	FACTOR DE DEMANDA %	
Propósito general y alumbrado		6633	(Primeros 3000 VA al 100% y el resto al 35%)	5321.55
Lavado y planchado		1500		
Pequeños artefactos		1500		
Aire acondicionado	3	7914	100%	7914

Calentador de agua	2	1200	65%	780
Cocina cerámica	1	3000	80%	2400
TOTAL		17100		16400

La demanda máxima de la vivienda unifamiliar es de 16.4 [kVA] según los cálculos realizados en la tabla 2, y pese a que esta resulta fuera del rango que exige el RETIE para ser un diseño simplificado, se llevó a cabo siguiendo las exigencias para este diseño por tratarse de una instalación tipo vivienda unifamiliar.

La clasificación del caso de estudio es simplificada, toda vez que la demanda máxima debe ser mayor a 7 [kVA] y menor o igual a 15 [kVA], con tensión no superior a 240 V, no tengan ambientes o equipos especiales y no hagan parte de edificaciones unifamiliares o construcciones consecutivas objeto de una misma licencia o permiso de construcción que tengan más de cuatro cuentas del servicio de energía y se especifique lo siguiente (RETIE):

- Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- Diseño del sistema de puesta a tierra.
- Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes.
- Cálculos de canalizaciones y volumen de encerramientos (tubos, ductos, canaletas).
- Cálculos de regulación.
- Elaboración de diagramas unifilares.
- Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- Establecer las distancias de seguridad requeridas.

Los mencionados requerimientos son algunos de los entregables que conforman el diseño según el tipo de instalación y complejidad que impone los literales de la “a” a la “w” artículo 10.1 del RETIE, los cuales, se irán exponiendo detalladamente, tanto para el diseño convencional como el diseño implementado con metodología BIM.

## **2. Diseño convencional de la instalación eléctrica**

Las herramientas más comunes usadas en el sector con las que se llevará a cabo el desarrollo del caso de estudio son AutoCAD, DIALux y Excel.

AutoCAD de Autodesk es un software para dibujo en dos y tres dimensiones. Es el programa más usado por los profesionales en arquitectura, ingeniería, diseño, entre otros. Este Software permite realizar los planos de iluminación, fuerza (tomacorrientes de uso general), diagramas unifilares y los diferentes elementos que requiera de dibujo. Los comandos básicos para el desarrollo de diseño se clasifican en comandos de dibujo 2D que comprenden la creación de todo tipo de figuras geométricas, dentro de ellas, líneas, rectángulos círculos, arcos, comandos de visualización para poder desplazarse y tener una vista alejada o ampliada de los planos, comandos de modificación para realizar cambios en las figuras y comandos de *object snap* que permiten la precisión en ajustes perpendiculares, paralelos o la dirección que se requiera.

DIALux por su parte es un software gratuito de DIAL, siendo uno de los programas más utilizados para diseñar el sistema de iluminación de interiores, exteriores y vial. Este software realiza un análisis cuantitativo por medio de la renderización 3D, permitiendo ajustarlo a los

niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias del artículo 4.10.1 del RETILAP.

En el caso de Excel, se aprovecha para la elaboración de cuadros de cargas ya sea de forma manual o automatizada, tabulación y ejecutar los entregables de diseño que requieran de este software.

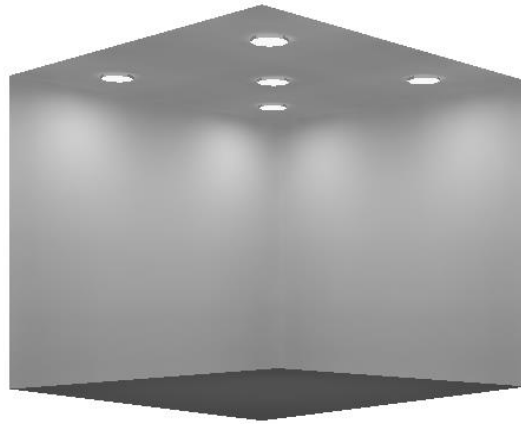
## **2.1. Diseño de iluminación**

El diseño de alumbrado para el caso de estudio se realiza con el software de DIALux, cumpliendo con los niveles de iluminación o iluminancias y distribución de luminancias de la sección 4.10.1 de RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación de Alumbrado Público), seleccionando luminarias led de 24 [W] y 13 [W] para distribución en la totalidad de la vivienda.

En la Figura 2 se observa una de las áreas de la vivienda, con la imagen 3D de la disposición de las luminarias.

**Figura 2**

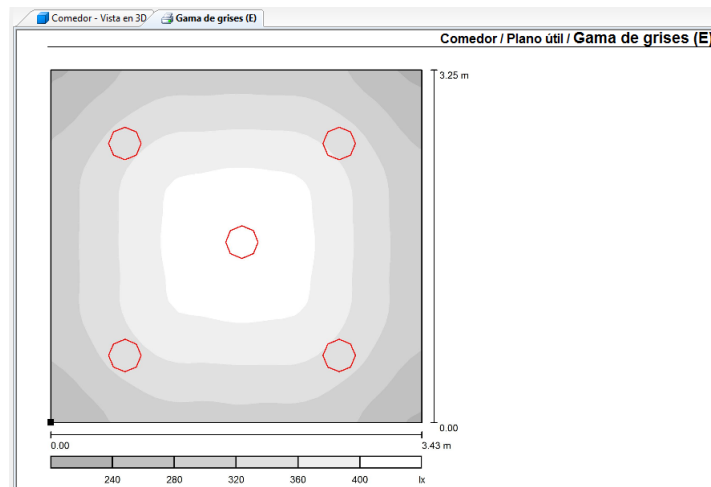
*Disposición de luminarias en comedor.*



En la Figura 3 se observa la Gama de grises, que facilita el análisis de los resultados para determinar la ausencia o exceso de iluminación, correspondiendo a la tonalidad blanca, el flujo más luminoso y, por consiguiente, la tonalidad gris, a su considerable escasez.

**Figura 3**

*Gama de grises de acuerdo con la disposición de luminarias.*



En la Figura 4 se observa un listado de la superficie de cálculo de las áreas de la vivienda, en la cual se determina si cumple o no con los niveles exigidos en el artículo 4.10.1 de RETILAP, evidenciando que no se supera el valor máximo, ni se tiene un valor inferior al mínimo exigido.

**Figura 4***Cálculos de iluminancia.*

Habitació	Lista de superficies de cálculo								
n	N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	1	Superficie de cálculo	perpendicular	32 x 32	153	96	198	0.630	0.486
Sala	Lista de superficies de cálculo								
	N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	1	Superficie de cálculo	perpendicular	32 x 32	370	269	430	0.726	0.625
Cocina	Lista de superficies de cálculo								
	N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	1	Superficie de cálculo	perpendicular	64 x 32	242	167	292	0.691	
Comedor	Lista de superficies de cálculo								
	N°	Designación	Tipo	Trama	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
	1	Superficie de cálculo	perpendicular	32 x 32	353	258	426	0.730	0.606

Una vez se obtiene la simulación en DIALux de la totalidad de los compartimientos de la edificación, el mismo programa brinda la opción de exportar el archivo en formato DWG, es decir, que se exporta a AutoCAD el plano en 2D con el símbolo de las luminarias en la respectiva posición que se simuló. Con base a este archivo se procede a dibujar en AutoCAD el plano de iluminación que incluye la simbología de luminarias, interruptores y tubería eléctrica por techo que conectan con el tablero de distribución, el cual se observa en la Figura 5 y Figura 6 (Apéndice A).

Figura 5

Plano de iluminación primera planta.

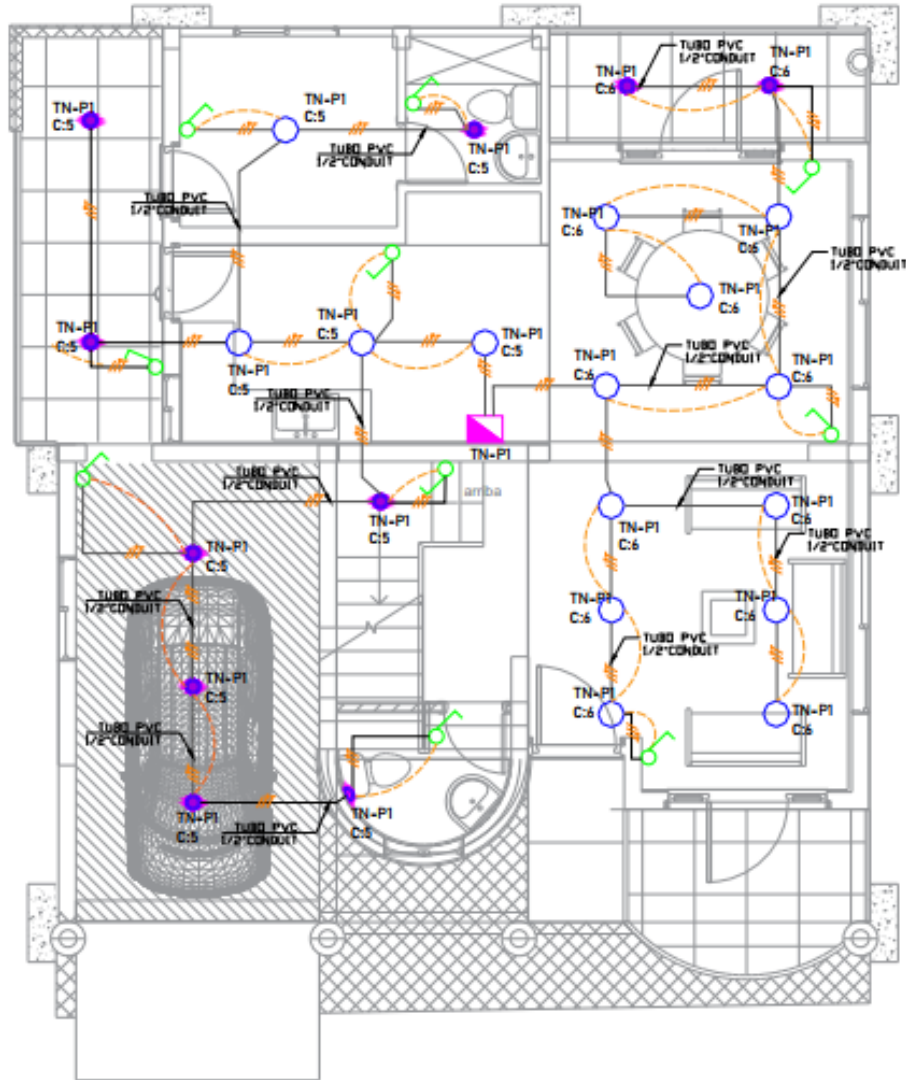
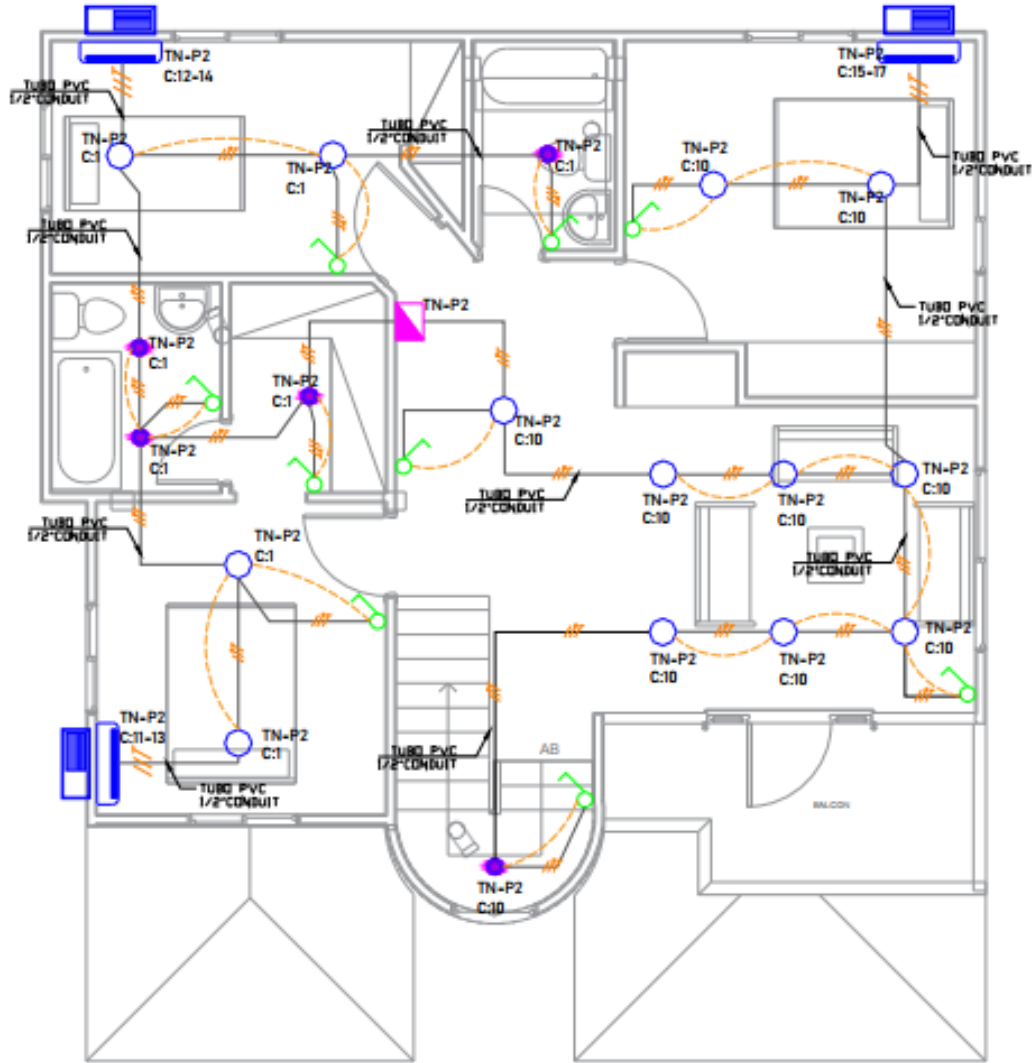


Figura 6

Plano iluminación segunda planta.



## 2.2. Diseño de fuerza

El diseño de fuerza comprende las salidas de tomacorrientes y equipos con su respectiva distribución. Este proceso se lleva a cabo acorde con las secciones 210.52 hasta 210.64 de la Norma Técnica Colombiana (NTC 2050).

El RETIE indica que para dormitorios menores o iguales a 9 [m<sup>2</sup>], es aceptable disponer de solo dos tomacorrientes dobles, ubicados en paredes opuestas. Para el caso de estudio, se tienen dormitorios con un área mayor a 9 [m<sup>2</sup>], por ende; se dispuso de 3 y 4 tomacorrientes dobles. En los baños, cuarto de lavado y las zonas húmedas de la vivienda familiar se dispuso de tomacorrientes GFCI, ya que el riesgo de contacto aumenta debido a la reducción de la resistencia eléctrica del cuerpo humano y los tomacorrientes deben estar protegidos con interruptor de falla a tierra.

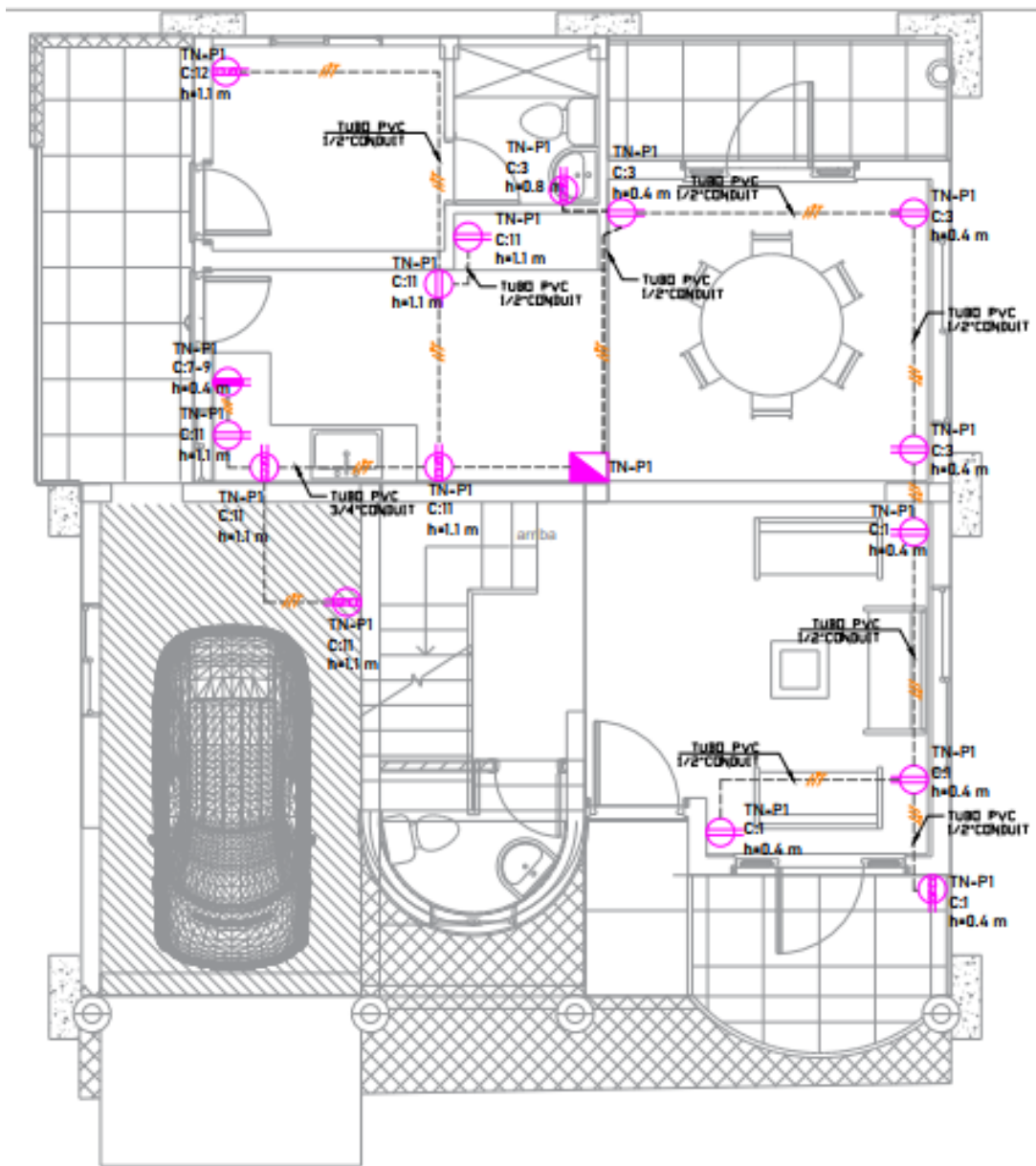
El RETIE en simultaneidad con la NTC 2050, definen los requisitos para la instalación de tomacorrientes en unidad de vivienda, comprendidos en zonas como “comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares”, en definitiva, según la norma, se deben instalar las salidas de tomacorrientes con un valor mínimo de 180 VA. La disposición general exige una separación máxima a 1.8 [m], medido horizontalmente a lo largo de la línea del piso entre cualquier espacio de la pared y un tomacorriente. La Figura 7 y Figura 8 muestran los detalles de la distribución de la vivienda.

Como método de cableado se usarán canalizaciones en tubería Conduit. Esta tubería protege el alambrado de elementos externos y de daños, los cuales podrían ocasionar un corto circuito en la instalación. De acuerdo con la NTC 2050, para una instalación eléctrica residencial generalmente se usa tubería no metálica ya sea tipo liviano o semipesado. Los materiales que la

componen son resistentes a la humedad, a químicos y retardante a la llama. En este tipo de instalaciones generalmente se utilizan tuberías con diámetros de  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ ". En la Tabla 1 del capítulo 9 de la norma NTC 2050, se expone la ocupación permitida para albergar cierto número de conductores. Ahora bien, para el caso de estudio según esta tabla, el límite de ocupación usado como referencia es del 40%, debido a que cada circuito lleva 3 conductores como mínimo, estos son la fase, el neutro y la tierra. Ver Figura 7 y Figura 8. Para más detalle consultar el apéndice B.

**Figura 7**

*Plano eléctrico diseño de fuerza primera planta.*





2.3. Cuadro de cargas

Los cuadros de cargas TN-P1 Y TN-P2, que corresponden a la primera y segunda planta respectivamente, se observan en la Figura 9 y Figura 10, los cuales contienen información de la distribución de los circuitos ramales que conforman la vivienda, esto es, factor de potencia, corriente, tensión, caída de tensión, longitud del cableado, la protección de cada circuito y la protección del tablero eléctrico al cual van a ir dichos circuitos.

Figura 9

Cuadro de cargas tablero de distribución primera planta.

CIRCUITO No.	LUMINARIAS		TOMACORRIENTES		CIRCUITOS ESPECIALES		FASES			TOTAL kW	F.P.	S (kVA)	No. DE FASES	CORRIENTE (A)	CAL. DEL COND.	PROTECCIÓN	DISTANCIA DEL TABLERO (M)	CAIDA DE TENSION (%)	OBSERVACIONES
	LED RD (W)	LED RD (W)	TOMA NORMAL (W)	TOMA GFCI (W)	COCINA ELECTRICA (W)	CIRCUITO NORMA (W)	R (W)	S (W)	T (W)										
	24	13	180	180	1500	1500													
1			3	1			720			0,72	1	0,72	1	6	12	1x15	15	1,01%	Tomacorrientes Sala
3			3	1				720		0,72	1	0,72	1	6	12	1x15	9	0,45%	Tomacorrientes Comedor
5	4	8						200		0,20	0,9	0,22	1	2	12	1x15	13	0,27%	Luminarias Cocina - Lavado - Parqueadero
7					1		1500			1,50	1	1,50	2	8	10	2x30	6	0,35%	Cocina Eléctrica
9					1			1500		1,50	1	1,50	2	8	10	2x30	6	0,35%	
11						1		1500		1,50	1	1,50	1	13	12	1x20	5	0,70%	Tomacorrientes Cocina
2																			Reserva
4																			Reserva
6	11	3						303		0,30	1	0,30	1	3	12	1x15	10	0,31%	Luminarias Comedor - Sala
8																			Reserva
10																			Reserva
12						1		1500		1,50	1	1,50	1	13	12	1x20	8	1,12%	Tomacorrientes Lavado/Planchado
<b>TOTALIZADO</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2220</b>	<b>2220</b>	<b>3503</b>	<b>7,94</b>	<b>1,0</b>	<b>7,97</b>	<b>3</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>3x30</b>			

Figura 10

Cuadro de cargas tablero de distribución segunda planta.

CIRCUITO No.	LUMINARIAS		TOMACORRIENTES		CIRCUITOS ESPECIALES		FASES			TOTAL KW	F.P.	S (KVA)	No. DE FASES	CORRIENTE (A)	CAL. DEL COND.	PROTECCIÓN	DISTANCIA DEL TABLERO (M)	CAIDA DE TENSION (%)	OBSERVACIONES
	LED RD (W)	LED RD (W)	TOMA NORMAL (W)	TOMA GFCI (W)	CALENTADOR (W)	AIRE ACOND. (W)	R (W)	S (W)	T (W)										
	24	13	180	180	300	1319													
1	4	4					148			0,148	0,9	0,164	1	2	12	1X15	10	0,15%	Luminarias Cuarti 1, Cuarto 2 y Baños
3			4					720		0,720	1	0,720	1	6	12	1X15	10	0,67%	Tomacorrientes Cuarto 2
5						1			300	0,300	1	0,300	2	2	12	1X15	5	0,19%	Calentador Baño Cuarto 1
7						1		300		0,300	1	0,300	2	2	10	1X15	5	0,19%	Calentador Baño Cuarto 1
9			5					900		0,900	1	0,900	1	8	10	1X15	12	1,01%	Tomacorrientes Cuarto 1
11						1		1319		1,319	1	1,319	2	7	12	1X15	10	0,84%	Aire Acondicionado Cuarto 1
13						1	1319			2,638	1	2,638	2	13	12	1X15	10	0,84%	Aire Acondicionado Cuarto 1
15						1	1319			0,000	1	0,000	2	0	12	1X15	12	1,01%	Aire Acondicionado Cuarto 3
17						1		1319		1,319	1	1,319	2	7	12	1X15	12	1,01%	Aire Acondicionado Cuarto 3
2																			Reserva
4				4				720		0,720	1	0,720	1	6	12	1X15	14	0,94%	Tomacorrientes Sala
6						1			300	0,300	1	0,300	2	2	12	1X15	12	0,46%	Calentador Baño General
8						1		300		0,300	1	0,300	2	2	12	1X15	12	0,46%	Calentador Baño General
10	9	1						229		0,229	0,9	0,254	1	3	12	1X15	17	0,47%	Luminarias Cuarto 3 - Sala
12						1		1319		1,319	1	1,319	2	7	12	1X15	8	0,67%	Aire Acondicionado Cuarto 2
14						1	1319			1,319	1	1,319	2	7	12	1X15	8	0,67%	Aire Acondicionado Cuarto 2
16			5					900		0,900	1	0,900	1	8	12	1X15	14	0,71%	Tomacorrientes Cuarto 3
18																			Reserva
<b>TOTALIZADO</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3386</b>	<b>4788</b>	<b>4557</b>	<b>10,84</b>	<b>0,98</b>	<b>11,013</b>	<b>3</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>3X40</b>			

A diferencia de los anteriores cuadros de cargas TN-P1 Y TN-P2, el cuadro de cargas de tablero general de alimentación (TGA), resume las alimentaciones de cada tablero que comprende la vivienda exponiendo los mismos detalles de los tableros normales de distribución. Ver Figura 11.

Figura 11

Cuadro de cargas tablero general de alimentación.

TOTAL KW	F.P.	S (KVA)	No. DE FASES	CORRIENTE (A)	CAL. DEL COND.	PROTECCIÓN	DISTANCIA DEL TABLERO (M)	CAIDA DE TENSION (%)	OBSERVACIONES
6,027	1	6,027	3	17	8	3X30	10	0,37%	TN-P1
11,013	1	11,013	3	31	8	3X40	20	1,35%	TN-P2
<b>17,04</b>	<b>1,0</b>	<b>17,04</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>3X50</b>			

## 2.4. Diagrama unifilar

Este esquema refiere a una sola línea para indicar conexiones entre diferentes elementos, tanto de conducción como de protección, medición y control. Resultan ser muy útiles cuando se trata de interpretar de manera sencilla por donde se conduce y hasta dónde llega la electricidad.

El uso de Diagramas Unifilares se recomienda en planos de instalaciones eléctricas de todo tipo, sobre todo cuando estas incluyen varios circuitos ramales. Se complementan de manera esencial con los planos eléctricos, y con ambos esquemas quien realiza una instalación eléctrica sabe perfectamente por donde “tender” físicamente cada uno de los conductores.

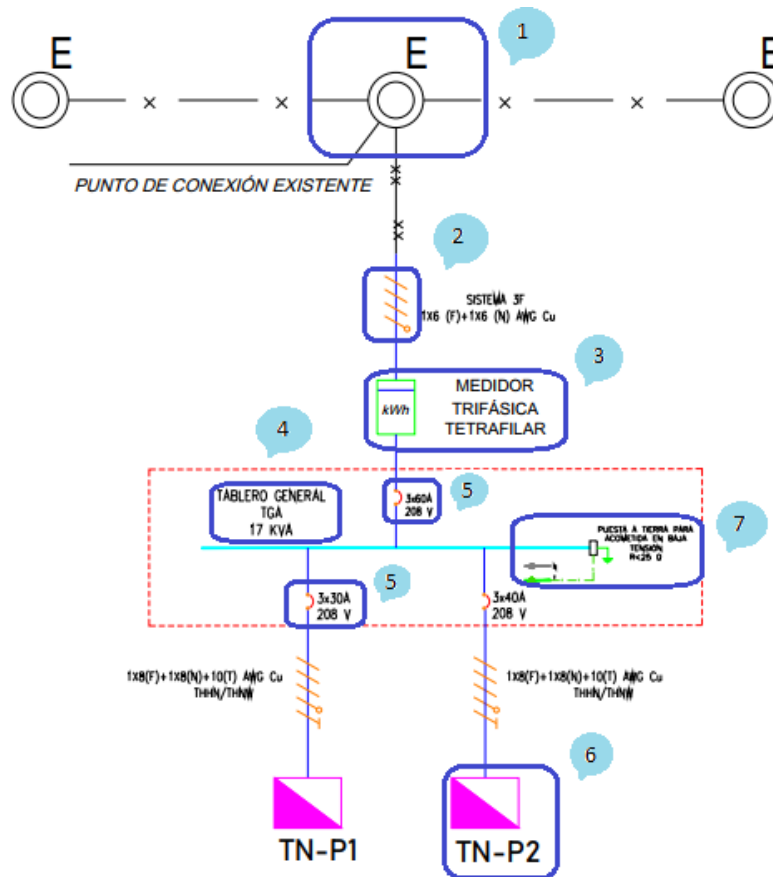
No existe una norma oficial respecto de la elaboración de estos diagramas, por lo tanto, la forma de hacerlos se deja prácticamente a criterio del diseñador, respetando siempre la simbología propuesta por el RETIE.

La Figura 12 presenta el diagrama del proyecto residencial, cálculos eléctricos para instalaciones de uso final utilizando el software AutoCAD, en el cual se muestra la conexión por medio de una línea de los diferentes elementos de medida y protección. En este se observa:

1. Punto de conexión existente perteneciente al operador de red.
2. Tipo de alimentador.
3. Medidor trifásico tetrafilar.
4. Tablero general de alimentación.
5. Protecciones termomagnéticas.
6. Tablero de distribución.
7. Barraje de tierra y neutro.

**Figura 12**

*Diagrama unifilar cálculos eléctricos para instalaciones de uso final utilizando el software AUTOCAD.*



**2.5. Diseño de sistema de puesta a tierra**

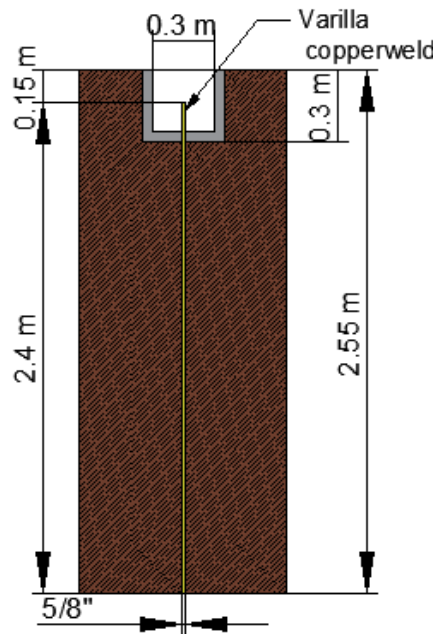
Toda instalación eléctrica debe disponer de un sistema de puesta a tierra, de tal forma que, en cualquier punto accesible a personas, éstas no queden sometidas a tensiones de paso o contacto

superiores a los umbrales soportables por el ser humano. Para lograr este límite de seguridad, los sistemas eléctricos deben ser aterrizados de manera sólida facilitando la acción de los dispositivos de protección en caso de fallas y la seguridad de las personas, de igual manera mantiene la tensión con respecto a tierra dentro de un rango normal de funcionamiento.

La resistencia de puesta a tierra es un limitador directo de la máxima tensión de elevación, por lo que según la tabla 15.4 del RETIE, exige los valores de referencia máximos, los cuales no exoneran al diseñador de cumplir las condiciones mínimas de tensiones de toque y de paso. Para el proyecto residencial se ajusta a  $25[\Omega]$ , es decir, punto neutro de acometida en baja de tensión. En la Figura 13 se muestra la configuración del sistema de puesta a tierra de la vivienda unifamiliar.

### Figura 13

*Electrodo de puesta a tierra.*



### ***2.5.1. Selección del calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos***

Según la tabla 250-122 de la NTC 2050, se expone la selección del calibre mínimo del conductor de puesta a tierra de equipos.

Para el tablero general de alimentación (TGA), cuya protección es igual a 50 [A], la tabla 250-122 se ajusta a un conductor de puesta a tierra igual a 10 AWG. Ahora bien, para el tablero de distribución de la primera y segunda planta (TN-P1, TN-P2) las protecciones son de 30 [A] y 40[A] respectivamente, por ende, corresponde a un conductor a tierra igual a 10 AWG, seguido a esto los circuitos ramales dependiendo de su capacidad amperimétrica, requieren un conductor de puesta a tierra seleccionado de la misma manera que los tableros de distribución.

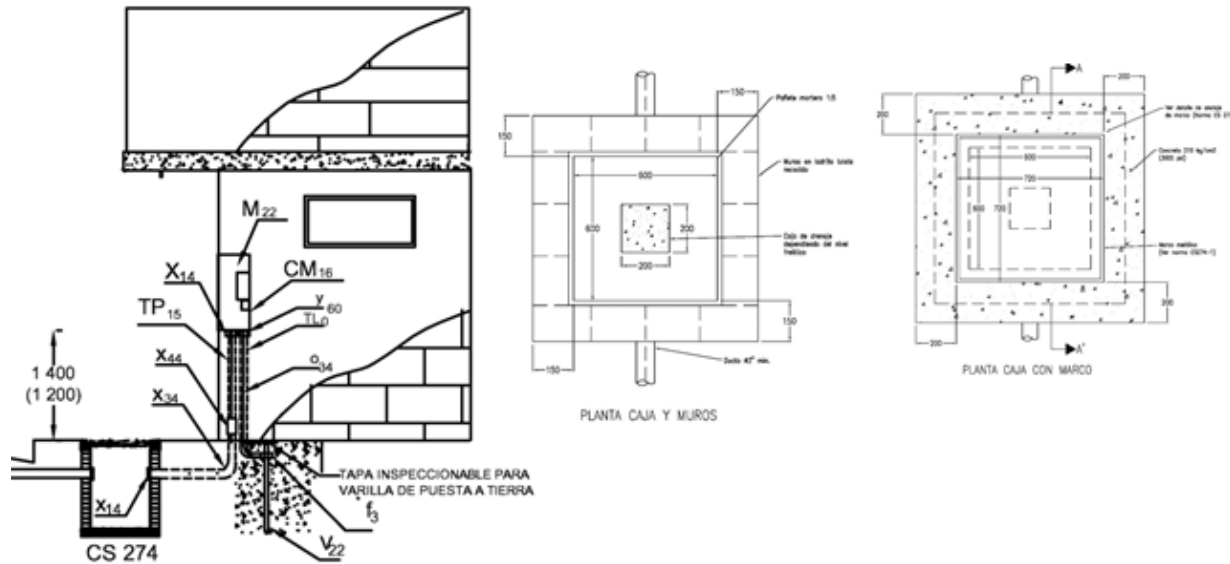
En cuanto al cálculo del conductor del electrodo la NTC 2050, sugiere la tabla 250-66 en la que se determinó que la acometida de la vivienda requiere un conductor de puesta a tierra desnudo 8 AWG.

### ***2.5.2. Selección del electrodo de puesta a tierra***

El electrodo de puesta a tierra debe cumplir con los requerimientos citados en la norma NTC 2050 artículos 250-81, 250-83 y 250-84, sin embargo, la selección del electrodo se calcula mediante la Tabla 15.2 del RETIE, que para el proyecto residencial se ajusta a una varilla de cobre de 12.7 [mm] de diámetro y 2.40 [m] de largo. Como se observa en la Figura 14, se muestran los detalles de la configuración y conexión del sistema de puesta a tierra basado en la norma de operado de red correspondiente, para más detalle ver Apéndice C.

**Figura 14**

*Alimentación y conexión del sistema de puesta a tierra.*



### 3. Diseño de la instalación eléctrica con apoyo de REVIT

Autodesk crea la herramienta REVIT para facilitar el trabajo de diseño usando la metodología BUILDING MODELING INFORMATION (BIM), que viene siendo aplicada en el diseño integrado de instalaciones, desde el año 2017 en Colombia. Desde una misma plataforma con aplicación en sistemas especializados para la industria AEC (arquitectura, ingeniería y construcción), utiliza archivos de todo tipo recopilando el registro de datos para la elaboración de proyectos bajo un mismo entorno y de manera simultánea.

El software funciona de manera esquemática o analítica permitiendo la observación con alto nivel de detalle de luminarias, dispositivos eléctricos, los circuitos y la conexión entre ellos.

De igual forma en virtud de su funcionalidad geométrica, visualiza los elementos modelados con sus respectivas formas y dimensiones reales.

REVIT a diferencia de otros programas CAD no trabaja con bloques, sino que emplea familias, siendo estas, un grupo de elementos determinadas por un conjunto de propiedades comunes y una representación gráfica relacionada que se clasifican en; (i) familias de sistema que están predefinidas en el software, (ii) familias cargables que se crean en archivos RFA externos que se importan a los proyectos y (iii) finalmente están las familias in situ, que son las creadas por el usuario cuando requiere un componente exclusivo <sup>1</sup>.

La página oficial de AUTODESK ofrece bondades eléctricas dentro de las que se destacan la referencia de tamaño del conductor, longitud de cableado, cálculos de longitud de cableado, de iluminación, corriente, carga y demanda.

Adicionalmente, para la ejecución de nuevos diseños, este software habilita la opción trabajar sobre un diseño exportado de AutoCAD o desde un diseño arquitectónico realizado en REVIT.

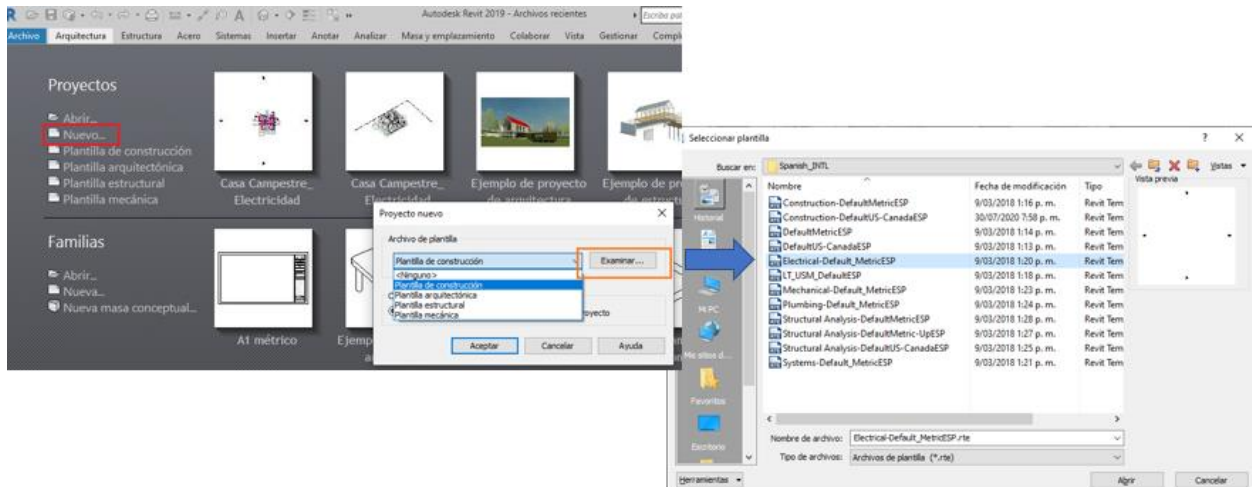
REVIT, al constituirse en un herramienta necesaria de amplia y práctica implementación en la industria AEC (arquitectura, ingeniería y construcción), requiere la previa elección de una plantilla de trabajo con base a la necesidad o especialidad del diseño, esto es, desplegando unos comandos de selección así; dando clic en nuevo, se despliega un cuadro de dialogo para elegir la plantilla a trabajar, en este caso es electricidad que se encuentra dando clic en examinar como se observa en la Figura 15.

---

<sup>1</sup> Para conocer más acerca de los diferentes tipos de familia: <https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products?sort=score>

**Figura 15**

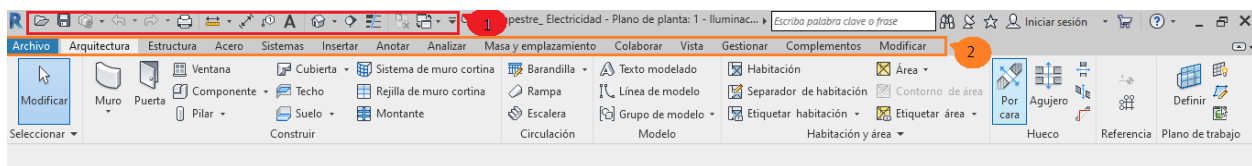
*Apertura en plantilla de trabajo.*



En seguida, se tiene la opción de crear un proyecto nuevo, dirigiendo a la plantilla de trabajo hacia; (1) el menú de acceso rápido y de edición del proyecto que se activan una vez se inicia el mismo y (2) los menús del programa organizados en pestañas, ubicados debajo de la barra de herramientas de acceso rápido, como se observa en la Figura 16.

**Figura 16**

*Comandos rápidos y barra de herramientas.*

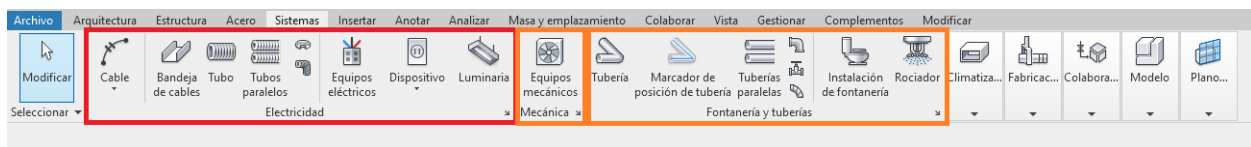


Estas pestañas de acceso rápido contienen herramientas en grupos con el fin de utilizarlas de acuerdo a las diferentes disciplinas MEP, dentro de las que se encuentran características de tubos y tubería; siendo esta última referida al área de plomería; mientras que los tubos son empleados para la instalaciones eléctricas, y en consecuencia las herramientas de interés para el

caso en estudio son los cables, bandeja de cables, unión de bandejas, unión de tubos, tubos paralelos, equipos eléctricos, dispositivo (aparato eléctricos, comunicaciones, datos, alarma de incendios, iluminación, timbre de enfermería, seguridad, teléfono) y luminarias – visto en la en la Figura 17.

### Figura 17

*Grupo de Herramientas MEP.*



Adicionalmente para ejecutar el proyecto se dispone de dos ventanas de gran relevancia, el navegador de proyectos y la paleta de propiedades que usualmente están situados en la parte derecha de la pantalla, no obstante, se puede ajustar su tamaño y posición dentro y fuera del entorno del programa.

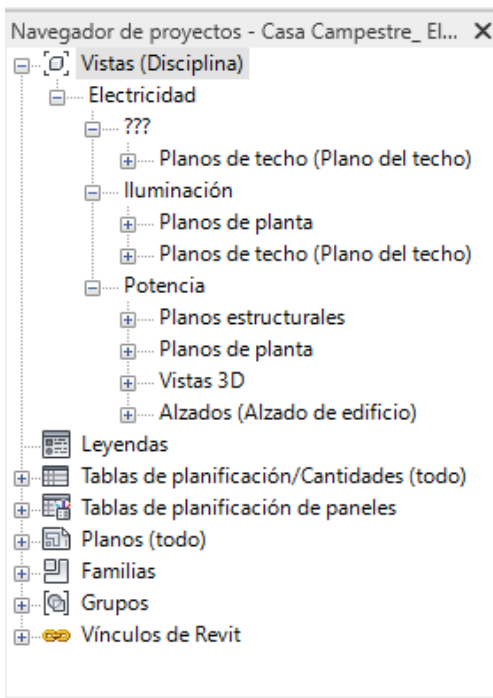
El navegador de proyectos permite la exploración simultánea de los elementos que conforman el proyecto, esto es:

- Vistas: plantas, plantas de techo, vistas 3D y alzados.
- Leyendas y tablas de planificación.
- Planos.
- Familias: el listado de familias disponible y cargadas en el proyecto.
- Grupos.
- Vínculos: archivos. rvt vinculados.

Al mismo tiempo el navegador de proyectos organiza montajes y renders guardados en el proyecto, agrupando las disciplinas en función de la tipología de vista, que por defecto se visualizan por separado en planos de planta, planos de techo, vistas 3D, alzados y secciones como se muestra en la Figura 18.

### Figura 18

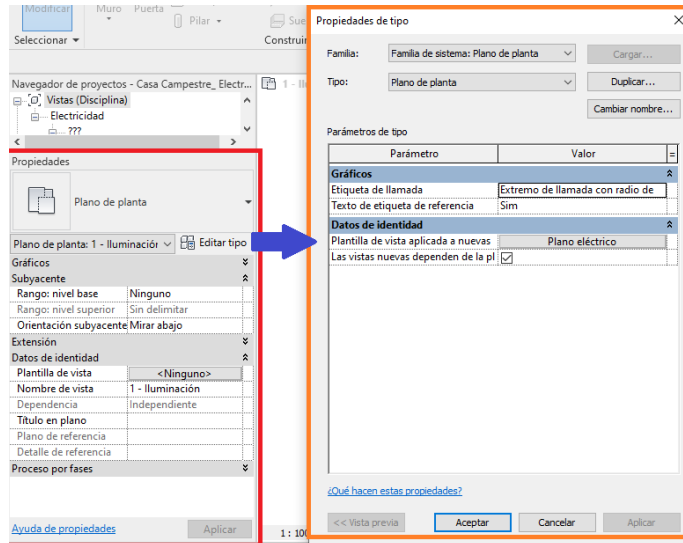
*Ventana de navegador de proyectos.*



La paleta de propiedades es un cuadro de diálogo que permite la visualización de los parámetros y valores que definen el elemento previamente seleccionado, de lo contrario mostrará las propiedades de la vista que se tenga abierta. Dentro de propiedades se modifica los valores del ejemplar y los valores tipo, entrando a la opción editar tipo. Visualizar Figura 19.

**Figura 19**

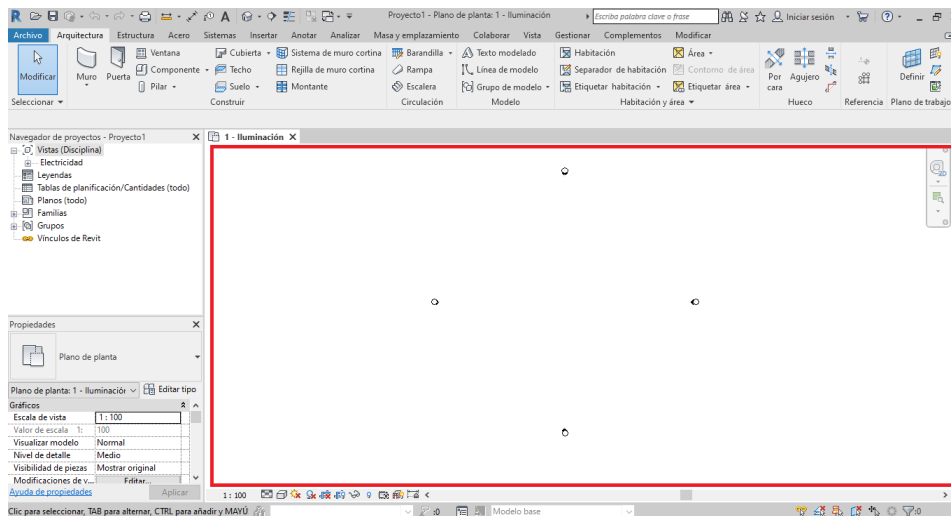
*Paleta de propiedades.*



Finalmente, la zona que más ocupa espacio en la pantalla es la ventana de dibujo o espacio de vista, en esta área se visualiza el modelo y los cambios efectuados del diseño. Ver Figura 20.

**Figura 20**

*Ventana de trabajo.*



### 3.1. Diseño de iluminación en REVIT

Para el diseño de iluminación en REVIT, se debe tener en cuenta que, por su modelado más cercano a la realidad, las luminarias son componentes hospedados que se colocan en un componente anfitrión, ya sea en techo o en muro. A continuación, se expone de manera detallada el procedimiento para ingresar las luminarias.

En el menú de acceso rápido nombrado anteriormente, se selecciona la pestaña “sistemas”, habilitándose los grupos de herramientas MEP, que para interés específico del caso en estudio son el grupo de electricidad y por último eligiendo la opción luminarias. Ver la Figura 21.

**Figura 21**

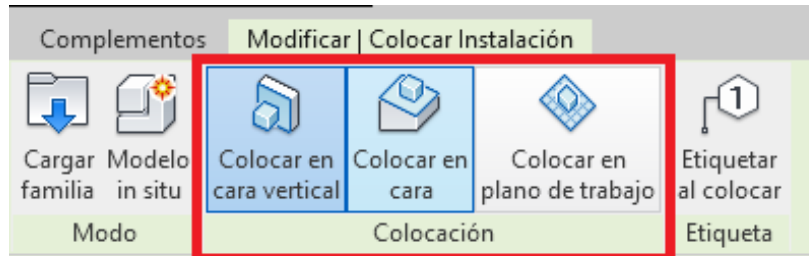
*Pestañas de inicio para la instalación de luminarias.*



Seguidamente se habilita las pestañas contextuales con el fin de definir la instalación de la luminaria en techo o muro. Ver la Figura 22.

**Figura 22**

*Tipos de colocación de luminarias.*



En la paleta de propiedades se escoge el tipo de luminarias, y en seleccionador de “editar tipo” se despliegan los parámetros que caracterizan la luminaria, como la elevación por defecto, material, voltaje, número de polos y carga aparente. Ver la Figura 23.

**Figura 23**

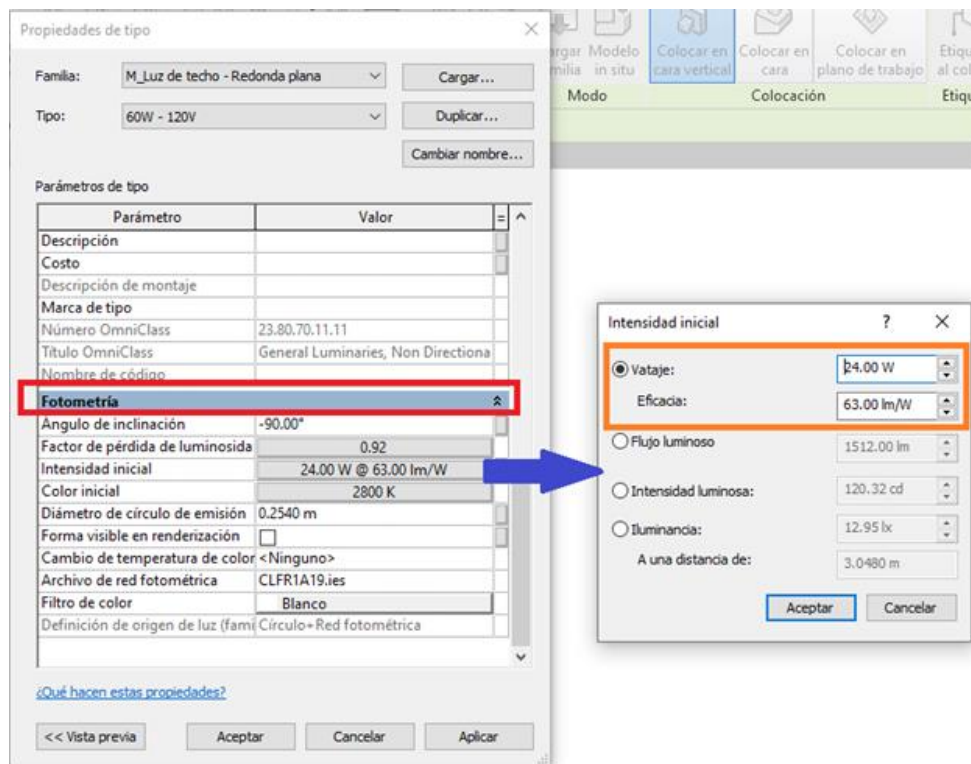
*Ventana propiedades de las luminarias.*



Dentro de estos parámetros, se selecciona la opción de ajuste denominada “Fotometría”, determinada por contener datos importantes, esto es, ángulo de inclinación, factor de pérdida de luminosidad, color inicial, diámetro de círculo de emisión, filtro de color y la intensidad luminosa, en esta última, dando la posibilidad de ajuste a otros datos propios de la luminaria; esto es, vataje y eficacia, flujo luminoso, intensidad luminosa o por iluminancia a cierta distancia, en este caso tomando como fuente de apoyo, las fichas técnicas de las luminarias elegidas. Ver la Figura 24.

**Figura 24**

*Ventana propiedades de tipo.*



Realizados los ajustes de los parámetros de la luminaria, mencionados anteriormente, se selecciona dando clic sobre el lugar deseado, en este caso, se toma como base, los resultados de ubicación de la simulación formada en DIALux, con el fin de lograr exactitud en la posición, sin

embargo, es posible ajustar de manera libre la ubicación de las luminarias con el fin de cumplir los niveles de iluminación.

Estos pasos se deben realizar las veces que sea necesario, sin embargo, en caso de ser requerido el mismo tipo de luminaria, es válido copiar y pegar la luminaria en el plano de trabajo.

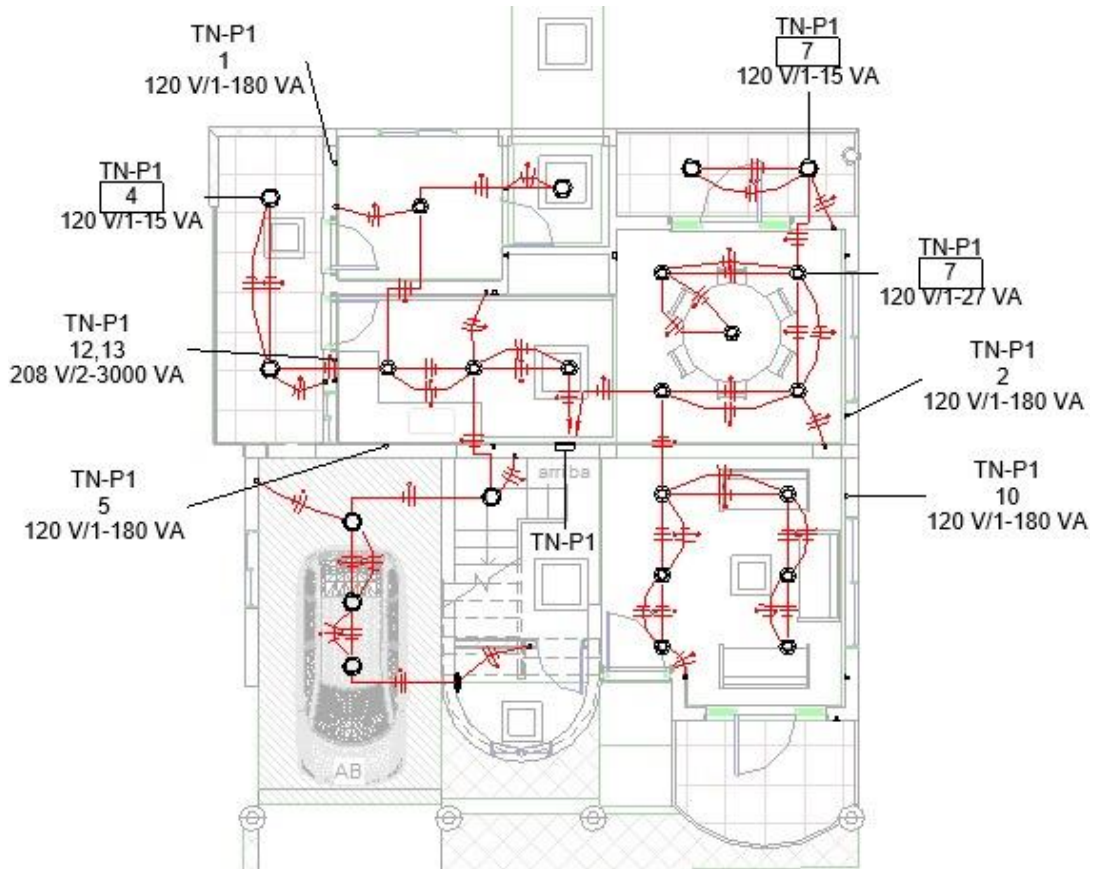
El navegador de proyectos cuenta con ventanas de iluminación y potencia; en la ventana de iluminación se realiza todo lo relacionado al cableado y definición de los circuitos, en tanto, que en la ventana de potencia se realiza el modelado de las canalizaciones que une las cargas e interruptores y llegan al tablero de distribución. Sin embargo, las luminarias, tablero e interruptores se observan en las dos ventanas junto con los cambios que se efectúan.

Para definir los circuitos en la plantilla de iluminación, se procede de la siguiente manera: en el menú del programa se selecciona la pestaña “sistemas” y enseguida “dispositivo”, el cual despliega una lista de opciones, se selecciona iluminación y automáticamente da la opción de ubicar un interruptor en la pared que se desea. Al igual que las luminarias y cualquier elemento que se instale, en el panel de propiedades, se modifica el tipo de interruptor ya sea sencillo, doble, conmutable, entre otros, así mismo se ajusta su alzado. La vista de los interruptores en detalle alto es muy cercana a la real, por ello permite ubicar la caja del interruptor dentro de los muros (empotrado).

Una vez puestos los elementos, se seleccionan aquellos que componen el circuito que se fijaron, en las pestañas de acceso rápido se habilita la opción de “modificar” y se selecciona crear sistema, automáticamente se habilita las pestañas de herramientas en la que se elige el panel al que va conectado y el tipo de cable a instalar, el cable puede ser en chaflán que define más los ángulos o puede ser en arco, que fue el elegido. Visualizar la Figura 25 y Figura 26.

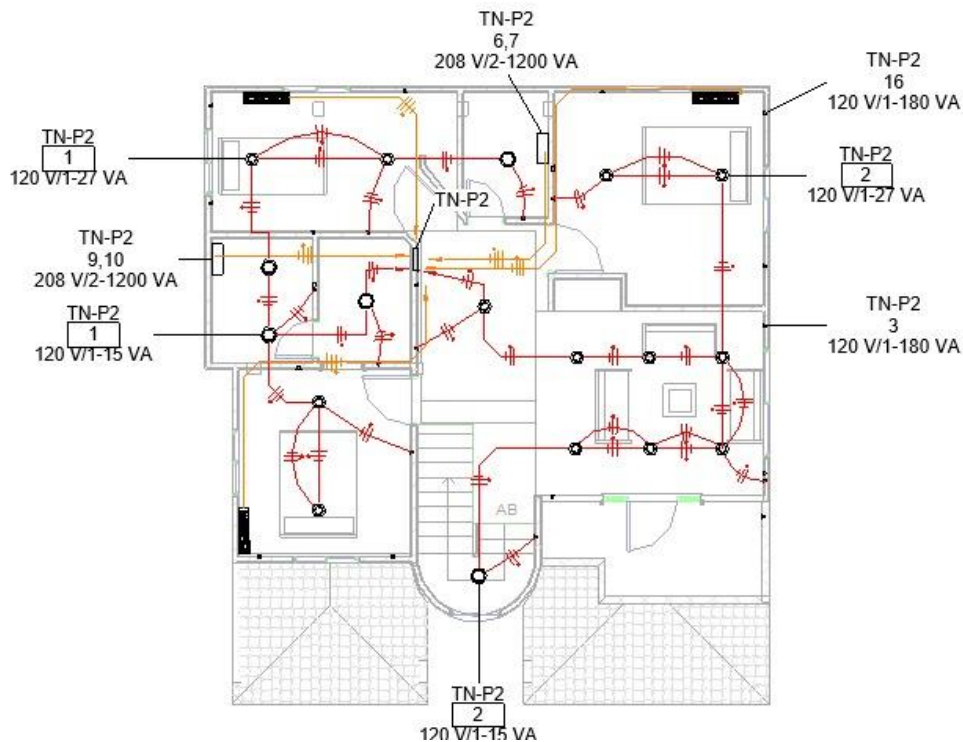
**Figura 25**

*Cableado y circuito de iluminación de la primera planta.*



**Figura 26**

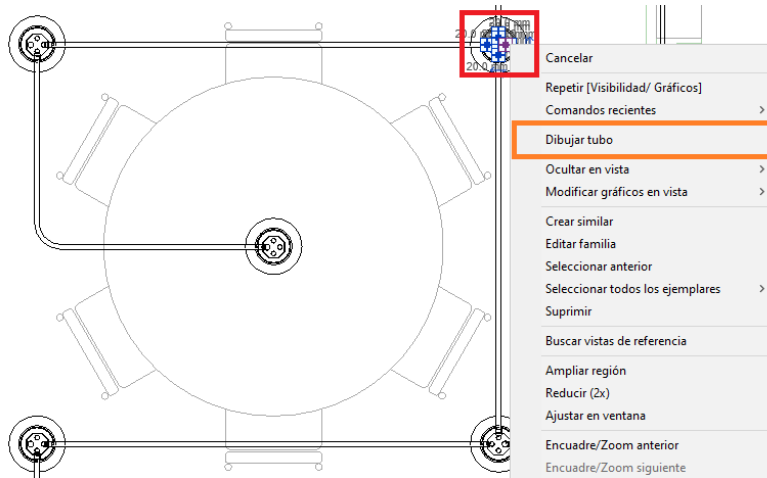
*Cableado y circuito de iluminación de la segunda planta.*



Mencionado anteriormente, se cuenta con la plantilla de potencia para realizar el modelado de las canalizaciones. Para ello se cuenta con los BIM llamados conectores, los cuales facilita PAVCO como familias cargables para copiar los elementos en el plano de trabajo. Dichos conectores se ubican dentro de las luminarias, ya con esto, seleccionando la caja de conexión se da clic derecho por una de las caras a conectar, automáticamente se despliega una ventana de opciones en la que se selecciona **dibujar tubo**, de esta manera queda fija la salida del tubo y se direcciona hasta la siguiente cara del conector vecino. Ver la Figura 27.

**Figura 27**

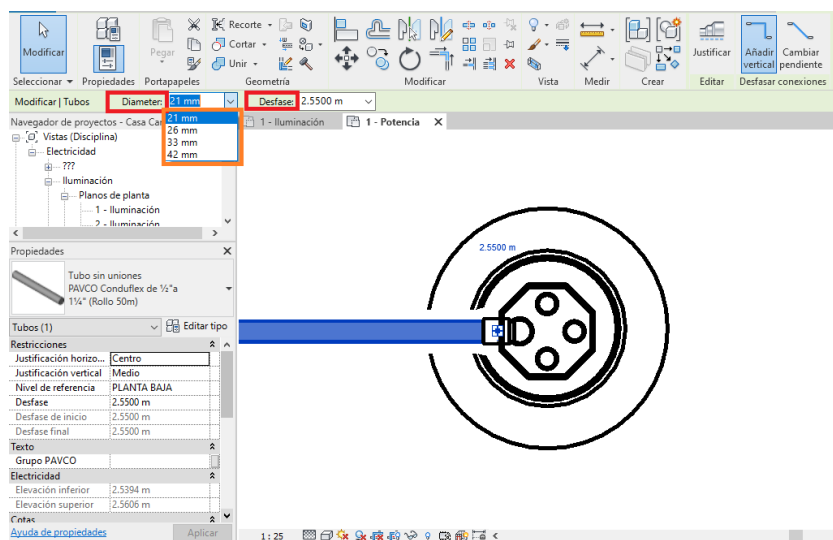
*Conectores y tubos en circuito de iluminación.*



El tubo de igual manera tiene acceso a modificaciones necesarias como el diámetro y la altura que, seleccionándolo, se habilitan bajo las pestañas de acceso rápido. Véase la Figura 28.

**Figura 28**

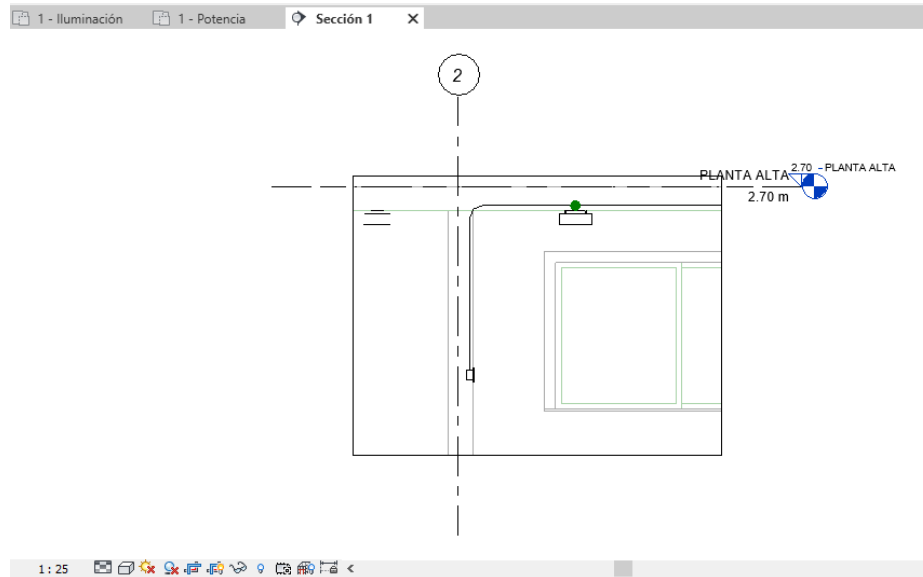
*Configuración de tubos conectados.*





**Figura 30**

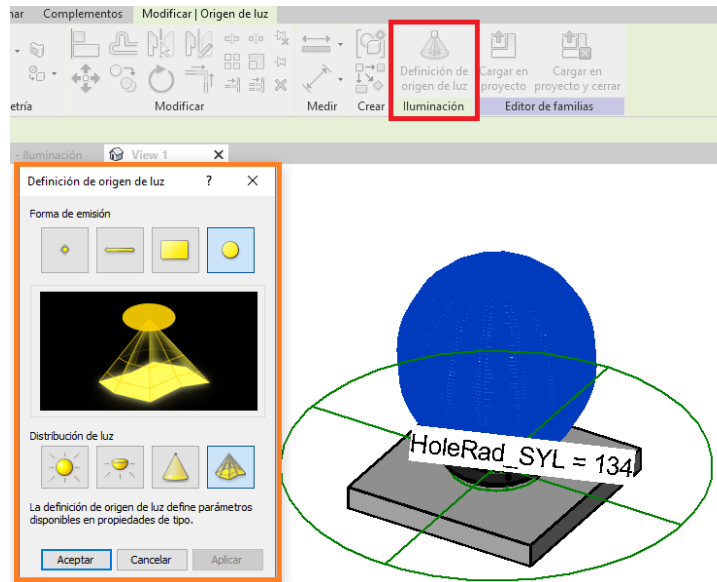
*Vista lateral empleando la herramienta de sección.*



REVIT realiza cálculos de iluminación una vez puesta la luminaria seleccionada, luego en las pestañas contextuales se habilita la opción de “editar familia”, la cual direcciona a la ventana de edición del elemento, en ella se selecciona el origen de luz que es el círculo visto en pantalla de trabajo, automáticamente se habilita la ventana de definición de origen de luz de la curva fotométrica que se conoce como archivo IES que trae todas las luminarias, se habilita opciones como la forma de emisión que se refiere al tipo de luminaria como bombillo, tubo fluorescente, grupo de tubos o forma redonda. También se ajusta la distribución de luz ya sea para todas las direcciones, directa, forma de cono o sobre superficie. Finalmente, en la misma barra de herramientas se da la opción de cargar en proyecto. Ver en la Figura 31.

**Figura 31**

*Definición de origen de luz.*



Luego, se regresa a la ventana de trabajo, en el menú de programas se selecciona la opción analizar, habilitando las opciones de espacios y zonas que elabora un área para realizar un cálculo MEP. Posteriormente, se selecciona tanto la casilla de separador de espacios, como la de herramienta de dibujo rectángulo para extender en el área de plano deseada, una vez resaltada la zona, se regresa a la pestaña “analizar”, eligiendo la opción de espacio para resaltar el área que se está fijando. Con esto, en el panel de propiedades se tienen los datos de iluminación media estimada, y los índices de reflectancia de techo, muro y suelo. Visualizar en la Figura 32.

**Figura 32**

*Iluminación media estimada en área seleccionada.*

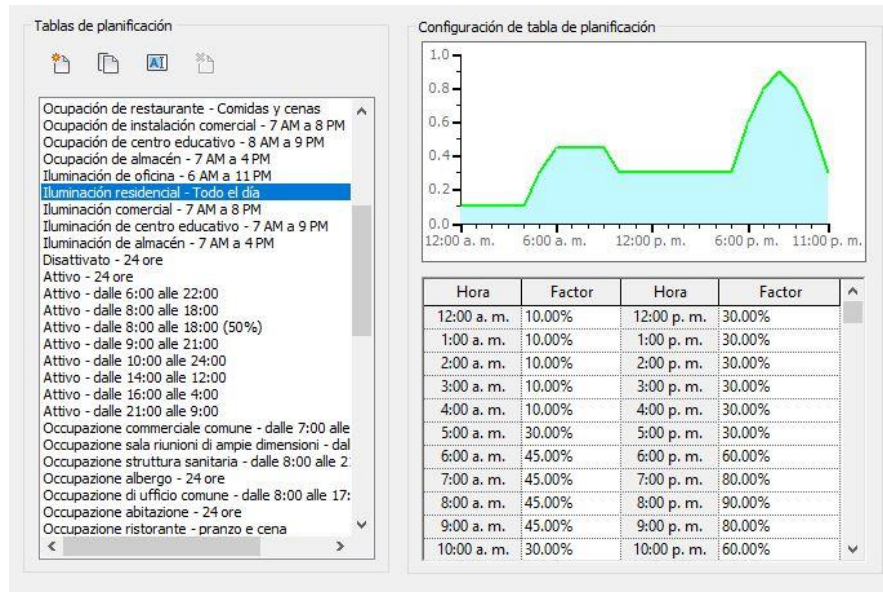
Eléctrico - Iluminación	
Iluminación media...	201.86 lx
Proporción de cavi...	6.016429
Plano de trabajo d...	0.8000
Plano de lámpara ...	2.4846
Reflectancia de tec...	75.0000%
Reflectancia de m...	50.0000%
Reflectancia de su...	20.0000%

Se hace necesario aclarar que este software no especifica si los cálculos son o no correctos, siendo discrecional del diseñador determinar si los resultados son correctos, de lo contrario realizar los ajustes pertinentes. El software no considera la luz natural, es decir la que puede ingresar a través de las ventanas o cualquier espacio abierto de la edificación. Posee una altura de trabajo por defecto de 0.76 e incluso para algunos espacios interiores es cero ya que se basa en normas americanas, es conveniente trabajar con un valor común de 0.8, por ello, se debe tener presente ajustar los cálculos de acuerdo con las normas que se aplican en la región y en caso de no ser ajustable se debe especificar.

Adicionalmente en propiedades, la opción tipo de espacio, permite hacer un análisis energético de cada zona, visualizándose en tablas de planificación que muestran gráficamente el consumo energético durante un día del área que se selecciona. Visualizar en la Figura 33.

**Figura 33**

*Configuración de tabla de planificación.*



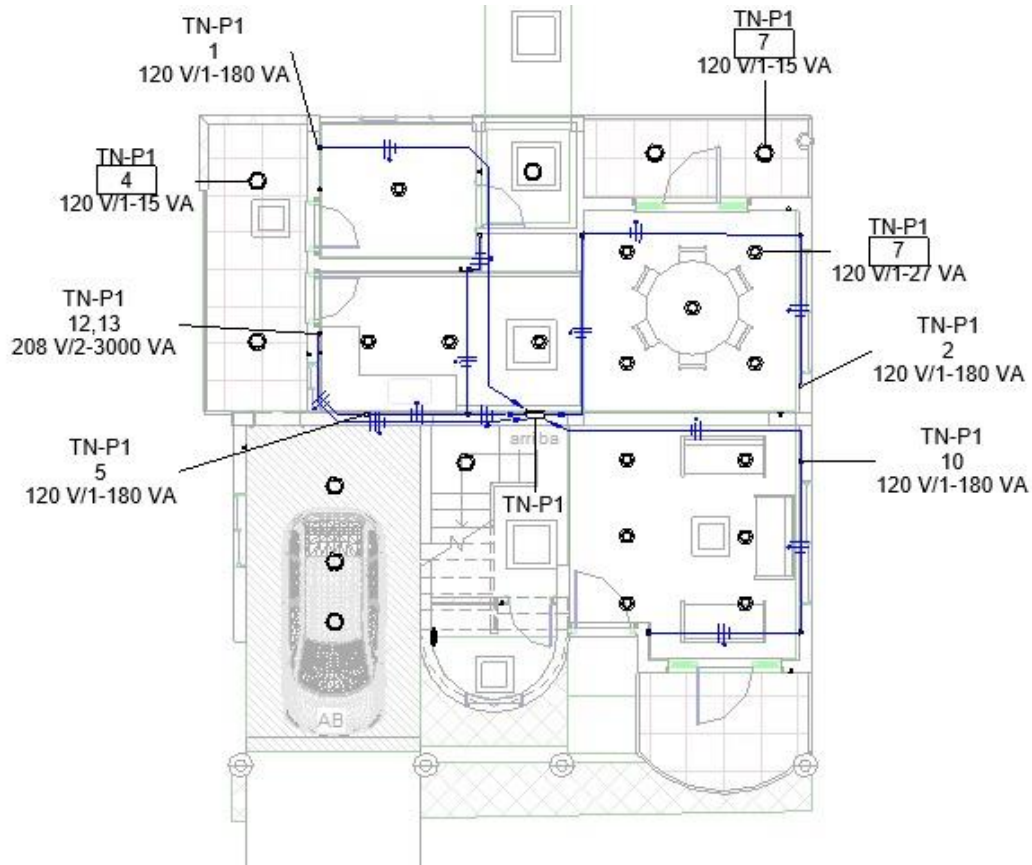
### 3.2. Diseño de fuerza en REVIT

Así como en el diseño de iluminación, el diseño de fuerza (tomacorrientes de uso general) dispone de vistas de iluminación y potencia por cada nivel que tenga el proyecto.

Se debe tener presente en qué tipo de planta puede empezar a crear el modelado, ya que en la vista de iluminación únicamente es posible dibujar luminarias, tomacorrientes, interruptores, tableros de distribución y cableado, mientras que para la vista de potencia se modela tomacorrientes, interruptores, tubería eléctrica, conectores de tubo y panel de distribución como se observa en la Figura 34 y Figura 35.

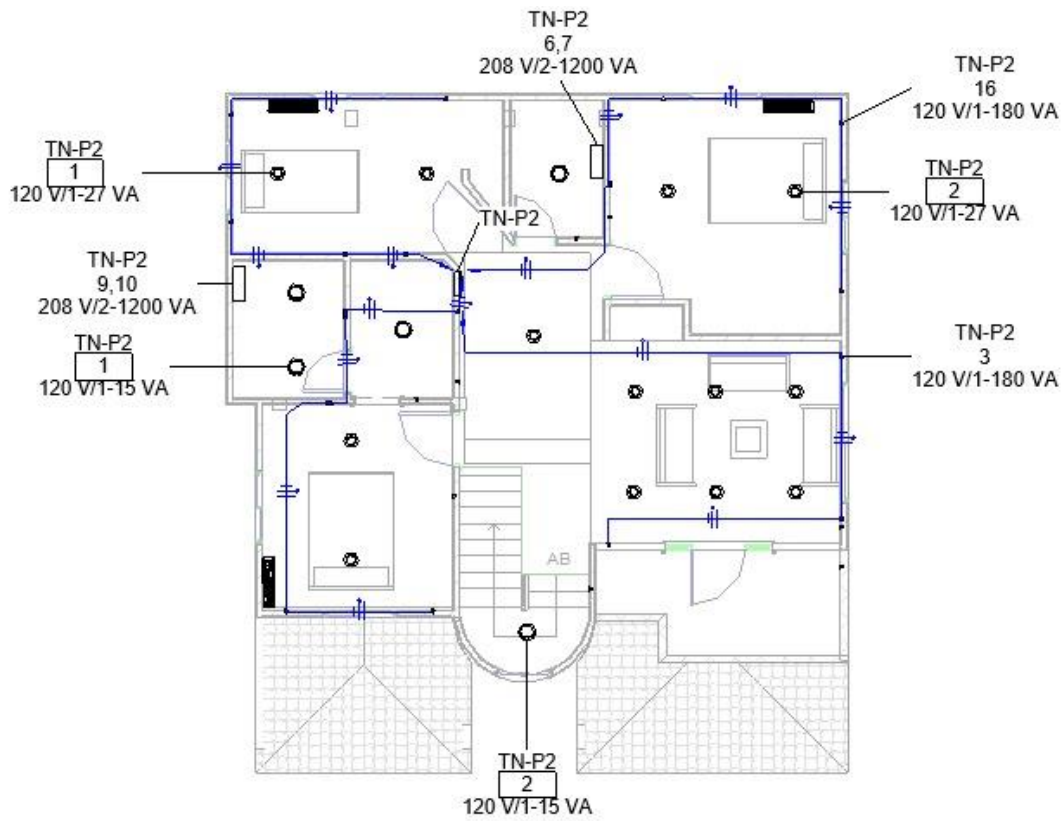
**Figura 34**

*Plano eléctrico diseño de fuerza primera planta.*



**Figura 35**

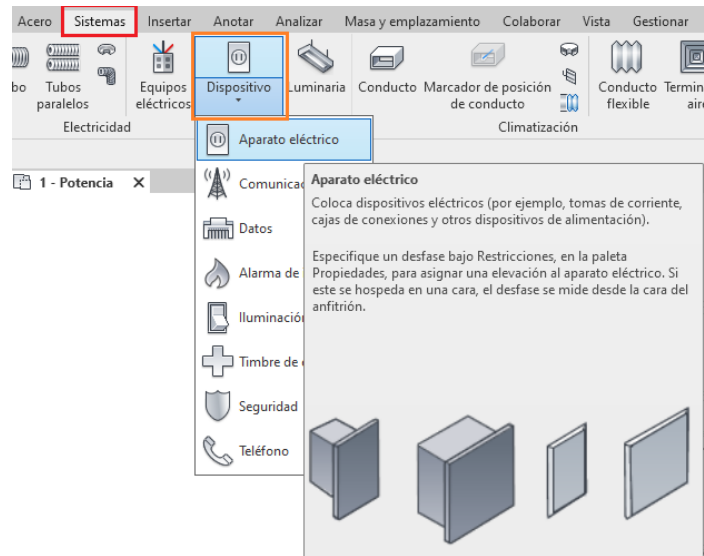
*Plano eléctrico diseño de fuerza segunda planta.*



Ahora bien, en el menú de programas, la pestaña “sistemas”, “aparatos eléctricos” se encuentra todo lo referente a tomacorrientes, como se muestra en la Figura 36.

**Figura 36**

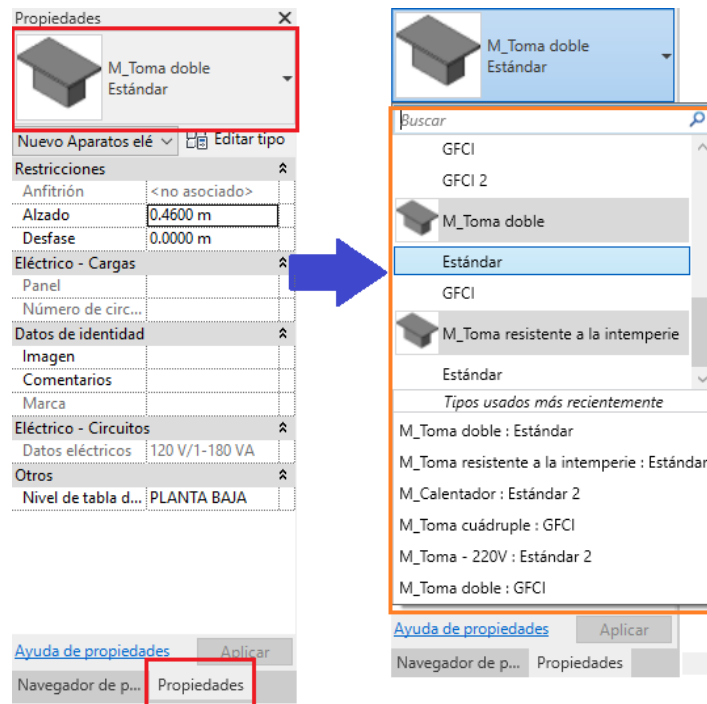
*Insertar tomacorrientes.*



Luego, en el panel de propiedades en la parte inferior izquierda, se muestra automáticamente el tipo de tomacorriente, verificando el que se requiere, bien sea GFCI o un tomacorriente doble estándar como lo muestra la Figura 37.

**Figura 37**

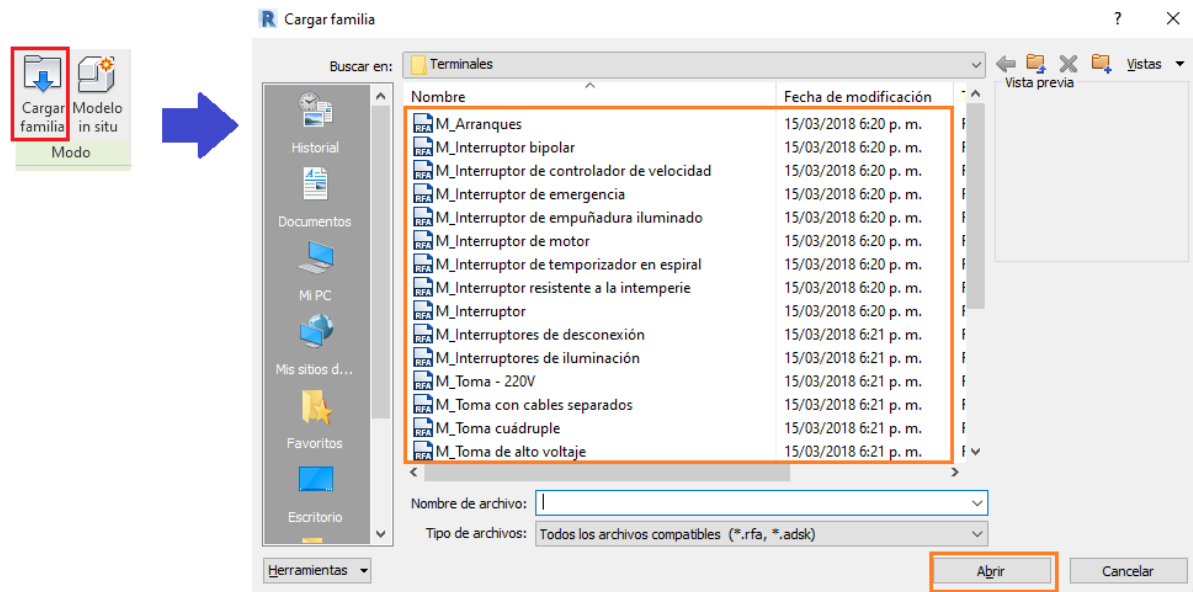
*Selección del tipo de tomacorriente.*



Para insertar otros tipos de tomacorrientes; como lo son, bifásicos, trifásicos, entre otros, es necesario cargar una familia del tipo de tomacorriente que se desea. Para lograr esto, se hace dispendioso repetir los pasos de la Figura 30 y una vez allí dentro de las pestañas contextuales, en la parte superior derecha, se habilita la opción “cargar la familia”. Luego direcciona a una ventana en la cual se selecciona el tipo de tomacorrientes de interés, como se ilustra en la Figura 38.

**Figura 38**

*Cargar familia de tomacorrientes.*



Una vez seleccionado el elemento de interés, en la parte superior derecha como lo muestra en la Figura 39, se habilita en las pestañas contextuales las opciones de colocar en cara vertical, es decir, situar en pared; colocar en cara, que indica ubicar en el suelo y colocar en plano de trabajo, que refiere a instalar en techo.

**Figura 39**

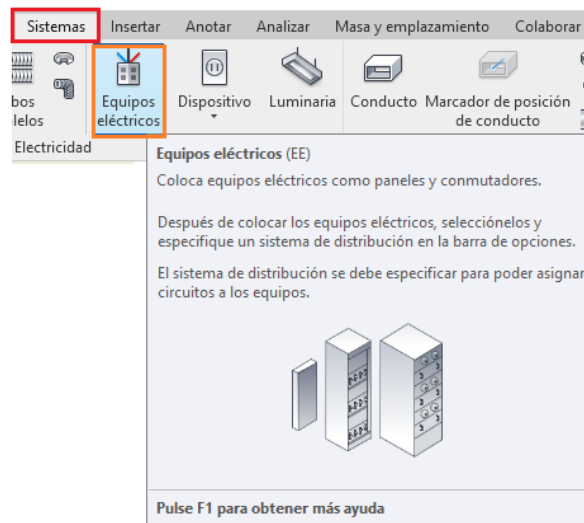
*Colocación de los tomacorrientes.*



En el menú programas, pestaña “sistemas” y “equipos eléctricos”, como lo muestra la Figura 40. Se inserta el tablero de distribución eléctrica el cual permite la protección de los circuitos en los cuales se divide la instalación.

### Figura 40

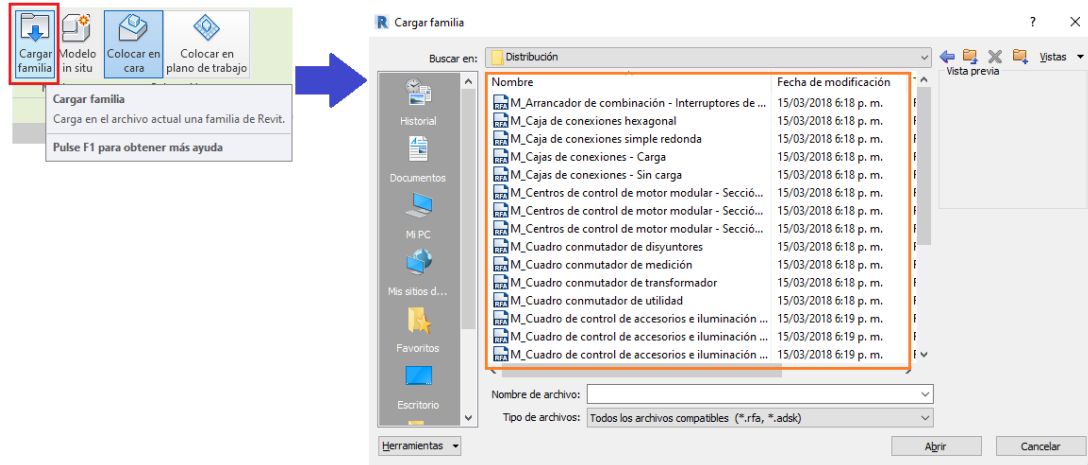
*Insertar tablero eléctrico.*



El software REVIT contiene por defecto 2 tipos de paneles de distribución de fase única, es decir, monofásico, denominados empotrado y sobrepuesto. Pero este, no se ajusta a la necesidad del caso de estudio, tomándose como medida alterna, la inserción del panel de distribución siguiendo los pasos que muestra la Figura 40, es decir: (i) se habilita las pestañas contextuales en la parte superior derecha seleccionando la opción cargar la familia. (ii) Luego en la ventana que se despliega, se selecciona el tipo de panel deseado, allí no solo se limita a la carpeta que habilita REVIT por defecto, sino que permite explorar diversas familias para incluir al proyecto. Ver Figura 41.

**Figura 41**

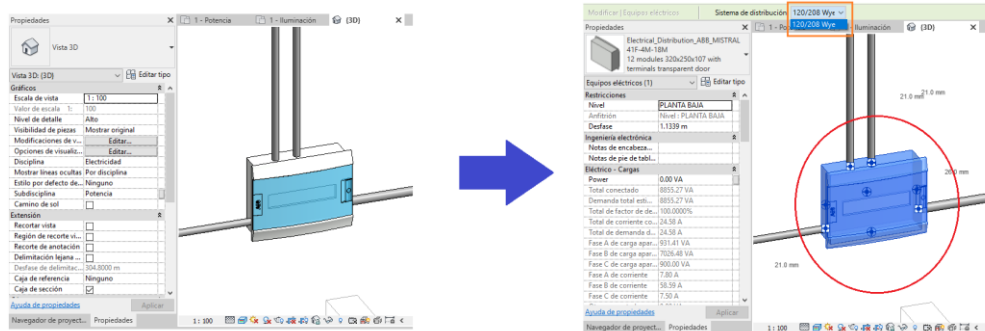
*Cargar familia de panel de distribución eléctrico.*



Una vez insertado el panel de distribución se debe seleccionar su sistema de distribución como lo muestra la Figura 42, es decir, la tensión a la cual va a operar este panel se realiza con el propósito de que los elementos de los circuitos sean compatibles para la realización de los cálculos que el software ofrece.

**Figura 42**

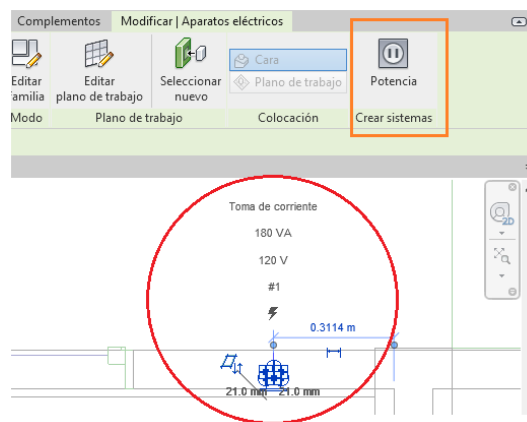
*Selección del sistema de distribución para el Panel.*



Para la creación de los circuitos eléctricos, se selecciona la cantidad de elementos con “ctrl + clic” en cada elemento que se determinó para la conformación de dicho circuito, una vez seleccionados los elementos se habilita en la parte superior derecha en las pestañas contextuales la opción potencia. Ver la Figura 43.

### Figura 43

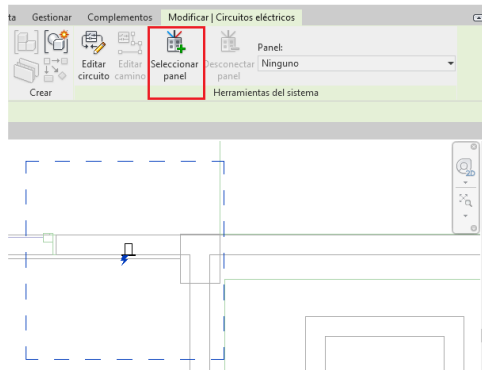
*Selección elementos del circuito.*



Al seleccionar la opción potencia, en las pestañas contextuales automáticamente se habilita la opción de seleccionar el panel de distribución, por consiguiente, se da clic en esta opción y en el área de trabajo se ubica el panel de distribución al cual pertenece el circuito. Ver la Figura 44.

**Figura 44**

*Selección del panel de distribución.*

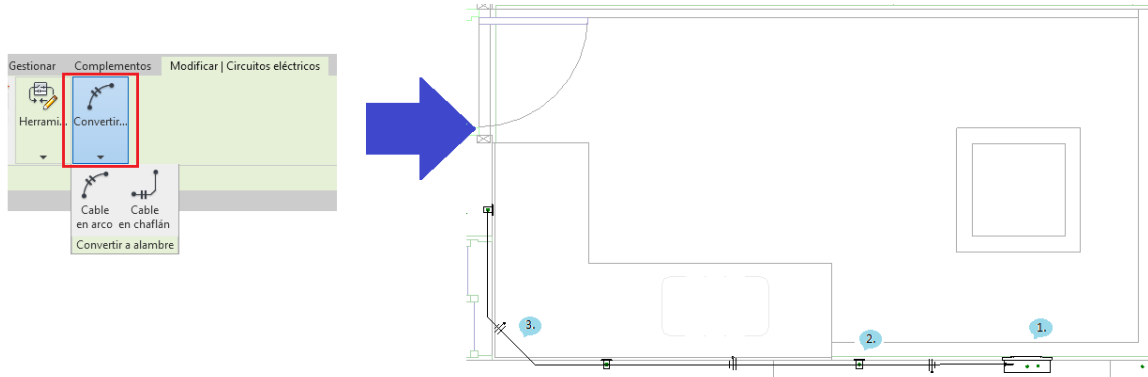


Una vez seleccionado el panel de distribución, en las pestañas contextuales se habilita la opción de convertir a alambre, para dibujar el cableado del circuito como se observa en la Figura 45.

1. Panel de distribución
2. Tomacorriente
3. Cableado en chaflán.

**Figura 45**

*Cableado del circuito en cocina.*

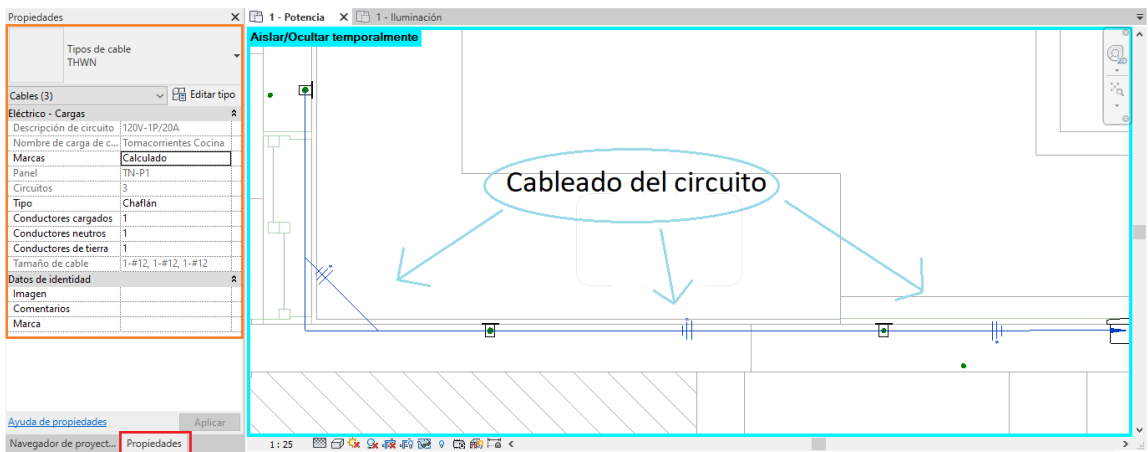


El circuito de la Figura 45 pertenece al tablero de distribución TN-P1, que corresponde al circuito de cocina en la primera planta.

Al seleccionar el cable, en el panel de propiedades se encuentra las diferentes características del cableado; esto es, tipo de cable, el número de circuito, el número de cable, entre otros. Ver Figura 46.

**Figura 46**

*Características del cableado.*



El resultado del proceso anteriormente expuesto se encuentra en el apéndice D, muestra el diseño final del tendido eléctrico de la instalación de uso final en la vivienda unifamiliar, diferenciando los circuitos de iluminación y tomacorrientes de uso general.

REVIT, trae por defecto familias de tubos de EMT<sup>2</sup> e IMC<sup>3</sup>; sin embargo, en proyectos residenciales la tubería indicada es PVC, razón por la cual fue incorporada al software tomando como referencia de la empresa PAVCO<sup>4</sup>, como familia cargable a las librerías de REVIT, de la misma manera en que se agregó la familia de paneles de distribución.

Creados los conectores de tubo, se selecciona el tomacorriente, automáticamente se abre una pestaña (disciplina) llamada vista 1, permitiendo editar el elemento. Ver Figura 47.

1. Pestaña (disciplina) vista 1.
2. Tomacorriente (vista 3D).

---

<sup>2</sup> METALCO. Tubería EMT.

Recuperado de: <https://www.metalco.net/productos/tuberia>.

<sup>3</sup> METALCO. Tubería IMC.

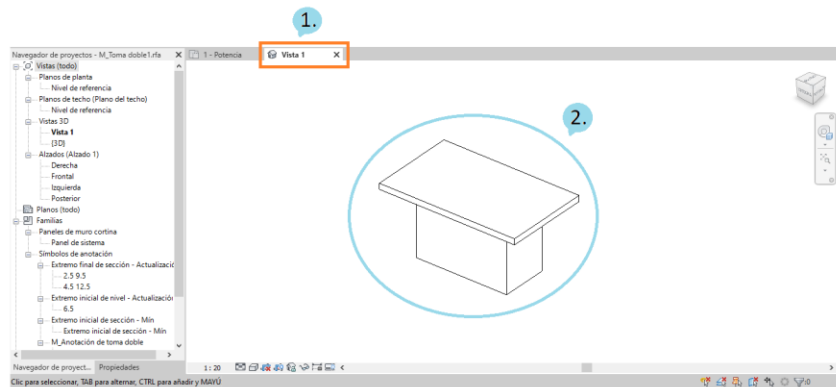
Recuperado de: <https://www.metalco.net/productos/tuberia>.

<sup>4</sup> PAVCO. Tubería PVC.

Recuperado de: <https://pavcowavin.com.co/nuevas-librerias-bim-pavco-wavin-colombia>

**Figura 47**

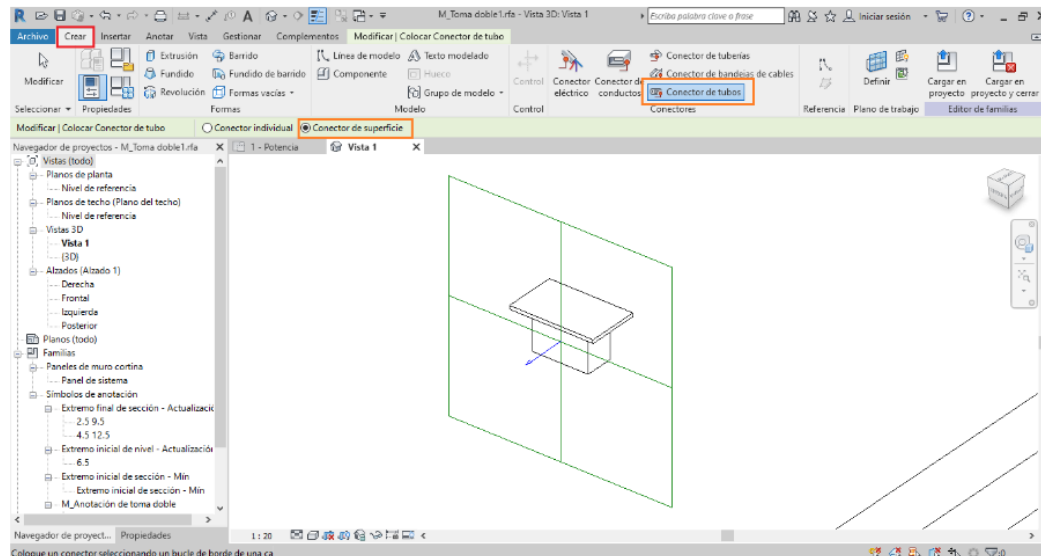
*Editar conexiones de tomacorriente.*



Continuando el proceso; en la pestaña “crear” ubicada en la parte superior izquierda del menú del programa, se elige la opción conector de tubos (conexión para tubería eléctrica), luego conector de superficie y finalmente se ubica en las caras del elemento. Ver Figura 48.

**Figura 48**

*Conexión de tubería eléctrica.*

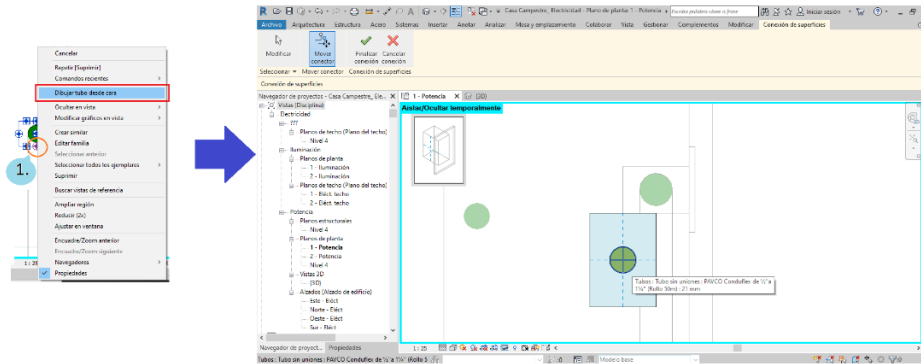


Para el dibujo de tubería se selecciona el elemento (tomacorriente), luego mediante clic derecho, se selecciona la opción dibujar tubo desde cara, habilitando una ventana que muestra la cara de inicio para realizar la conexión del tubo con la verificación del diámetro. Ver Figura 49.

1. Conector de tubo.

**Figura 49**

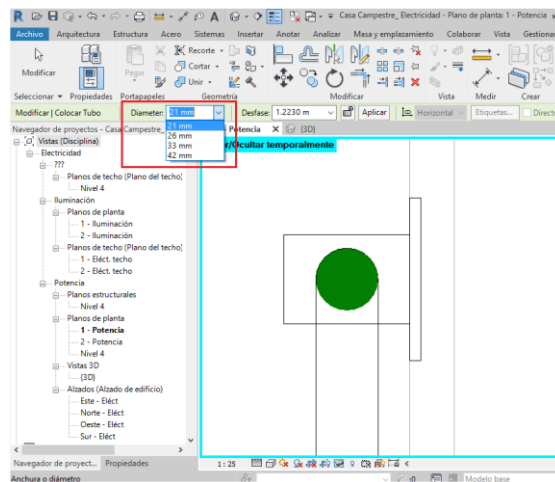
*Dibujo de tubería eléctrica.*



Cuando el diámetro no corresponde al indicado, mediante la opción “cancelar conexión”, automáticamente se regresa a la vista de potencia en la que habilita los diferentes diámetros de tubo. Ver Figura 50.

**Figura 50**

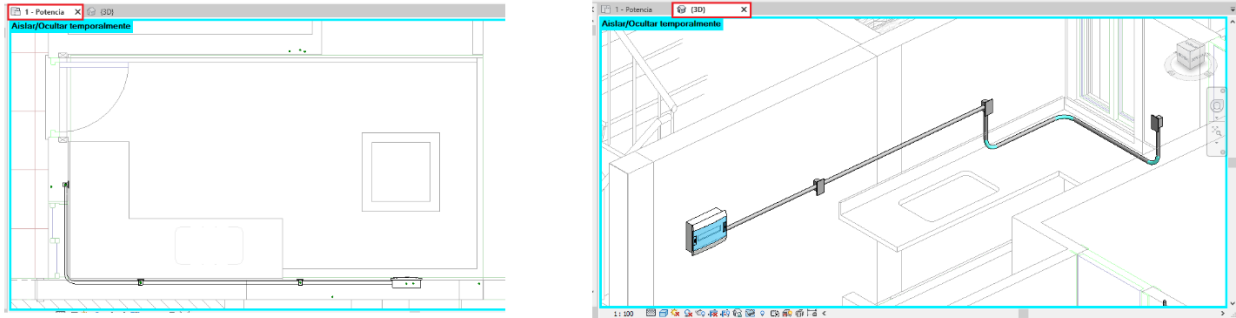
*Diámetro de tubería eléctrica.*



Luego de realizar las conexiones anteriores y siguiendo la ruta del cableado se obtiene como resultado el circuito que se observa en la Figura 51.

**Figura 51**

*Tubería eléctrica circuito cocina.*



Para visualización del diseño final de la tubería eléctrica en la vivienda unifamiliar incluyendo circuitos ramales, alimentación a los tableros de distribución de la primera y segunda planta, dirigirse a la consulta del <D:\Documentos\Tesis Saúl-Nicole\Entregar\ANEXOS.pdf> apéndice E.

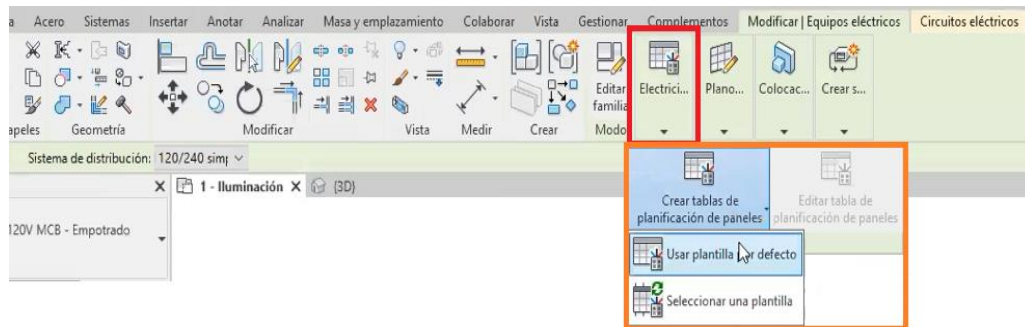
### 3.3. Tabla de planificación de paneles en REVIT

Al crear los circuitos de la instalación eléctrica, REVIT facilita lo que se conoce convencionalmente como cuadro de cargas, hallándose como tablas de planificación de paneles. Para obtener estas tablas, se selecciona el tablero de distribución y automáticamente en las pestañas contextuales se habilita la pestaña de electricidad; al dar clic en ella, se despliega dos opciones a saber; (i) una de “crear tablas de planificación de paneles”, en la que se habilita dos opciones más, - usar plantilla por defecto y seleccionar una plantilla - (ii) la otra pestaña adicional es “editar

tablas de planificación de paneles”, a la que se tiene acceso una vez esté creada la tabla de planificación. Ver la Figura 52.

### Figura 52

*Crear tablas de planificación de paneles.*



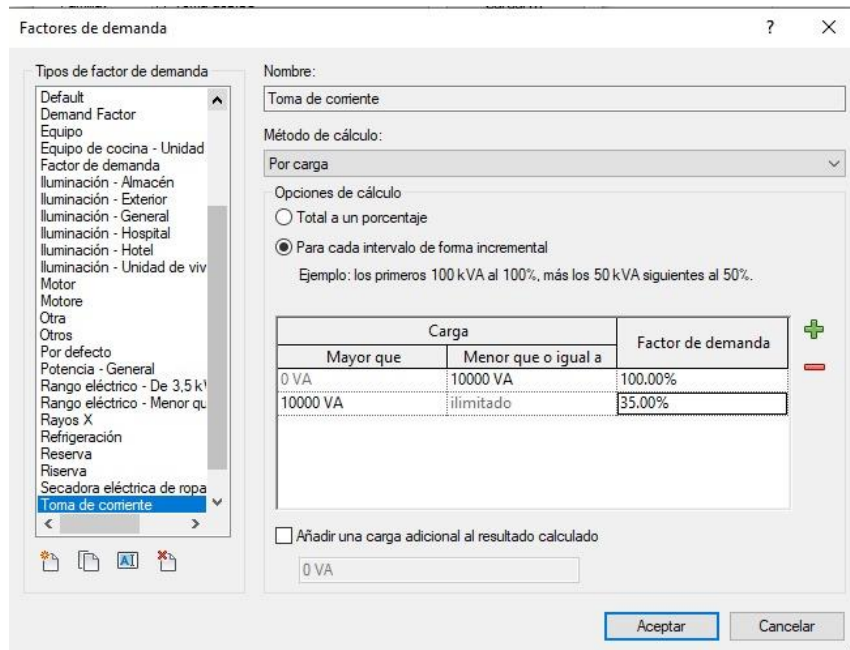
Una vez dada la orden de crear la tabla de planificación de paneles, se muestra dicha tabla en la ventana de trabajo, exponiendo la información sobre el panel, los circuitos conectados al panel y sus correspondientes cargas.

La tabla se distribuye en cuatro partes, como se muestra en la Figura 54, (1) *encabezamiento*, en él se expone datos característicos del panel, (2) *tabla de circuitos*, donde se observa los circuitos con su respectivo número, corriente, número de polos y carga por fase, (3) *resumen de cargas*, en el que se tiene una clasificación de carga con su respectivo factor de demanda y demanda estimada para dar un total de carga en el panel, y finalmente (4) *el pie de página*, con el fin de agregar observaciones. Estando en la tabla, se tiene una herramienta para reequilibrar cargas, de esta forma se balancean las fases. En caso de requerir cambios en el factor de demanda, potencia, voltaje u otro parámetro eléctrico de las cargas, no se puede realizar directamente de la tabla como se hace de la forma convencional, dichos parámetros se ajustan

directamente de los elementos instalados en la opción “editar tipo”, un ejemplo, es el factor de demanda que se ajusta en la clasificación de carga. Ver la Figura 53.

### Figura 53

*Configuración factor de demanda.*



**Figura 54**

*Tabla de planificación de paneles en tablero de la primera planta.*

TABLERO NORMAL TN-P1						
Ubicación: Bucaramanga Recinto: Primera Planta Edificación:		Voltios: 120/208 Wye Fases: 3 Cableado: 4 Numero de circuitos: 12 Circuitos Protección del Tablero: 3 X 30 A	Tipo de red Eléctrica: 3F, 208 - 120 V			
Notas:						
CKT	Descripción de circuito	Desconexión	Polos	A	B	C
1	Tomacorrientes Lavado/Planchado	20 A	1	180 VA		
2	Luminarias Sala - Comedor	20 A	1		323 VA	
3	Tomacorrientes Comedor	20 A	1			540 VA
4	Luminarias Cocina - Parqueadero	20 A	1	224 VA		
5	Tomacorrientes Sala	20 A	1		720 VA	
6,7	Cocina Ceramica	20 A	2	1500 VA		1500 VA
8	Tomacorrientes Cocina	20 A	1		900 VA	
9	Reserva	20 A	1			0 VA
10	Reserva	20 A	1	0 VA		
11	Reserva	20 A	1		0 VA	
12	Reserva	20 A	1			0 VA
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
				Carga total:	1889 VA	1929 VA
				Total de amperios:	16 A	16 A
Leyenda:						
Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel		
Equipo de cocina - Unidad no de vivienda	3000 VA	80.00%	2400 VA			
Iluminación - Unidad de vivienda	400 VA	100.00%	400 VA	Carga total conectada:	5856 VA	
Otros	0 VA	0.00%	0 VA	Total de demanda estimada:	5257 VA	
Toma de corriente	2340 VA	100.00%	2340 VA	Corriente total conectada:	18 A	
Lighting	148 VA	100.00%	148 VA	Demanda de corriente total est.	15 A	
Notas:						

Para consulta con más detalle de las tablas de paneles, ver apéndice G.

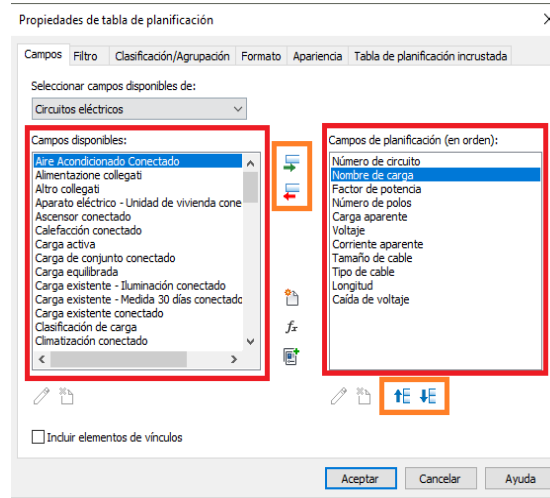
**3.3.1. Tabla de cantidades de recursos**

Adicional a las tablas de planificación de paneles, REVIT ofrece tablas de planificación de cantidades de recursos. El acceso a la tabla se obtiene del navegador de proyectos, como se muestra en la Figura 55. Seleccionando la opción de Tablas de planificación / Cantidades, dando clic derecho y en nueva tabla de planificación / cantidades, se habilita una ventana en la que se elige



**Figura 56**

*Configuración de campos disponibles en tabla de planificación de cantidades.*



Luego de aceptar, aparece en la ventana de trabajo, la tabla de planificación de cantidades como se observa en la Figura 57.

**Figura 57**

*Tabla de planificación de cantidades.*

<Tabla de planificación de circuitos>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Número de circuito	Nombre de carga	Factor de potencia	Número de polos	Carga aparente	Voltaje	Corriente aparente	Tamaño de cable	Tipo de cable	Longitud	Caída de voltaje
8	Tomacorrientes Cocina	1	1	900 VA	120 V	8 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	7.59 m	1 V
1	Tomacorrientes Lavado/Planchado	1	1	180 VA	120 V	2 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	10.91 m	0 V
3	Tomacorrientes Comedor	1	1	540 VA	120 V	5 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	11.03 m	1 V
5	Tomacorrientes Sala	1	1	720 VA	120 V	6 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	12.19 m	1 V
4	Luminarias Cocina - Parqueadero	0.925796	1	224 VA	120 V	2 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	10.10 m	0 V
2	Luminarias Sala - Comedor	0.94607	1	323 VA	120 V	3 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	9.77 m	0 V
4	Tomacorriente Cuarto 1	1	1	900 VA	120 V	8 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	11.91 m	1 V
5	Tomacorrientes Cuarto 2	1	1	720 VA	120 V	6 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	10.17 m	1 V
16	Tomacorriente Cuarto 3	1	1	720 VA	120 V	6 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	12.60 m	1 V
3	Tomacorrientes Sala	1	1	720 VA	120 V	6 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	14.62 m	1 V
1	Luminarias Cuarto 1, Cuarto 2 y Baños	0.933917	1	166 VA	120 V	1 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	7.96 m	0 V
2	Luminarias Sala - Cuarto 3	0.947526	1	255 VA	120 V	2 A	1-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	13.26 m	0 V
6,7	Calentador Baño General	1	2	1200 VA	208 V	6 A	2-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	6.72 m	1 V
9,10	Calentador Cuarto Baño 1	1	2	1200 VA	208 V	6 A	2-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	6.20 m	0 V
11,12	Aire Acondicionado Cuarto 2	0.98	2	2020 VA	208 V	10 A	2-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	7.21 m	1 V
17,18	Aire Acondicionado Cuarto 3	0.98	2	2020 VA	208 V	10 A	2-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	10.78 m	1 V
13,14	Aire Acondicionado Cuarto 1	0.98	2	2020 VA	208 V	10 A	2-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	9.66 m	1 V
6,7	Cocina Ceramica	1	2	3000 VA	208 V	14 A	2-#12, 1-#14, 1-#12	THHN	8.85 m	2 V

REVIT brinda la facilidad de exportar las tablas a Excel, con el fin de añadir y personalizar la información, como se observa en el apéndice F.

Los valores calculados para las tablas de planificación que REVIT ofrece hacen parte de una parametrización la cual requiere de ciertos datos para poderse llevar a cabo, en este caso las fichas técnicas de los aparatos eléctricos facilitan parte de la información, otros datos deben ser calculados; en la tabla 3 se exponen los métodos de cálculo que REVIT utiliza.

**Tabla 3**

*Métodos de cálculos eléctricos en REVIT.*

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
Corriente Aparente	<ul style="list-style-type: none"> <li>En un sistema monofásico → <b><i>Corriente aparente</i></b> = <math>\frac{\text{carga aparente}}{\text{Voltaje}}</math></li> <li>En un sistema trifásico → <b><i>Corriente aparente</i></b> = <math>\frac{\text{carga aparente}}{\sqrt{3} \times \text{Voltaje}}</math></li> </ul> <p>Se mantienen las ecuaciones para las fases A, B y C.</p>
Carga Verdadera	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><i>Carga verdadera</i></b> = <math>\text{voltaje} \times \text{corriente verdadera} \times \text{factor de potencia}</math></li> </ul> <p>Potencial real utilizada por el circuito.</p>
Corriente Verdadera	<ul style="list-style-type: none"> <li><b><i>Corriente verdadera</i></b> = <math>\frac{\text{carga verdadera}}{\text{voltaje}}</math></li> </ul> <p>Corriente real del circuito.</p>

Factor de Potencia

- **Factor de potencia** =  $\frac{\text{potencia verdadera}}{\text{potencia aparente}}$

La diferencia entre la carga aparente y la carga verdadera, expresada en forma de un decimal.

Caída de tensión

- $VD = \frac{L \times R \times I}{1000}$

**L:** longitud unidireccional del circuito expresada en pies.

**R:** resistencia del conductor expresada en ohmios por mil pies, obtenida de las tablas de impedancia de tamaños de cable para el tipo de cable.

**I:** carga actual expresada en amperios.

Diferencia entre el voltaje aplicado y el voltaje consumido en el circuito.

Para el tamaño de cable; el usuario puede configurar el material, temperatura y tipo de aislamiento, adicionalmente, el software lo calcula en función del tamaño especificado para la protección del circuito, caída de voltaje y factor de corrección, el software se basa en una lista de tipos de cable. Cabe recalcar, que en algunas ocasiones REVIT toma el conductor menor al cargado, es decir, si debe tomar un calibre número 12, aparece un número 14.

La longitud del cable se calcula como la suma de las distancias a lo largo de los ejes X, Y y Z de la carga al panel. Al mismo tiempo, se especifica el número de conductores cargados, es decir, los circuitos de un polo presentan un conductor cargado y los circuitos de dos polos tienen dos conductores cargados, neutro y tierra.

Respecto a la caída de tensión, REVIT propone conductores de cobre, de la misma manera que para el tamaño de cable, se basa en una tabla de pérdida de voltios refiriéndose en el manual de selección de dispositivos de protección de Cooper Bussman AUTODESK REVIT. Los valores

indican la caída de voltaje línea a línea por 1000 pies de corriente para circuitos trifásicos y monofásicos, para la caída de voltaje de línea a neutro en sistemas trifásicos, se divide entre 1.73, para sistemas monofásicos se divide entre 2. Siempre considerando la longitud del punto más lejano del circuito manteniendo una caída de voltaje inferior al 3%.

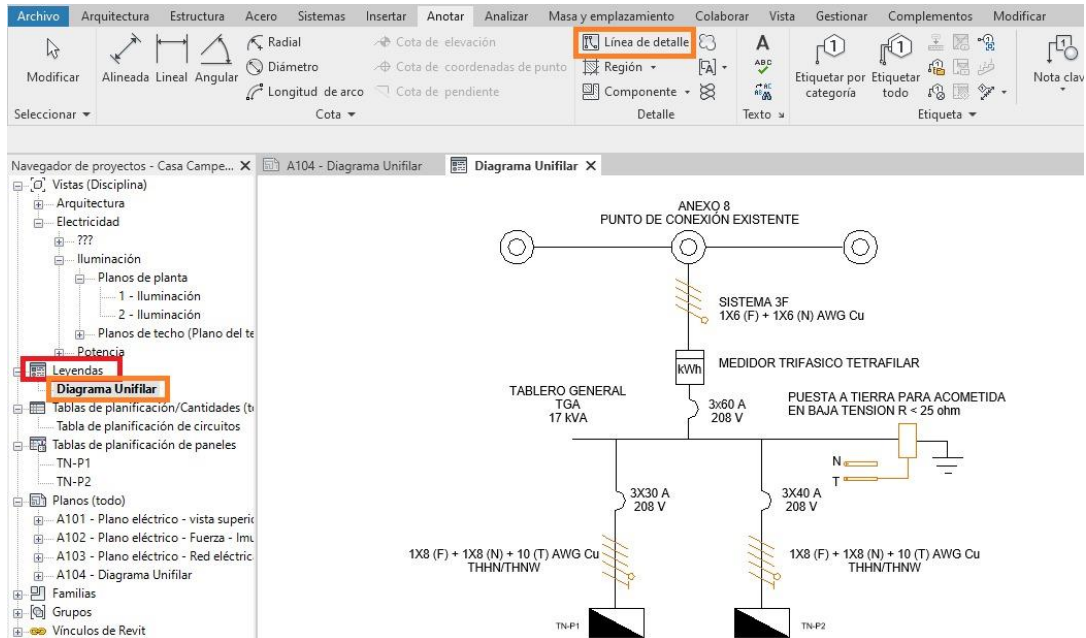
### **3.4. Diagrama unifilar en REVIT**

Pese a la excelente organización de la interfaz del software con el usuario en la agrupación de los elementos como cableado, aparatos eléctricos y demás, este aún no posee la capacidad de realizar los cálculos de un diagrama unifilar, pero sí, la capacidad de vincularse con otros software para llevar a cabo este modelado que es indispensable en un diseño eléctrico, o en su defecto, hacer uso de la herramienta leyenda para realizar un dibujo básico tal y como se lleva a cabo de manera convencional.

En el navegador de proyectos con el uso de la opción “leyenda” mediante clic derecho “nueva leyenda”, habilita una ventana en la cual se puede dibujar libremente mediante figuras geométricas seleccionando “línea de detalle” cómo se observa en la Figura 58 y complementando el detalle consultando el apéndice H.

Figura 58

Diagrama unifilar en REVIT.

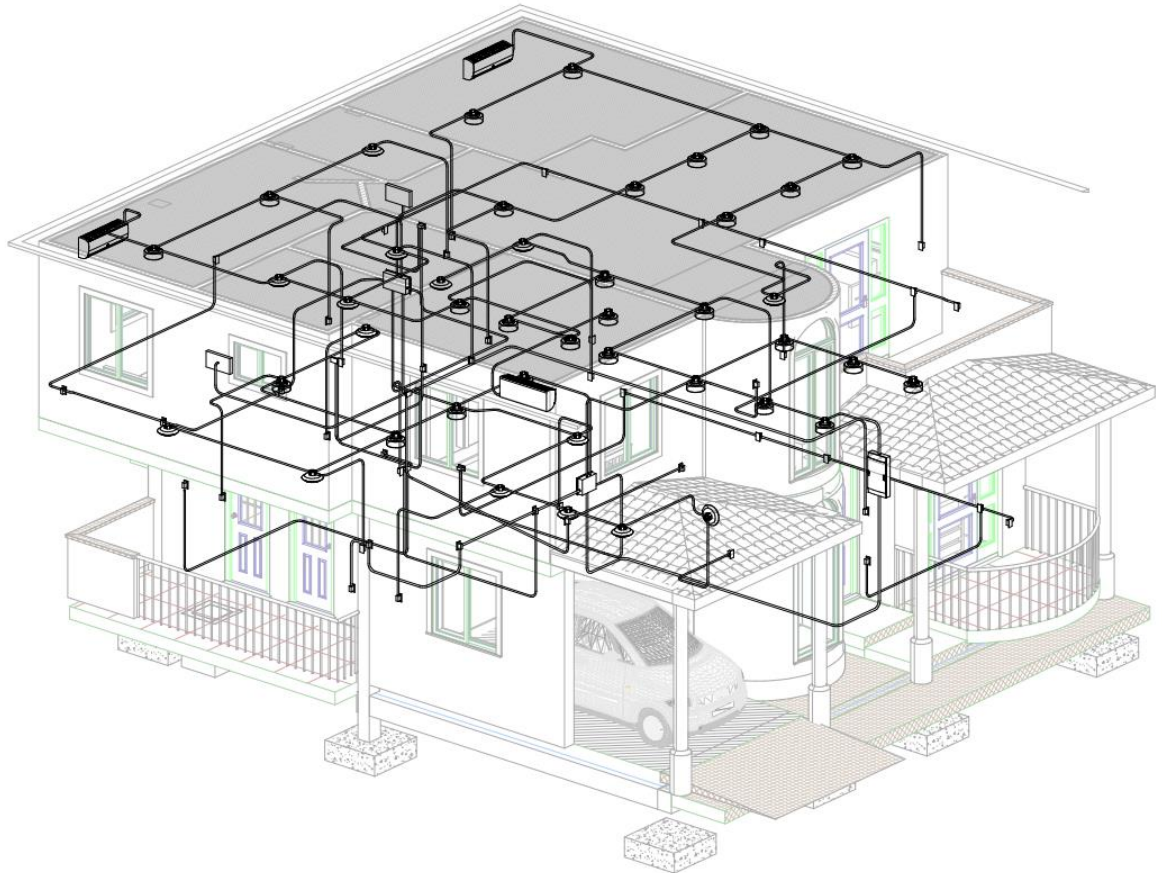


### 3.5. Resultados del diseño de la instalación eléctrica en REVIT

Finalmente haciendo uso de las herramientas de REVIT, en la Figura 59 se observa el modelado completo de la vivienda tomada como caso de estudio.

**Figura 59**

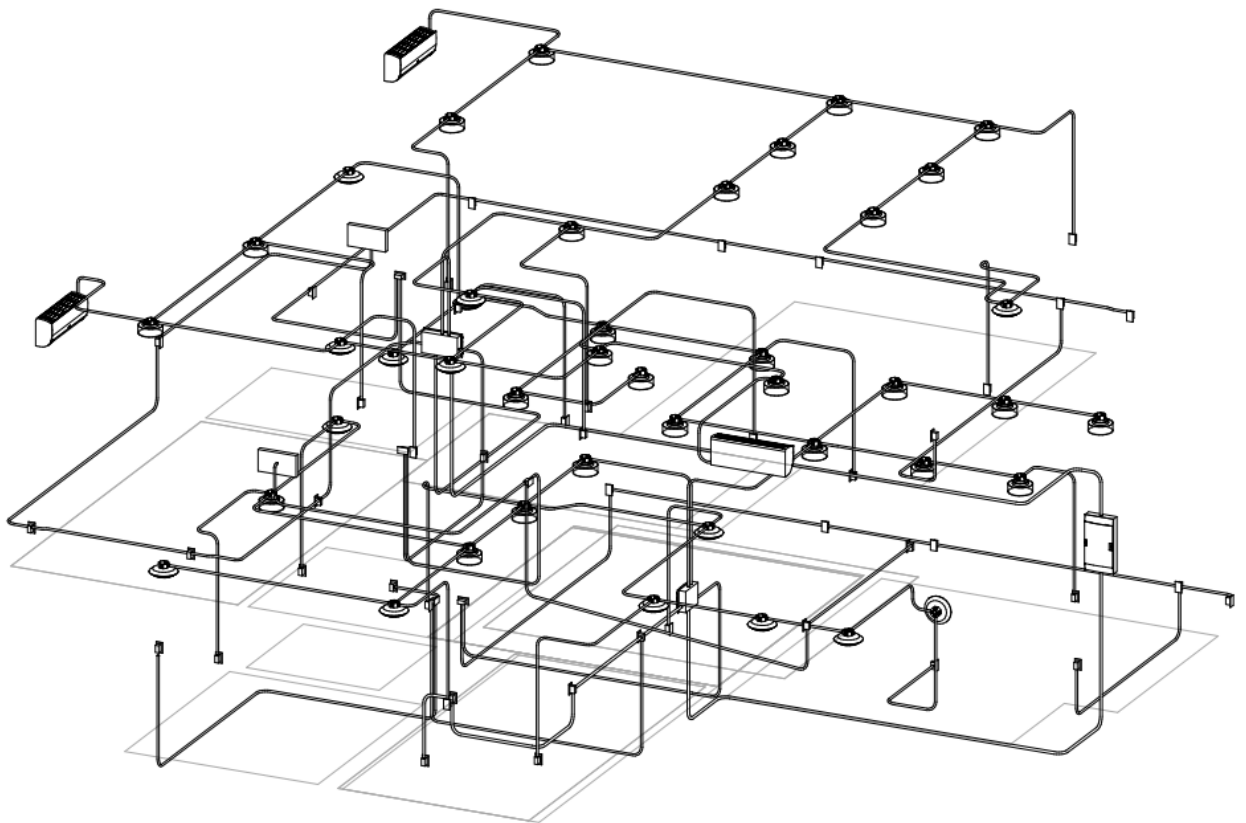
*Detalles modelado de instalación eléctrica.*



La Figura 60 muestra el detalle isométrico de la totalidad de la instalación sin la disciplina de arquitectura.

**Figura 60**

*Red eléctrica instalación de uso final.*



#### **4. Ventajas y limitaciones de los cálculos eléctricos del software REVIT**

De acuerdo con las utilidades que ofrece REVIT para realizar cálculos eléctricos de instalaciones de uso final, se presentan las siguientes ventajas y limitaciones:

#### 4.1. Ventajas

- El software REVIT brinda una interacción realista con el usuario, ya que como se mencionó anteriormente, permite diseñar con un alto nivel de detalle y de manera simultánea los pormenores de diseño no visibles de manera convencional, lo cual evita cruces en las rutas de tubería eléctrica y ajenas a ella, logrando minimizar las pérdidas en cantidad de ductos y longitud de cableado.
- Es posible configurar los elementos BIM a fin de parametrizarlos con datos técnicos, como potencia eléctrica, factor de potencia, tensión, factor de demanda, entre otros.
- Brinda un cálculo de iluminación media estimada con el fin de cumplir con los niveles de iluminación exigidos por norma.
- Para la simulación de la iluminación media estimada, no exige el uso de otro software como se diseñaba de manera convencional, aunque tenga la capacidad de vincularse con ellos, por ejemplo, DIALux.
- Determina un análisis energético de cada compartimiento de la vivienda, mostrando gráficamente un consumo energético durante el día, según el tipo de instalación (residencial, comercial, centros educativos, oficinas, entre otros).
- Facilita definir el origen de luz como su forma de emisión (bombillo, tubo fluorescente, grupo de tubos o redondo) y distribución de luz (todas las direcciones, directa, forma de cono o sobre superficie).
- Permite definir de manera dinámica los circuitos ramales para determinar los cálculos de cableado.
- Ofrece por defecto un listado de tipos de cable con datos característicos como el material, temperatura y tipo de aislamiento, eligiéndolo de acuerdo con la protección del circuito, caída de

voltaje y factor de corrección, adicionalmente se puede ampliar esta familia configurando nuevos tipos de cable.

- Ajusta la etiqueta del cableado que indica si el circuito es monofásico, bifásico o trifásico, haciendo cumplir un lenguaje convencional acorde con la normatividad del diseño.
- Estima un cuadro de cargas con detalles característicos del panel de distribución, número de circuitos, corriente del circuito ramal, número de polos, carga por fase y un resumen total de las cargas. Adicionalmente expone una clasificación de carga con su respectivo factor de demanda y demanda estimada.
- Equilibra automáticamente las cargas eléctricas por fase de cada tablero de distribución que contiene la vivienda, facilitando el proceso de organización en caso de tener varios circuitos ramales.
- Facilita una tabla de planificación de cantidades que incluye todos los circuitos eléctricos de los paneles existentes en la vivienda, permitiendo complementar la información del cuadro de cargas como factor de potencia, número de polos, carga aparente, voltaje, corriente aparente, caída de voltaje, el tamaño, el tipo y la longitud del cableado. Dichos informes se generan de forma automática para el recuento de elementos constructivos que además de ser prácticamente instantáneos no dan pie a un porcentaje de error considerable y pueden actualizarse dinámicamente.

#### **4.2. Limitaciones**

- A pesar de que REVIT es una herramienta que le apuesta a la nueva era tecnológica, se ha enfatizado más en detalles arquitectónicos y estructurales, limitando la disciplina de electricidad

en la realización de cálculos eléctricos, facilitando más las formas de trabajo esquemático o analítico y elaboraciones geométricas.

- En comparación a DIALux, en el que se expone los cálculos de los niveles de iluminación exigidos por norma, REVIT determina únicamente la iluminación media estimada, limitando el análisis para la configuración de ubicación y cantidad de luminarias, aportando una incertidumbre en la validación de los cálculos.
- Debido a que las prestaciones eléctricas que ofrece REVIT aún no son tan amplias, tanto el usuario como los fabricantes de objetos BIM se encuentran limitados para llevar a cabo el modelado de un proyecto. Por ejemplo, para la estufa eléctrica no se encuentra una familia por defecto ni una familia cargable, por lo cual, se simuló mediante un tomacorriente bifásico parametrizado con los datos técnicos del aparato eléctrico.
- A pesar de que REVIT, especifica que la longitud del cableado se dimensiona en X, Y y Z, este solo es visible en 2D, lo cual no permite modelar en vista 3D siguiendo la ruta de la tubería, por ende, la longitud real del cableado se ve afectada al ser un cálculo aproximado, por tanto, la caída de voltaje seguirá con una incertidumbre de igual forma que el diseño convencional.
- En la página oficial de AUTODESK se expone un problema común, el cual se evidenció en las tablas de planificación, donde las caídas de tensión de algunos circuitos son cero debido a que la longitud del cableado es muy baja para el voltaje seleccionado, otra posibilidad es que el diámetro del conductor es lo suficientemente grande como para que la resistividad no tenga ningún efecto, también puede ser que el voltaje es tan alto que la corriente que demanda la carga es bastante baja.

- No se tienen herramientas para el cálculo del sistema de puesta a tierra, sin embargo, se puede hacer una representación gráfica para tener una proyección del diseño real.
- REVIT no desarrolla el cálculo para la representación del diagrama unifilar, sin embargo, se hace uso de la herramienta “leyenda” para realizar un dibujo básico tal y como se lleva a cabo de manera convencional.
- No se cuenta con una opción de circuitos especiales en REVIT para la representación de los circuitos por norma como lavado y planchado y pequeños artefactos, para que se expongan en el cuadro de cargas, una opción sería poner una salida con los 1500 VA que se exigen.

## 5. Conclusiones

Se implementó como caso de estudio una vivienda unifamiliar para llevar a cabo con detalle, el diseño de una instalación eléctrica de uso final, para así validar e identificar las utilidades de los cálculos eléctricos que ofrece REVIT, con la finalidad de establecer las ventajas y limitaciones de los resultados obtenidos. Permitiendo hacer las siguientes aclaraciones:

REVIT MEP permite gestionar el diseño de una edificación por medio del modelado BIM en todas sus etapas, reduciendo enormemente el tiempo empleado en la ejecución del proyecto, ya que incluye herramientas de detección automática de cruces, herramientas de análisis del diseño, cálculos automatizados, detección de los errores y defectos en el diseño.

Pese a la organización del software al momento de recopilar información de los elementos BIM y la vinculación de las otras disciplinas para la coordinación del modelado; la parte eléctrica presenta varias limitaciones fundamentales para los cálculos eléctricos, sin embargo; AUTODESK

continúa trabajando para reforzar futuras versiones en los próximos años, aunque por el momento sea necesario el uso de aplicaciones externas y cálculo manual en algunos casos, como por ejemplo; el sistema de puesta a tierra y el diagrama unifilar.

Los procesos automatizados a los que REVIT está queriendo llevar el diseño de las diferentes disciplinas, debe recaer en primer lugar sobre el criterio del profesional, es decir, el software debe ayudar al análisis de los resultados y la gestión de la información; en vista a que no existe una única propuesta de diseño, el ingeniero y su criterio personal debe en última instancia, adoptar la solución que estime más adecuada de los cálculos presentados por el software y la correspondiente normativa de aplicación.

### Referencias bibliográficas

- Autodesk (2019). *Sistemas Eléctricos*. Autodesk.  
<https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learnexplore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/Revit-Model/files/GUID-8BB35A3A-475A-4FE0-99C0-B01054EE0F2A-htm.html>
- Autodesk (2020). *Acerca de las propiedades de circuito*. Autodesk.  
<https://knowledge.autodesk.com/es/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/ESP/Revit-Model/files/GUID-BDD3D7A7-0558-42E2-8B32-D87520891969-htm.html>
- Arq - El Buscador de Arquitectura (s.f.). *Categoría Arquitectura Revit*.  
<https://www.arq.com.mx/tag/casa>
- Bimobject (s.f.). *Tipo de objeto BIM: Instalaciones eléctricas*. Bimobject.  
<https://www.bimobject.com/es/product?category=141>
- Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050), Colombia. Segunda Actualización 2019.
- Dwisest (2019). *Revit MEP 2019- Electricidad*. Dwisest. <https://www.dwisest.com/cursos/instalaciones-electricas-en-revit-2019/>
- Lebrato, J.H. (2016). *Análisis de aplicación de la metodología BIM al modelado y cálculo de instalaciones eléctricas* (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, España.
- Pavco (s.f.). *Conoce las nuevas librerías BIM Pavco Wavin para Colombia*. Pavco.  
<https://pavcowavin.com.co/nuevas-librerias-bim-pavco-wavin-colombia>

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Colombia. Resolución 90708 del 30 de agosto de 2013.

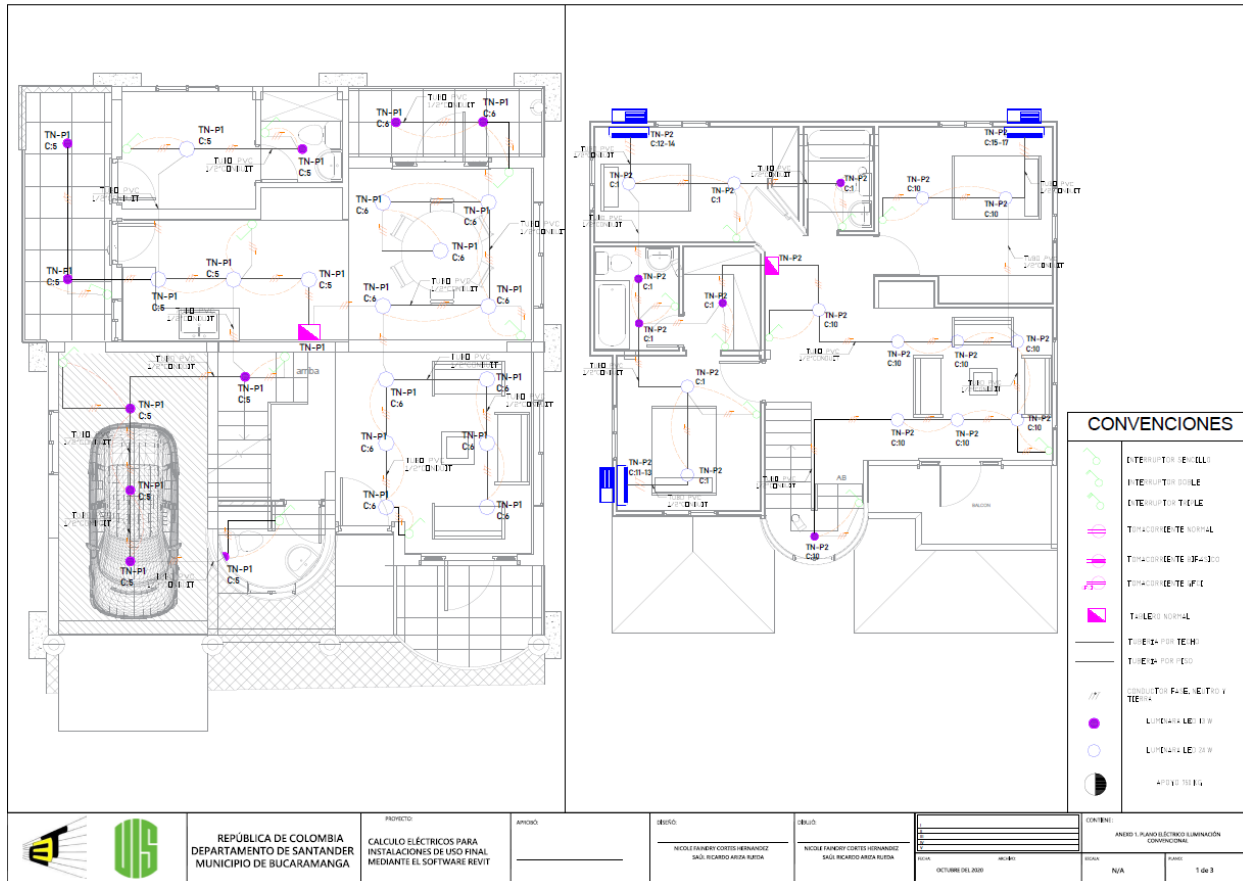
Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), Colombia. Resolución 180540 del 30 de marzo de 2010.

Revit            City            (s.f.).            *Objetos*            *BIM.*            Revit            City.

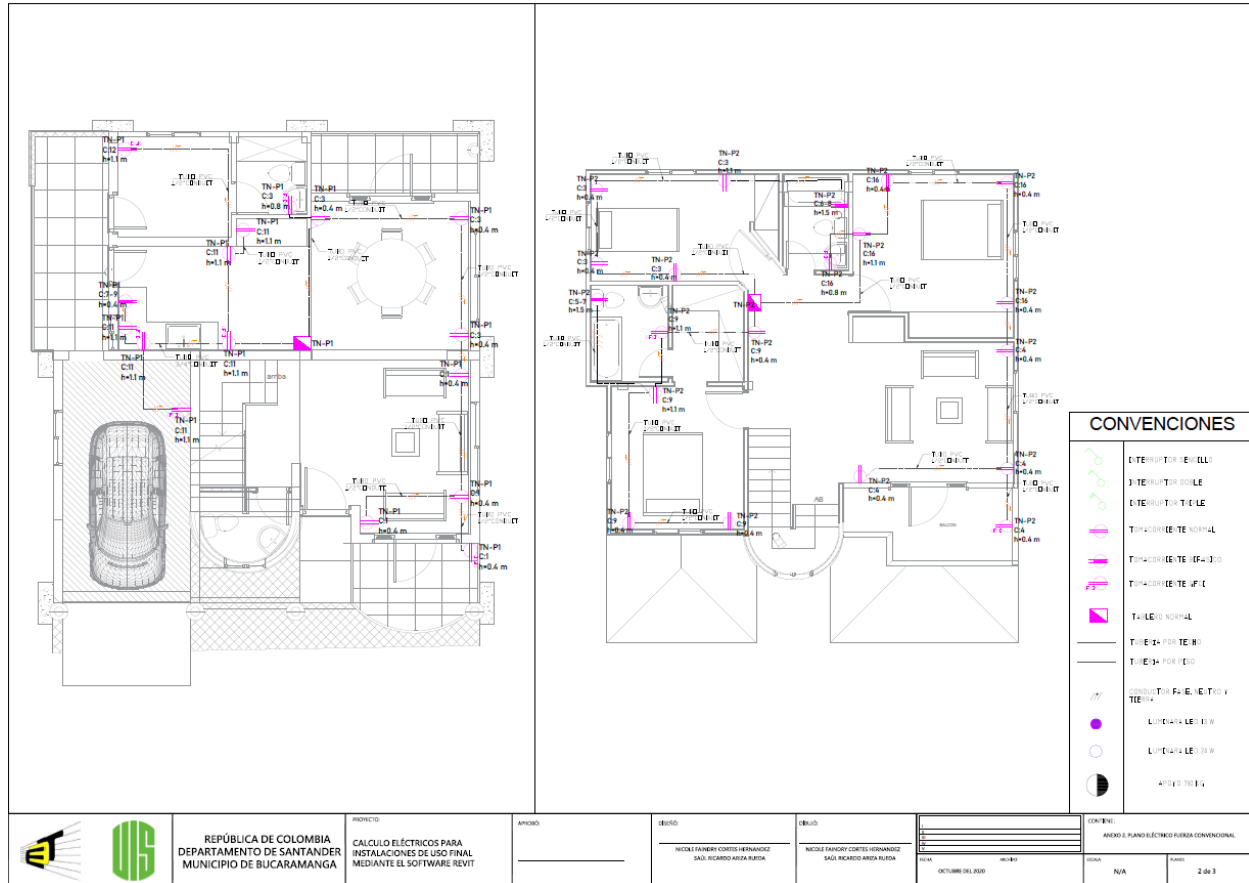
[https://www.revitcity.com/downloads.php?action=viewmf04&mf04\\_l2\\_id=123](https://www.revitcity.com/downloads.php?action=viewmf04&mf04_l2_id=123)

Apéndices

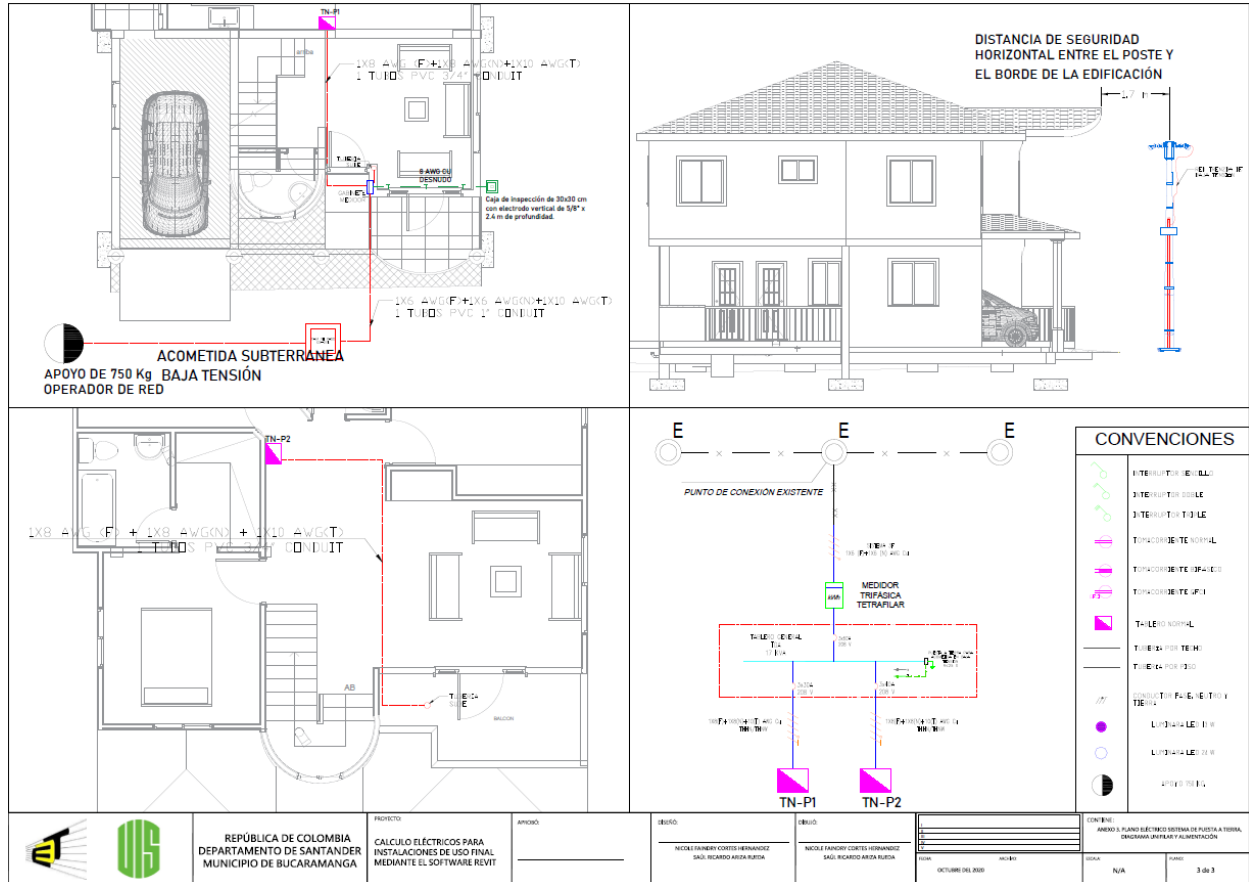
Apéndice A. Plano eléctrico iluminación convencional.



Apéndice B. Plano eléctrico de fuerza convencional.

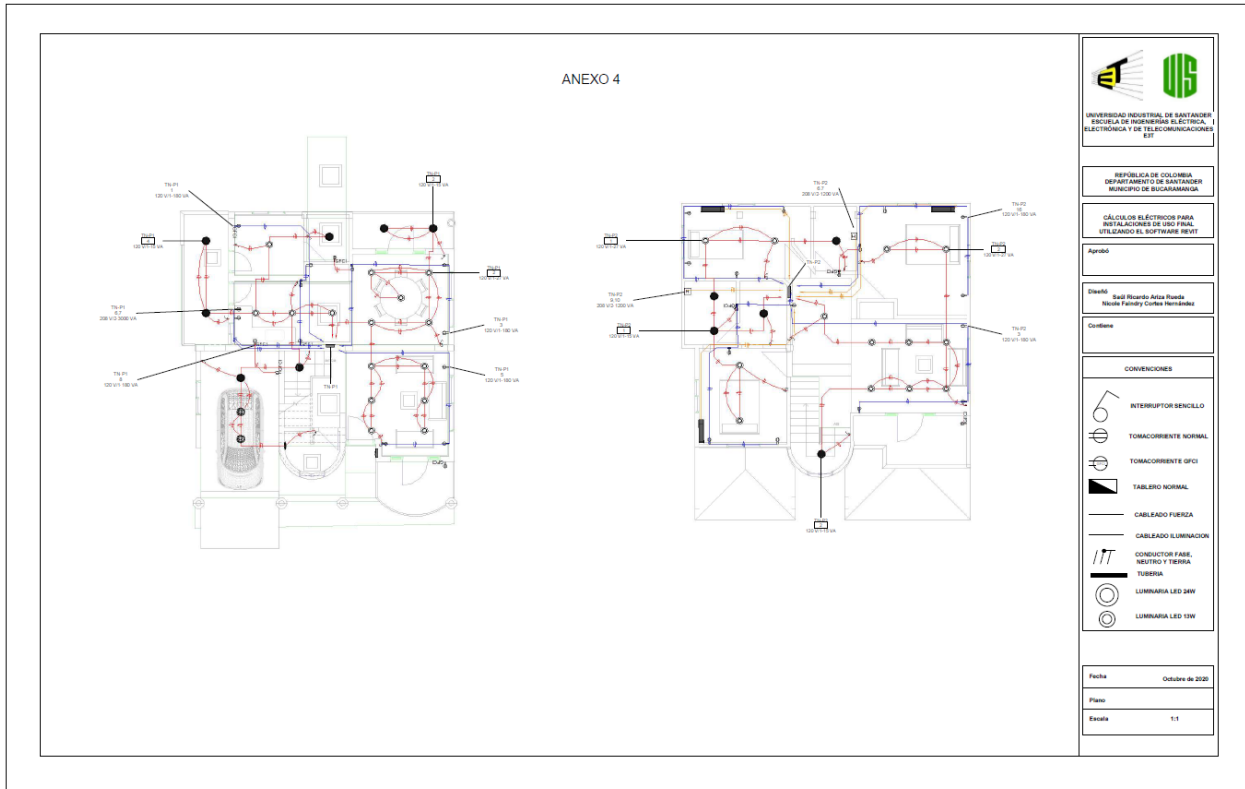


Apéndice C. Plano eléctrico sistema de puesta a tierra.

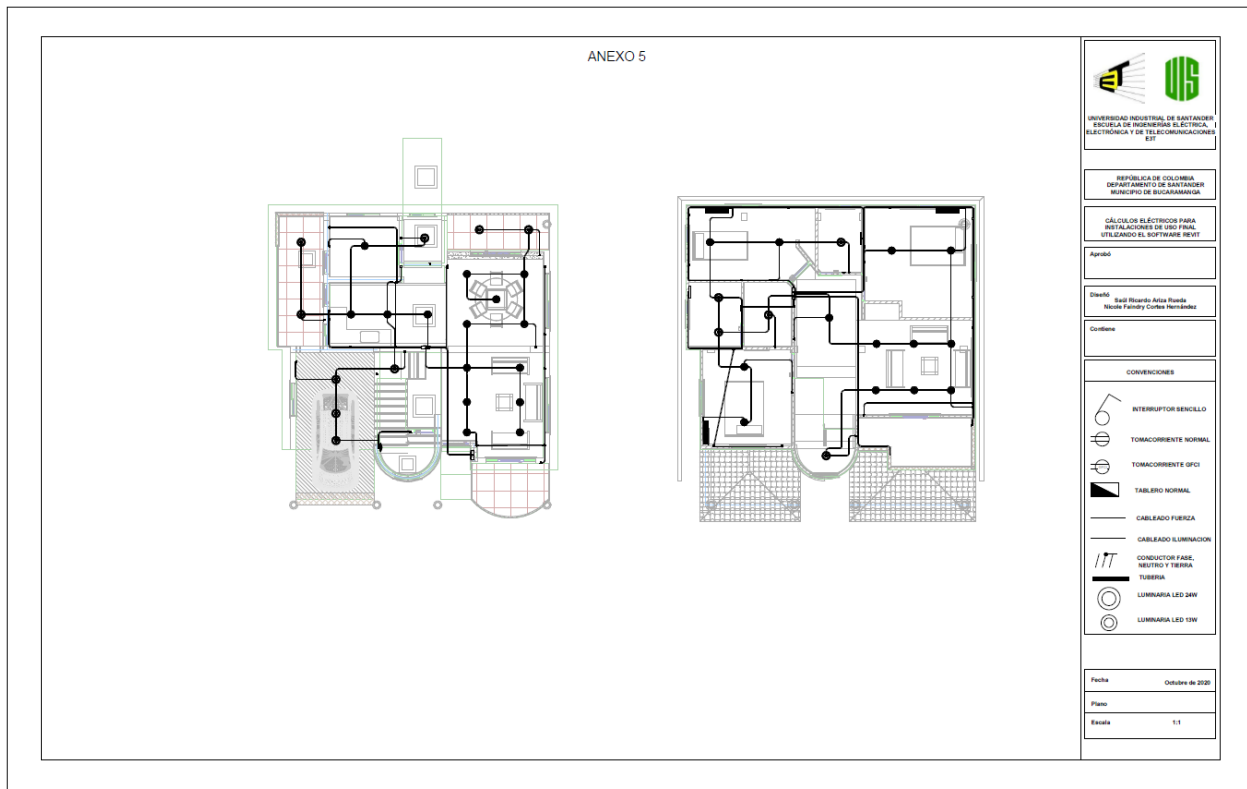


	REPÚBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DE SANTANDER MUNICIPIO DE BUCARAMANGA	PROYECTO CÁLCULO ELÉCTRICOS PARA INSTALACIONES DE USO FINAL MEDIANTE EL SOFTWARE REVIT	APOYO	DISEÑO NICOLÉ FANORO CORTÉS HERNÁNDEZ DAISY RICARDO ARIZA RIVERA	DISEÑO NICOLÉ FANORO CORTÉS HERNÁNDEZ DAISY RICARDO ARIZA RIVERA	FECHA OCTUBRE DEL 2020	CONVENCIONES ANEXO C. PLANO ELÉCTRICOS SISTEMA DE PUESTA A TIERRA, CABLEADO DE PUESTA A TIERRA Y ALIMENTACIÓN
		ESCALA N/A	PÁGINA 3 de 3				

Apéndice D. Plano iluminación y fuerza REVIT.



Apéndice E. *Plano tendido eléctrico REVIT.*





Apéndice G. Cuadro de cargas REVIT.

CUADRO DE CARGAS TN-P1		ANEXO 7		Tipo de red Eléctrica: 3F; 208 - 120 V		
Ubicación: Bucaramanga		Voltios: 120/208 Wye				
Recinto: Primera Planta		Fases: 3				
Edificación:		Cableado: 4				
		Numero de circuitos: 12 Circuitos				
		Protección del Tablero: 3 X 30 A				
Notas:						
CKT	Descripción de circuito	Desconexión	Polos	A	B	C
1	Tomacorrientes Lavado/Planchado	20 A	1	180 VA		
2	Luminarias Sala - Comedor	20 A	1		323 VA	
3	Tomacorrientes Comedor	20 A	1			720 VA
4	Luminarias Cocina - Parquetadero	20 A	1	224 VA		
5	Tomacorrientes Sala	20 A	1		720 VA	
6,7	Cocina Ceramica	20 A	2	1500 VA		1500 VA
8	Tomacorrientes Cocina	20 A	1		1080 VA	
9	Reserva	20 A	1			0 VA
10	Reserva	20 A	1	0 VA		
11	Reserva	20 A	1		0 VA	
12	Reserva	20 A	1			0 VA
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
<b>Carga total:</b>				1889 VA	2108 VA	2220 VA
<b>Total de amperios:</b>				16 A	18 A	19 A
Leyenda:						
Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel		
Equipo de cocina - Unidad no de vivienda	3000 VA	80.00%	2400 VA			
Iluminación - Unidad de vivienda	400 VA	100.00%	400 VA	<b>Carga total conectada:</b> 6216 VA		
Otros	0 VA	0.00%	0 VA	<b>Total de demanda estimada:</b> 5516 VA		
Toma de corriente	2700 VA	100.00%	2700 VA	<b>Corriente total conectada:</b> 17 A		
Lighting	148 VA	100.00%	148 VA	<b>Demanda de corriente total est.:</b> 15 A		
Notas:						

CUADRO DE CARGAS: TN-P2		ANEXO7		Tipo de red eléctrica: 3F, 208 - 120 V		
Ubicación: Bucaramanga		Voltios: 120/208 Wye				
Recinto: Segunda Planta		Fases: 3				
Edificación:		Cableado: 4				
		Número de circuitos: 20 Circuitos				
		Protección del Tablero: 3 X 40 A				
<b>Notas:</b>						
CKT	Descripción de circuito	Desconexión	Polos	A	B	C
1	Luminarias Cuarto 1, Cuarto 2 y Baños	20 A	1	166 VA		
2	Luminarias Sala - Cuarto 3	20 A	1		255 VA	
3	Tomacorrientes Sala	20 A	1			720 VA
4	Tomacorriente Cuarto 1	20 A	1	900 VA		
5	Tomacorrientes Cuarto 2	20 A	1		720 VA	
6,7	Calentador Baño General	20 A	2	600 VA		600 VA
8	Reserva	20 A	1		0 VA	
9,10	Calentador Cuarto Baño 1	20 A	2	600 VA		600 VA
11,12	Aire Acondicionado Cuarto 2	20 A	2		1010 VA	1010 VA
13,14	Aire Acondicionado Cuarto 1	20 A	2	1010 VA	1010 VA	
15	Reserva	20 A	1			0 VA
16	Tomacorriente Cuarto 3	20 A	1	900 VA		
17,18	Aire Acondicionado Cuarto 3	20 A	2		1010 VA	1010 VA
19						
20						
21						
<b>Carga total:</b>				4153 VA	3990 VA	3920 VA
<b>Total de amperios:</b>				36 A	33 A	33 A
<b>Leyenda:</b>						
Clasificación de carga	Carga conectada	Factor de demanda	Demanda estimada	Totales de panel		
Calentación	2400 VA	65.00%	1560 VA			
Iluminación - Unidad de vivienda	347 VA	100.00%	347 VA	<b>Carga total conectada:</b> 12051 VA		
Otros	0 VA	0.00%	0 VA	<b>Total de demanda estimada:</b> 11217 VA		
Toma de corriente	3240 VA	100.00%	3240 VA	<b>Corriente total conectada:</b> 33 A		
Lighting	75 VA	100.00%	75 VA	<b>Demanda de corriente total est.</b> 31 A		
Aire Acondicionado	6060 VA	100.00%	6060 VA			
<b>Notas:</b>						

Apéndice H. Diagrama unifilar REVIT.

