

INTEGRACIÓN ENTRE AUTOCAD Y EXCEL PARA LA OBTENCIÓN DE  
CANTIDADES DE OBRA EN EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
RESIDENCIALES INTERNAS

YESICA PAOLA ABRIL ROA

JIMMY ALEXANDER ROA RAMIREZ



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA

2018

INTEGRACIÓN ENTRE AUTOCAD Y EXCEL PARA LA OBTENCIÓN DE  
CANTIDADES DE OBRA EN EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
RESIDENCIALES INTERNAS

YESICA PAOLA ABRIL ROA

JIMMY ALEXANDER ROA RAMIREZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electricista.

Director:

OSCAR ARNULFO QUIROGA QUIROGA

PhD. Ingeniería Eléctrica

Co-Director:

MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL

MIE. Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE  
TELECOMUNICACIONES

BUCARAMANGA

2018

## DEDICATORIA

*Gracias a Dios por haberme dado a mis padres los cuales estuvieron en mis victorias y caídas siempre motivándome y sacando adelante esto que más que mío es de ellos.*

*Mi madre Flor Roa motor de hogar y a quien le debo todo lo que soy porque ella es quien me enseñó a salir adelante, jamás rendirme y siempre andar con la cabeza en alto para ti madre uno de mis más grandes logros aunque sé que vendrán más pero siempre a tu lado.*

*A mi padre Henry Abril quien me ha ayudado en mis momentos más difíciles y alegres sabiendo cómo guiarme con sus sabias palabras por un buen camino. A mis hermanos Giovanni y Diana con quienes conformo mi gran núcleo familiar siempre de la mano.*

*A mis dos grandes amigas Laura Toncon quien a pesar de la distancia siempre ha estado a mi lado y sé que siempre lo va a estar bajo cualquier circunstancia que se presente y Kelly Suarez quien ha estado siempre enseñándome lo mejor de sí para hoy en día obtener los mejores resultados.*

*Y por último a mi compañero de tesis Jimmy Roa que más que un compañero se convirtió en un gran amigo con el cual comparto este triunfo.*

## DEDICATORIA

*Primeramente dedico este título a Dios, por haberme guiado en el paso por la universidad y ayudarme en los momentos más difíciles.*

*A mi madre Zenaida Ramírez, por su esmero al enseñarme a ser un hombre de bien e interesado por aprender.*

*A mi padre Alirio Roa, por el esfuerzo que día a día realizó para ayudarme a cumplir esta meta.*

*A mi tía Yolima Roa, que fue la persona que me encaminó a estudiar en la Universidad Industrial de Santander.*

*A mis hermanos Jheimy Roa y Farid Roa, que fueron mi fortaleza ya que sentía el deber de darles el ejemplo de perseverancia en las metas.*

*A mi compañera de proyecto Yesica Abril, que compartió alegrías y tristezas en el proceso de finalizar la tesis.*

## TABLA DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>15</b> |
| <b>1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> .....  | <b>17</b> |
| 1.1. INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES .....   | 20        |
| 1.1.1. Instalaciones eléctricas residenciales internas (IERI) .....                               | 20        |
| 1.2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS DE UNA VIVIENDA .....                        | 21        |
| 1.2.1. Elementos más utilizados en una instalación eléctrica residencial interna .....            | 22        |
| 1.2.2. Tubería .....  | 24        |
| 1.2.2.1. Usos de la tubería .....   | 25        |
| 1.2.2.2. Disposición de conductores en una instalación residencial .....                          | 27        |
| 1.2.3. Conductores .....  | 27        |
| 1.2.3.1. Calibre de los conductores .....   | 28        |
| 1.2.3.2. Aislamiento de los conductores .....   | 29        |
| 1.2.3.3. Código de colores .....  | 29        |
| 1.2.3.4. Configuración de los conductores en una instalación residencial .....                    | 30        |
| 1.2.4. Iluminación .....  | 31        |
| 1.2.4.1. Distribución del alumbrado .....   | 31        |
| 1.2.4.2. Disposición de aparatos de iluminación en el diseño de una instalación residencial ..... | 33        |
| 1.2.5. Tomacorrientes .....   | 35        |
| 1.2.6. Tablero de distribución .....  | 38        |
| <b>2. PRESUPUESTO, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)</b> .....                                  | <b>40</b> |
| 2.1. CONTRATOS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA .....  | 40        |
| 2.2. CONTRATOS A PRECIO ALZADO O GLOBAL .....   | 41        |
| 2.3. CONTRATOS A PRECIOS UNITARIOS O ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....                          | 41        |
| 2.4. PRESUPUESTO .....  | 43        |
| 2.5. RECURSOS .....   | 43        |
| 2.5.1. Accesorios .....   | 44        |
| 2.5.2. Herramientas .....   | 44        |
| 2.5.3. Mano de obra .....   | 44        |
| 2.5.4. Transporte .....   | 45        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.5.5. Materiales .....  | 46        |
| 2.6. UNIDAD CONSTRUCTIVA (UC) .....  | 46        |
| 2.6.1. Cantidad unitaria .....   | 47        |
| 2.6.2. Precio unitario .....   | 47        |
| 2.6.3. Cantidad de unidad constructiva .....   | 48        |
| 2.6.4. Precio del conjunto de cada unidad constructiva .....   | 48        |
| 2.7. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES POR MEDIO DE APU .....                            | 48        |
| 2.7.1. Primer tipo de UC (general) .....   | 49        |
| 2.7.2. Segundo tipo de UC (independiente) .....  | 50        |
| <b>3. ALTERNATIVAS ADECUADAS PARA EL INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE AUTOCAD Y EXCEL.....</b>                   | <b>52</b> |
| 3.1. EXTRACCIÓN DE DATOS .....   | 53        |
| 3.1.1. Inicio .....  | 55        |
| 3.1.2. Definir origen de datos .....   | 56        |
| 3.1.3. Designar objetos .....  | 56        |
| 3.1.4. Seleccionar propiedades .....   | 57        |
| 3.1.5. Precisar datos .....  | 58        |
| 3.1.6. Elegir salida .....   | 59        |
| 3.1.7. Estilo de tabla .....   | 59        |
| 3.1.8. Finalizar .....   | 59        |
| <b>4. IMPLEMENTACIÓN POR MEDIO DE EXTRACCIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE UNA IERI.....</b> | <b>61</b> |
| 4.1. REALIZACIÓN DE BLOQUES DE UNA INSTALACION ELÉCTRICA RESIDENCIAL INTERNA .....                         | 61        |
| 4.2. USO DE BLOQUES EN EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ....  | 63        |
| 4.3. LISTADOS DE LOS RECURSOS TÍPICOS DE UNA IERI EN HOJAS DE CÁLCULO DE EXCEL .....                       | 64        |
| 4.3.1. Nombres .....   | 65        |
| 4.3.2. Descripción .....   | 65        |
| 4.3.3. Unidad (un) .....   | 65        |
| 4.3.4. Valor unitario (V.UNITARIO).....  | 66        |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.4. EXTRACCIÓN DE DATOS HACIA EXCEL PARA LA OBTENCIÓN DE CANTIDADES DE LA IERI .....             | 66        |
| 4.4.1. Extracción de datos de los elementos de una IERI.....                                      | 71        |
| 4.4.2. Extracción de datos de los tramos de una IERI .....  | 72        |
| 4.5. PROCESO PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO PARA UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL .....     | 74        |
| <b>5. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA PLATAFORMA EN EXCEL Y PROCESOS REALIZADOS EN AUTOCAD.....</b> | <b>78</b> |
| 5.1. VENTAJAS .....   | 78        |
| 5.2. LIMITACIONES.....  | 81        |
| <b>6. CONCLUSIONES .....</b>  | <b>83</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>85</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Mapa conceptual de instalaciones eléctricas de uso final..... | 19 |
| Figura 2. Elementos dentro del diseño de una IERI.....                  | 24 |
| Figura 3. Alambre y cable. ....   | 28 |
| Figura 4. Configuración interruptor sencillo .....                      | 34 |
| Figura 5. Distancias entre tomacorrientes. ....                         | 36 |
| Figura 6. Disposición de tomacorrientes en la cocina.....               | 37 |
| Figura 7. Tablero de distribución.....                                  | 38 |
| Figura 8. Características APU.....                                      | 43 |
| Figura 9. Tomacorriente con materiales tipo UC general.....             | 50 |
| Figura 10. Tomacorriente con materiales tipo UC independiente. ....     | 51 |
| Figura 11. Diagrama de boques de Extracción de datos. ....              | 54 |
| Figura 12. Inicio extracción de datos. ....                             | 56 |
| Figura 13. Seleccionar propiedades extracción de datos. ....            | 57 |
| Figura 14. Precisar datos extracción de datos. ....                     | 58 |
| Figura 15. Bloque tomacorriente.....                                    | 62 |
| Figura 16. Definición bloque. ....                                      | 63 |
| Figura 17. Ubicación de los bloques. ....                               | 64 |
| Figura 18. Diagrama de flujo de extracción de datos - A. ....           | 68 |
| Figura 19. Diagrama de flujo de extracción de datos – B. ....           | 69 |
| Figura 20. Diagrama de flujo de extracción de datos – C .....           | 70 |
| Figura 21. Tramos verticales.....                                       | 80 |
| Figura 22. Configuración de tramos verticales.....                      | 80 |

## LISTA DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tipos de ocupación.....                            | 18 |
| Tabla 2. Simbología de elementos típicos .....              | 23 |
| Tabla 3. Calibres conductores según corriente nominal. .... | 29 |
| Tabla 4. Código de colores para conductores. ....           | 30 |
| Tabla 5. Elementos típicos de una IERI.....                 | 65 |

## RESUMEN

**TITULO:** Integración entre AutoCAD y Excel para la obtención de cantidades de obra en el diseño de instalaciones eléctricas residenciales internas\*.

**AUTORES:** Jimmy Alexander Roa Ramírez, Yesica Paola Abril Roa\*\*.

**PALABRAS CLAVE:** Cantidades de obra, unidad constructiva, tipos de ocupación, plantillas, cálculo del presupuesto, integración entre AutoCAD y Excel.

### DESCRIPCIÓN:

En un diseño convencional de una instalación eléctrica residencial interna, la definición de las unidades constructivas se realiza según el criterio y experiencia del diseñador y la cuantificación de las cantidades de obra se realiza de manera manual y repetitiva sobre los planos de diseño, para posteriormente realizar el cálculo del presupuesto. Este proceso manual es ineficiente e involucra el error humano, cuyas consecuencias pueden afectar la expectativa técnica y económica del proyecto.

Por lo anterior, se desarrolló como trabajo de grado, una herramienta la cual permite obtener de manera automática o semiautomática las cantidades de obra, a partir de la información consignada en los planos de diseño de la instalación eléctrica residencial interna, de esta manera se implementó la herramienta, por medio de plantillas en AutoCAD y Excel ya que estos dos programas son los más usados en este tipo de labor, todo esto con el objetivo de intercambiar información para realizar el cálculo del presupuesto en Excel con datos de AutoCAD.

Por último, se elaboró un ejemplo del uso de la plataforma en Excel y plantillas en AutoCAD para un mejor entendimiento de lo planteado, en el cual se explica la manera correcta de utilizar la herramienta para garantizar la debida comunicación entre AutoCAD y Excel. De igual manera se debe tener en cuenta que el alcance de este proyecto incluye únicamente instalaciones de tipo residencial.

---

\* Trabajo de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director PhD. OSCAR ARNULFO QUIROGA QUIROGA. Co-Director MIE MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL.

## ABSTRACT

**TITLE:** Integration between AutoCAD and Excel for obtaining amounts of work in the design of internal residential electrical installations\*.

**AUTHORS:** Jimmy Alexander Roa Ramírez, Yesica Paola Abril Roa\*\*.

**KEYWORDS:** Construction quantities, construction unit, types of occupation, templates, budget calculation, integration between AutoCAD and Excel.

### SUMMARY:

In a conventional design of an internal residential electrical installation, the definition of the constructive units is made according to the criteria and experience of the designer and the quantification of the construction quantities is done manually and repetitively on the design plans, to later perform the calculation of the budget. This manual process is inefficient and involves human error, whose consequences can affect the technical and economic expectation of the project.

Therefore, it was developed as a degree work, a tool which allows to obtain automatically or semiautomatically the construction quantities, from the information consigned in the design plans of the internal residential electrical installation, in this way it was implemented the tool, by means of templates in AutoCAD and Excel since these two programs are the most used in this type of work, all this with the objective of exchanging information to perform the budget calculation in Excel with AutoCAD data. Finally, an example of the use of the platform in Excel and templates in AutoCAD was elaborated for a better understanding of what was proposed, in which the correct way to use the tool is explained to guarantee the proper communication between AutoCAD and Excel. In the same way, it should be taken into account that the scope of this project includes only residential type facilities.

---

\* Degree Paper.

\*\* Faculty of Physics and Mechanical Engineering. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director PhD. OSCAR ARNULFO QUIROGA QUIROGA. Co-Director MIE MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL.

## INTRODUCCIÓN

La composición de una instalación eléctrica tiene varios componentes asociados para un uso particular según el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)<sup>1</sup>. Esta se define como un conjunto de elementos y procesos los cuales tienen como finalidad proveer de energía eléctrica al usuario. El desarrollo de este trabajo de grado comprende el sector residencial, específicamente instalaciones eléctricas residenciales internas.

Las instalaciones eléctricas residenciales internas comprenden el conjunto de elementos desde el tablero de distribución de un domicilio hasta las salidas necesarias para abastecer de iluminación y energía al usuario en las actividades diarias.

Para hacer una instalación de tipo residencial, primero se debe realizar un diseño que detalle la posición de los elementos y las características que tienen cada uno de ellos. Este diseño se ejecuta teniendo como base el plano arquitectónico y sobre este se hace el plano eléctrico; esta tarea se realiza generalmente en una herramienta de dibujo llamada AutoCAD, aunque existen muchas más herramientas en las cuales se puede desarrollar la misma tarea.

Además del diseño de una instalación eléctrica, es necesario antes de comenzar a ejecutar la obra calcular el presupuesto de inversión que requiere, con el fin de planear y controlar las actividades que se realizan. El cálculo del presupuesto, se realiza con el objetivo de tener control de la inversión y que al finalizar la obra, esta no se aleje del presupuesto calculado.

---

<sup>1</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

Para calcular el presupuesto de una obra eléctrica existen una gran variedad de métodos; el sistema que se usa para esta tarea depende del país, la empresa o el diseñador. La modalidad análisis de precio unitario APU es una de las maneras para el cálculo del presupuesto más usada en Colombia. Para fines del proyecto y para que tenga buena utilidad a la hora de realizar un diseño, este trabajo se realiza mediante esta modalidad. El cálculo del presupuesto, generalmente se realiza con la herramienta Excel al ser esta una de las herramientas más conocidas y de fácil manejo.

Teniendo en cuenta las herramientas (AutoCAD y Excel), se buscaron alternativas que permiten el intercambio de datos entre estas herramientas, esto con el fin de utilizar información del diseño del plano eléctrico en AutoCAD y llevarla en forma de datos a Excel, para finalmente realizar el cálculo del presupuesto de inversión de una obra eléctrica residencial interna.

Las alternativas fueron debidamente evaluadas, seleccionando la más adecuada, de esta manera se implementó una herramienta, por medio de plantillas en AutoCAD y Excel, con el objetivo de intercambiar información para realizar el cálculo del presupuesto en Excel con datos de AutoCAD.

Finalmente, se elabora un ejemplo del uso de la plataforma en Excel y plantillas en AutoCAD para un mejor entendimiento de lo planteado, en el cual se explica la manera correcta de utilizar la herramienta y así garantizar la debida comunicación entre AutoCAD y Excel.

## 1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La composición de una instalación eléctrica tiene varios componentes asociados para un uso particular según el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (RETIE)<sup>2</sup>, comprende “generación, transmisión, transformación, conversión, distribución o uso final de la energía eléctrica”. La función que desempeña una instalación de uso final es alimentar de forma segura los elementos conectados a esta. Este tipo de instalaciones se pueden clasificar en diversos tipos de ocupación; estos pueden ser de tipo residencial, comercial, industrial, entre otros los cuales son mostrados en la Tabla 1.

En el mapa conceptual de la Figura 1 se encuentra la descripción de las instalaciones eléctricas residenciales, este tipo de ocupación es el de mayor interés para el trabajo. Algunos tipos de ocupación como industrial o comercial se pueden encontrar en el sitio Web de la compañía TESLA<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

<sup>3</sup> Instalación eléctrica a nivel comercial e industrial. Tesla. México. 2018.  
Recuperado de: <https://teslamexico.mx/comercial-industrial/>

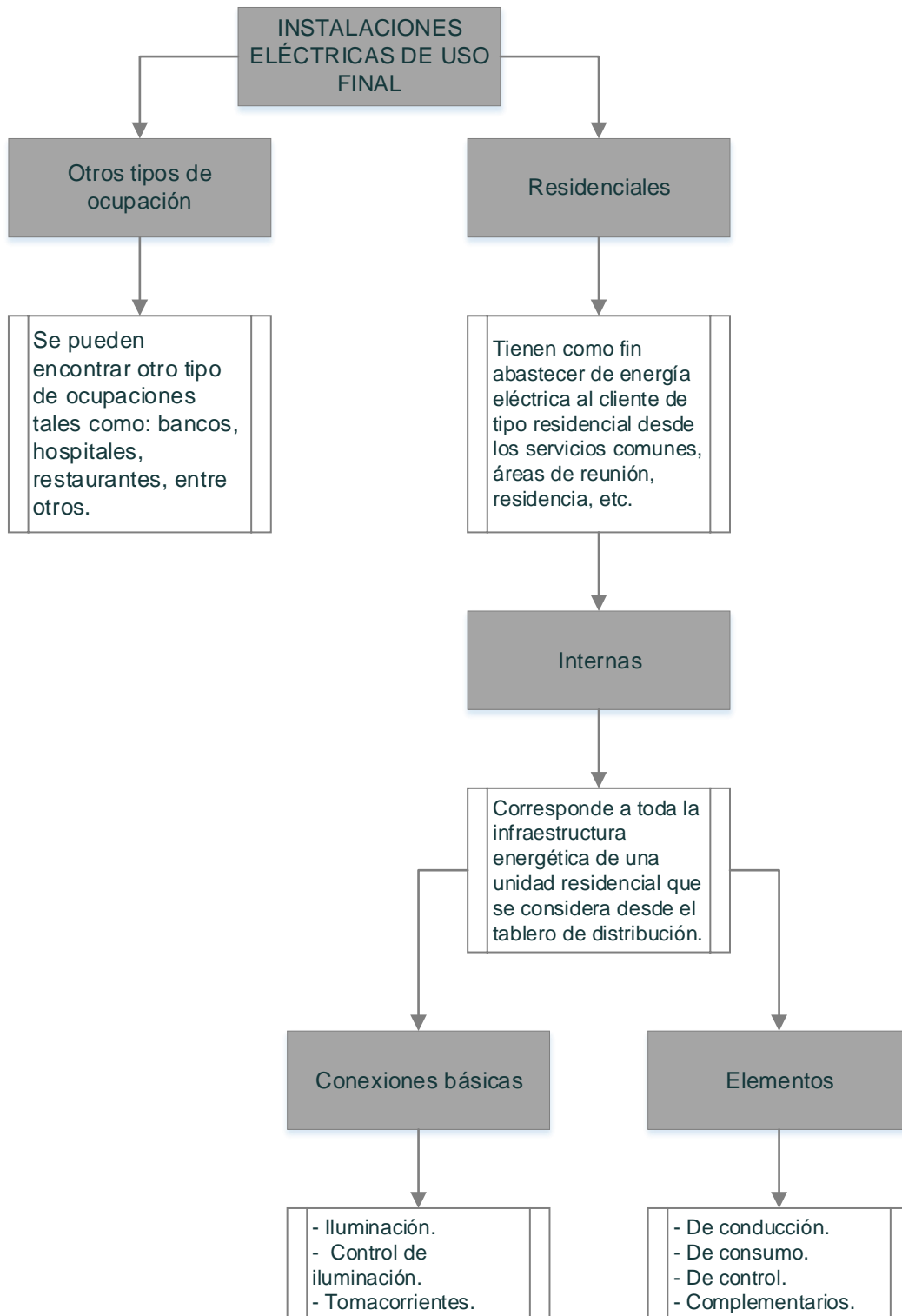
Tabla 1. Tipos de ocupación.

| <b>Tipo de ocupación</b>   | <b>Carga unitaria (VA/m<sup>2</sup>)</b> |
|--|--|
| Cuarteles y auditorios   | 10                                       |
| Bancos   | 38**                                     |
| Barberías y salones de belleza   | 32                                       |
| Iglesias   | 10                                       |
| Clubes   | 22                                       |
| Juzgados   | 22                                       |
| Unidades de vivienda *   | 32                                       |
| Garajes públicos (propriamente dichos)   | 5  |
| Hospitales   | 22                                       |
| Hoteles y moteles, incluidos bloques de apartamentos sin cocina **   | 22                                       |
| Edificios industriales y comerciales   | 22                                       |
| Casas de huéspedes   | 16                                       |
| Edificios de oficinas  | 38**                                     |
| Restaurantes   | 22                                       |
| Colegios   | 32                                       |
| Tiendas  | 32                                       |
| Depósitos  | 2.5                                      |
| En cualquier lugar de los anteriores excepto en viviendas unifamiliares y unidades individuales de viviendas bifamiliares y multifamiliares: Lugares de reunión y auditorios | 10                                       |
| Recibidores, pasillos, armarios, escaleras   | 5  |
| Lugares de almacenaje  | 2.5                                      |

Fuente: NTC 2050<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

Figura 1. Mapa conceptual de instalaciones eléctricas de uso final.



## 1.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES

Las instalaciones eléctricas residenciales trabajan en niveles de baja tensión, con tensiones de 220/127 V, 240/120 V, 208/120 V, 120 V dependiendo del tipo de acometida. Este tipo de instalaciones tiene como finalidad abastecer de energía eléctrica la totalidad de la vivienda, residencia, conjunto de apartamentos, condominio, etcétera, ya sean los servicios comunes, áreas de reunión, o los elementos que se encuentran al interior de cada unidad de vivienda.

Se deben tener en cuenta algunos parámetros que exige el reglamento (RETIE) y el Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050) para el diseño de este tipo de instalaciones<sup>5 6</sup>, dentro de los cuales se puede encontrar el cálculo de los circuitos ramales, la distribución de los conductores, la ubicación de los tomacorrientes, la ubicación de interruptores y luminarias, el cuadro de cargas, el cálculo de la acometida y la elección del medidor eléctrico.

**1.1.1. Instalaciones eléctricas residenciales internas (IERI).** Para ser más específico con respecto a una instalación eléctrica residencial se puede decir que en el interior de la vivienda existen múltiples conexiones que conforman una instalación interna, donde corresponde a toda la infraestructura eléctrica que va desde el tablero de distribución hacia el interior de la vivienda. Entre los elementos que conforman dicha instalación se pueden encontrar los conductores, elementos de consumo (bombillas y electrodomésticos), elementos de control o interruptores (los cuales permiten conectar y desconectar) y elementos complementarios (cajas de conexión, tornillos y elementos de protección). En estas instalaciones se involucran conjuntos de conexiones básicas tales como: iluminación, control de iluminación y tomacorrientes.

---

<sup>5</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

<sup>6</sup> CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

A continuación se puede encontrar un listado de los elementos típicos en una instalación eléctrica residencial interna.

- Interruptor simple
- Interruptor doble
- Interruptor conmutable
- Interruptor conmutable doble
- Interruptor conmutable de cruce
- Protección enchufable
- Roseta
- Tablero de distribución
- Tomacorriente de uso general
- Tomacorriente GFCI

## **1.2. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS INTERNAS DE UNA VIVIENDA**

Para el diseño de planos arquitectónicos y eléctricos, existe una gran variedad de herramientas CAD, dentro de las cuales se encuentra AutoCAD 2D que es la herramienta de interés en este caso.

Para el diseño de una instalación eléctrica residencial es necesario tener un esquema o diseño arquitectónico, en el cual se plasma el diseño de la instalación que consta de canalización, alambrado, tomacorrientes, elementos de iluminación y control de iluminación. Para ello, se usa la herramienta AutoCAD 2D en su versión 2019 ya que es una herramienta de diseño difundida y en la cual se pueden realizar planos o diseños de instalaciones eléctricas residenciales. Se debe tener en cuenta la simbología de los elementos que constituyen una

instalación eléctrica que se encuentra en el reglamento RETIE y la norma NTC 2050<sup>7 8</sup>.

**1.2.1. Elementos más utilizados en una instalación eléctrica residencial interna.** Para este proyecto se debe tener en cuenta la simbología expuesta por el reglamento RETIE y la norma NTC 2050, teniendo en cuenta que no todos sus elementos son utilizados pues no se encuentra la totalidad de su simbología, por esta razón se agregaron algunos símbolos, esto con el fin de utilizar simbología para cada uno de los elementos típicos en una instalación eléctrica residencial interna.

La Tabla 2 muestra la simbología de los elementos que se usan en el diseño de una instalación eléctrica residencial interna.



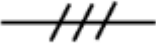

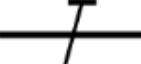
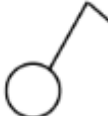
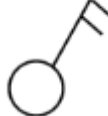

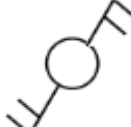

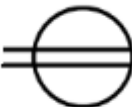
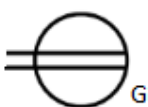
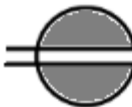


De acuerdo a la simbología descrita, la Figura 2 muestra un ejemplo de cómo distribuir los algunos de los elementos y la simbología que se utiliza en un diseño de instalaciones de tipo residencial.

---

<sup>7</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

<sup>8</sup> CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

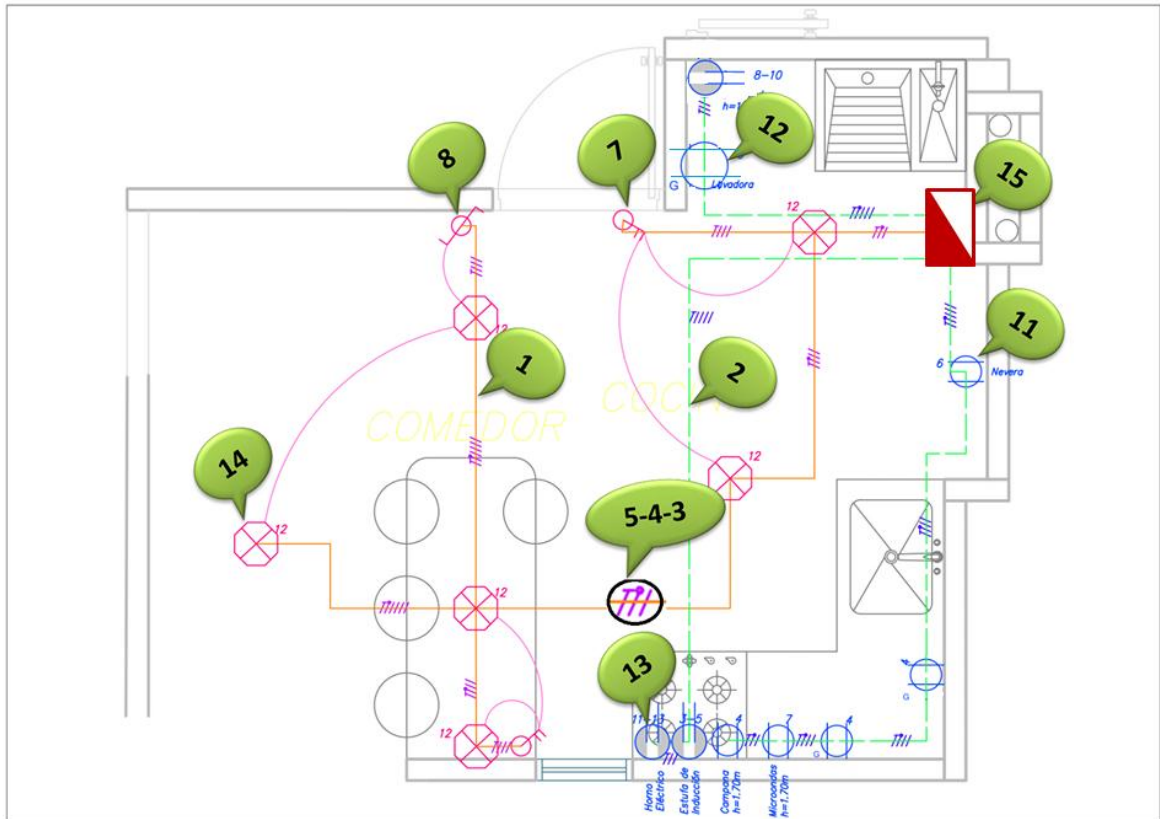
Tabla 2. Simbología de elementos típicos

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
|    |    |    |    |    |
| 1 Tubería por techo.  | 2 Tubería por tierra y pared.   | 3 Conductores de fase.  | 4 Conductor neutro.   | 5 Conductor de puesta a tierra.   |
|    |    |    |    |    |
| 6 Interruptor sencillo.   | 7 Interruptor doble.  | 8 Interruptor conmutable.   | 9 Interruptor conmutable doble.   | 10 Interruptor conmutable de cruce.   |
|  |  |  |  |  |
| 11 Tomacorriente  | 12 Tomacorriente GFCI.  | 13 Tomacorriente dedicado.  | 14 Caja iluminación.  | 15 Tablero de distribución.   |

Fuente: RETIE<sup>9</sup>

<sup>9</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

Figura 2. Elementos dentro del diseño de una IERI.



**1.2.2. Tubería.** La tubería es un conducto encargado de proteger el alambrado de elementos externos y de daños los cuales podrían causar un corto circuito o daño de la instalación.

Para una instalación eléctrica residencial generalmente se usa tubería no metálica ya sea tipo liviana (tipo A) o semipesada (Sch 40). Los materiales que la componen son resistentes a la humedad, a químicos y retardante a la llama<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

En este tipo de instalaciones se utilizan tuberías con diámetros de ½” y ¾” generalmente. En el Apéndice C de la norma NTC 2050 se pueden encontrar las Tablas C10 y C11 (para tuberías de tipo semipesada y liviana respectivamente), el número de conductores que pueden albergar estas, el número de conductores que pasan por una misma tubería no se puede superar ver Artículo 341-6 de la norma NTC 2050.

**1.2.2.1. Usos de la tubería.** Los usos permitidos de la tubería no metálica según el Artículo 341-3 de la norma NTC 2050 son:

1. “En cualquier edificio que no supere tres pisos sobre el suelo.
  - a. En instalaciones expuestas que no estén sujetas a daños físicos.
  - b. En instalaciones ocultas dentro de las paredes, pisos y techos.

(NOTA): Para la definición de primera planta, véase el Artículo 336-5(a) (1).

2. En los edificios que superen tres pisos sobre el suelo, las tuberías eléctricas no metálicas deben ir ocultas en las paredes, pisos y techos cuando esas paredes, pisos y techos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales antifuego.

Se permite usar la barrera térmica de 15 minutos en paredes, pisos y techos combustibles o no combustibles.

(NOTA): Se establece la clasificación de los acabados para conjuntos que contengan soportes combustibles (de madera). La clasificación de un acabado se

decide como el tiempo en el que el pilar o viga de madera experimenta un aumento medio de la temperatura de 121°C o un aumento de la temperatura en un punto de 163°C, medido en el plano de la madera más cerca del fuego. La clasificación de los acabados no se aplica a los techos de membrana.

3. En lugares sometidos a fuertes influencias corrosivas, como se explica en el Artículo 300-6, y si están expuestos a productos químicos para los que estén específicamente aprobados esos materiales.

4. En lugares ocultos, secos y mojados no prohibidos por el Artículo 341-4.

5. Por encima de los techos suspendidos, cuando los techos suspendidos ofrezcan una barrera térmica de material con un acabado de clasificación mínima de 15 minutos, como se indica en las listas de materiales antifuego, excepto lo permitido en el Artículo 341-3(1) (a).

6. Instaladas directamente bajo lechada de concreto, siempre que para las conexiones se utilicen herrajes identificados para ese uso.

7. En lugares mojados, como se permite en este artículo, o en baldosas de concreto sobre o bajo el suelo, con herrajes identificados para ese uso.

(NOTA): Las temperaturas muy bajas pueden hacer que ciertos tipos de tubos no metálicos se hagan más frágiles y, por tanto, más susceptibles a daños por contacto físico”.

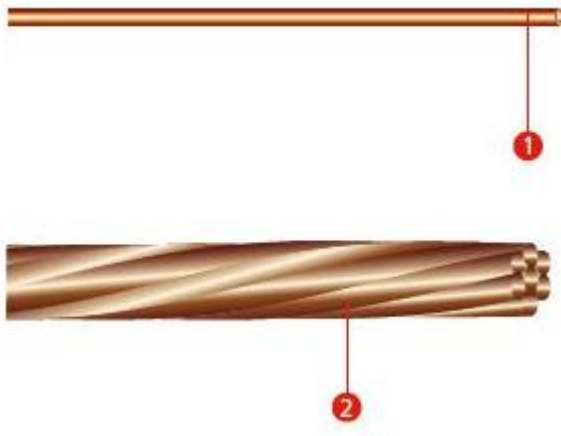
**1.2.2.2. Disposición de conductores en una instalación residencial.** La tubería se puede clasificar en dos tipos tubería por techo y tubería por piso o pared las cuales se muestran a continuación.

- Tubería por techo: La función de la tubería por techo es proteger el cableado eléctrico que puede estar dentro de la placa de hormigón o sobre un cielo raso. Sobre esta debe ir señalizado el número de conductores que pasan por esta tubería.
- Tubería por tierra y paredes: Al igual que en la tubería por techo, la tubería por tierra y paredes tiene como función proteger el cableado de posibles daños y filtraciones. Dicha tubería se encuentra en diferentes tipos y esto depende del uso que se le dará.

**1.2.3. Conductores.** Son los encargados de transportar la energía eléctrica. En cuanto al tipo de conductor el Artículo 110-5 de la norma NTC 2050 indica que los conductores que normalmente se deben utilizar deben ser de cobre, pero se pueden usar otros materiales conductores con los debidos ajustes de intensidad.

Los conductores se pueden clasificar en dos tipos (alambre y cable), en la Figura 3 se encuentran la imagen de cada uno de ellos.

Figura 3. Alambre y cable.



Fuente: INPACO<sup>11</sup>

- Alambre: pueden ser de cobre o aluminio, están formados por un solo hilo y el diámetro de este depende del calibre, para instalaciones de tipo residenciales internas generalmente se usan calibres 10, 12 y 14 AWG.
- Cable: este tipo de conductor está formado por varios hilos entre lazados. El calibre de este es similar al del alambre.

**1.2.3.1. Calibre de los conductores.** El calibre de los conductores puede estar indicado en kcmil, AWG o milímetros cuadrados, según el Artículo 110-6 de la norma NTC 2050 “se expresa en milímetros cuadrados, seguido de su equivalente entre paréntesis en AWG”, se clasifican según la corriente nominal del circuito como se muestra en la Tabla 3.

---

<sup>11</sup> INPACO. Conductores eléctricos. Alambre y cable de cobre desnudo. Recuperado de: <http://www.inpaco.com.py/alambre-y-cable-de-cobre-desnudo/>

Tabla 3. Calibres conductores según corriente nominal.

| Corriente nominal del circuito   | 15 A                        | 20 A                           | 30 A                        | 40 A                            | 50 A                       |
|--|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| Conductores (Calibre mínimo) *:  |                             |                                |                             |                                 |                            |
| Alambres del circuito  | 2,08(14)                    | 3,3(12)                        | 5,25(10)                    | 8,36(8)                         | 13,29(6)                   |
| Salidas derivadas  | 2,08(14)                    | 2,08(14)                       | 2,08(14)                    | 3,3(12)                         | 3,3(12)                    |
| Alambres y cordones de artefactos  | Véase Artículo 240-4        |                                |                             |                                 |                            |
| Protección contra sobrecorriente   | 15 A                        | 20 A                           | 30 A                        | 40 A                            | 50 A                       |
| Dispositivos de salida:<br>Portabombillas permitidos<br>Capacidad nominal del tomacorriente ** | Cualquier tipo<br>15 A máx. | Cualquier tipo<br>15 o 20 A    | Servicio<br>pesado<br>30 A  | Servicio<br>pesado<br>40 o 50 A | Servicio<br>pesado<br>50 A |
| Carga máxima   | 15 A                        | 20 A                           | 30 A                        | 40 A                            | 50 A                       |
| Carga permisible   | Véase Artículo<br>210-23.a) | Véase<br>Artículo<br>210-23.a) | Véase Artículo<br>210-23.b) | Véase Artículo<br>210-23c)      | Véase Artículo<br>210-23c) |

Fuente: NTC 2050<sup>12</sup>.

**1.2.3.2. Aislamiento de los conductores.** Se pueden encontrar diferentes tipos de aislamiento, esto depende de las condiciones de trabajo a la que estos son sometidos. Se pueden encontrar aislamientos con capacidad de soportar hasta 90 °C, con capacidad de conducir corriente en situaciones de humedad. En la Tabla 310-13 de la norma NTC 2050 se pueden encontrar el tipo de aislamiento donde se pueden mencionar THHN, THWN que son los más usados en una instalación eléctrica residencial.

**1.2.3.3. Código de colores.** El reglamento RETIE determina un código de colores para los conductores con el fin de proteger la vida de las personas. El objetivo es diferenciar los conductores por medio de colores, con el fin establecer por cual o cuales se transporta corriente, también se hace por razones de correcta conexión, ya que se pueden confundir los conductores a la hora de realizar empalmes. En la Tabla 4 se muestra el código de colores usado para los diferentes sistemas de conexión.

<sup>12</sup> CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

Tabla 4. Código de colores para conductores.

| SISTEMA                     | MONOFASICO      |                 | TRIFASICO       |                 |                 |                 |                 |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                             |                 |                 | (Y)ESTRELLA     | (Δ-)DELTA       | (Δ)DELTA        |                 |                 |
| <b>Tensión (V)</b>          | 120             | 120/240         | 208/120         | 480/277         | 240/208/120     | 240             | 480             |
| <b>Fases</b>                | 1               | 2               | 3               | 3               | 3               | 3               | 3               |
| <b>Neutro</b>               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | N/A             | N/A             |
| <b>Fases</b>                | Negro           | Negro           | Amarillo        | Amarillo        | Negro           | Negro           | Amarillo        |
|                             |                 | Rojo            | Azul            | Naranja         | Naranja         | Azul            | Naranja         |
|                             |                 |                 | Rojo            | Café            | Azul            | Rojo            | Café            |
| <b>Neutro</b>               | Blanco          | Blanco          | Blanco          | Gris            | Blanco          | N/A             | N/A             |
| <b>Tierra de Protección</b> | Desnuda o Verde | Desnuda o Verde | Desnuda o Verde | Desnuda o Verde | Desnuda o Verde | Desnuda o Verde | Desnuda o Verde |
| <b>Tierra Aislada</b>       | Verde amarillo  | Verde amarillo  | Verde amarillo  | N/A             | Verde amarillo  | N/A             | N/A             |

Fuente: RETIE<sup>13</sup>

#### 1.2.3.4. Configuración de los conductores en una instalación residencial.

Los conductores se pueden clasificar en tres configuraciones ya sean fase, neutro o tierra las cuales se muestran en seguida.

- Conductores de fase: En cuanto al diseño de las instalaciones eléctricas residenciales internas, se debe mostrar el número de conductores que atraviesan por la canalización o tubería. Los conductores de fase permiten alimentar el circuito con una línea viva, dependen del calibre que para este tipo de instalaciones es generalmente de 10, 12 y 14 AWG, para determinar el calibre se debe tener en cuenta la Tabla 3. Los conductores de fase se caracterizan comúnmente con los colores amarillo, azul y rojo según el reglamento RETIE y por el tipo de aislamiento en este caso THWN<sup>14 15</sup>.

<sup>13</sup> REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

<sup>14</sup> *Ibíd.*

<sup>15</sup> CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

- Conductor neutro: Tiene como función complementar el circuito con un neutro y al igual que en el conductor de fase para este tipo de instalaciones, los calibres que generalmente se usan son 10, 12 y 14 AWG. Según la norma se caracteriza con el color blanco y con tipo de aislamiento THWN.
- Conductor de puesta a tierra: La función del cable de puesta a tierra es aterrizar el circuito cuando se produzca algún tipo de falla, esto con el fin de evitar daños en los componentes que conforman la instalación, los calibres usados en este caso son 10, 12 y 14 AWG, al igual que en los conductores de fase y neutro. En algunos casos, como se usa aislamiento THWN en el conductor y su color característico es el verde, pero en este tipo de instalaciones por lo general se usa sin aislamiento.

**1.2.4. Iluminación.** En todo tipo de instalaciones eléctricas es de vital importancia tener en cuenta los sistemas de iluminación.

**1.2.4.1. Distribución del alumbrado.** Para la iluminación residencial se debe tener en cuenta lo indicado por la norma NTC 2050, la cual dice que en una habitación debe haber por lo menos una salida de iluminación con su respectivo interruptor, de igual manera esto se debe tener en cuenta para baños, escaleras, garajes y en las entradas o salidas.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para el buen funcionamiento de las fuentes iluminación:

- a. La cantidad de luz debe ser adecuada para las necesidades del sitio donde se desarrolle algún tipo de actividad.

- b. En cuanto al diseño de la iluminación este debe asegurar los valores de uniformidad adecuados a cada tipo de ocupación.
- c. Asegurar el control de posibles desconexiones momentáneas.
- d. De acuerdo al tipo de ocupación se debe garantizar el tipo y cantidad de luminarias de manera correcta.
- e. Se debe utilizar alumbrado de color adecuado para el tipo de ocupación.
- f. Garantizar el uso adecuado de energía eléctrica usada en iluminación, usando fuentes de iluminación de bajo consumo.
- g. Cumplir con lo establecido en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP).
- h. Los interruptores o aparatos de control de las fuentes de iluminación, deben estar dispuestos de manera tal que se permita el uso racional y eficiente de la energía.

Para dispositivos de control de iluminación o interruptores se debe tener en cuenta que estos se sitúen en posición vertical, encendiendo hacia arriba y apagando hacia abajo. Cuando se coloquen en posición horizontal, deben encender hacia la derecha y apagar hacia la izquierda.

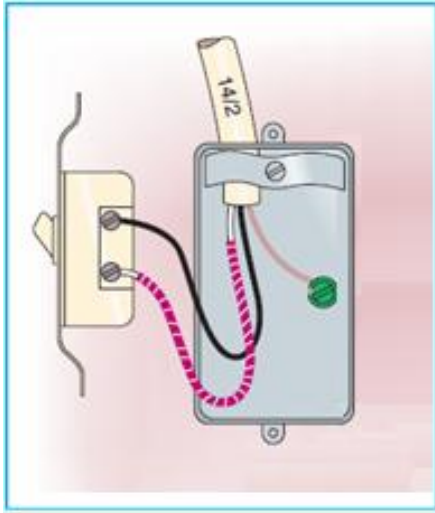
**1.2.4.2. Disposición de aparatos de iluminación en el diseño de una instalación residencial.** Los elementos que conforman el diseño de la iluminación de una instalación eléctrica residencial, se encuentran a continuación con su respectiva descripción.

- **Caja iluminación:** En el diseño de una instalación residencial se usa un símbolo para identificar las luminarias o salidas de iluminación, pero esto comprende un problema para este proyecto por la variedad de luminarias que se pueden tener en un mismo diseño. Para este proyecto y con fines de estandarizar un solo símbolo para identificar las salidas de iluminación, se usó la “caja de iluminación” que no es más que una caja octogonal. La función de esta caja de iluminación es retener el dispositivo portalámparas o roseta además retiene tubería y alambrado. La simbología que se usa es un octágono con una “X” en la mitad del octágono teniendo en cuenta que es un diseño propio del proyecto haciendo caso a la recomendación que se encuentra al final de la Tabla 6.1 del reglamento RETIE que dice “Cuando por razones técnicas, las instalaciones no puedan acogerse a estos símbolos, se debe justificar mediante documento escrito firmado por el profesional que conforme a la ley es responsable del diseño. Dicho documento debe acompañar el dictamen de inspección que repose en la instalación.” por tal motivo si se realiza un diseño con símbolos distintos a los descritos en el reglamento se debe tener en cuenta esta recomendación.

- **Interruptor sencillo:** Este tipo de interruptor tiene tres terminales uno para la fase que llega y se interrumpe, otro para la fase que continua después de la interrupción y va directo al equipo de iluminación y otro terminal para la tierra.

En la Figura 4 se puede encontrar un ejemplo de un elemento de control de iluminación en este caso interruptor sencillo.

Figura 4. Configuración interruptor sencillo



Fuente: NFPA<sup>16</sup>

- Interruptor doble: Este tipo de interruptor permite establecer o interrumpir de forma separada la energía de dos implementos de iluminación que se encuentran en distintos lugares, pero manejados desde el mismo punto de mando.
- Interruptor conmutable: Esta clase de interruptor permite controlar un punto de iluminación desde dos interruptores en distintos lugares, es decir, se puede prender y apagar en el mismo interruptor o prender en un interruptor y apagar en otro.
- Interruptor conmutable doble: Es una mezcla entre interruptor doble y el interruptor conmutable, teniendo dos puntos de iluminación cada uno con dos puntos de mando en distintos lugares.

---

<sup>16</sup> NFPA. National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association. 2005.

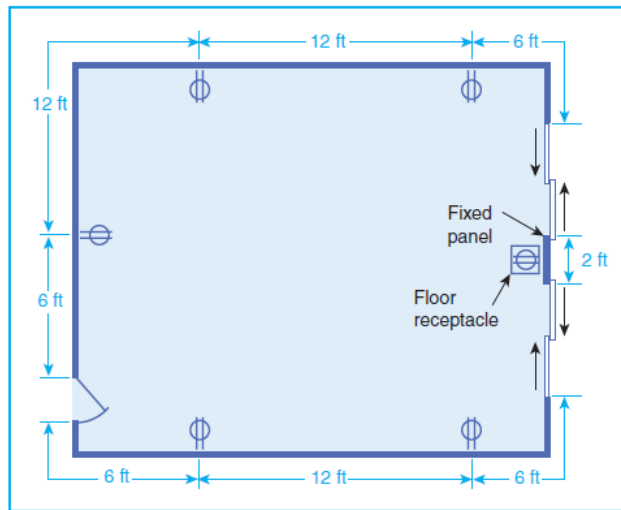
- Interruptor conmutable de cruce: La función de este interruptor es controlar un circuito de iluminación desde tres o más lugares para que las luces se enciendan o apaguen desde cualquiera de estos puntos.

**1.2.5. Tomacorrientes.** La función de este dispositivo es establecer conexión con elementos eléctricos o electrodomésticos, con la red eléctrica y con sus contactos deben soportar la corriente que consume el elemento que allí se conecta. Cuentan con tres terminales: uno para la fase, otro para la tierra y finalmente uno para la puesta a tierra.

Para la localización de tomacorrientes el Artículo 210-52 a) de la norma NTC 2050 hace la siguiente aclaración “en comedores, cuartos de estar, salas, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, solarios, dormitorios, cuartos de recreo, habitaciones o zonas similares en unidades de vivienda, se deben instalar salidas de tomacorrientes de modo que ningún punto a lo largo de la línea del suelo en ninguna pared este a más de 1.80m de un tomacorriente en ese espacio, medidos horizontalmente, incluyendo cualquier pared de 0.6m o mas de ancho y el espacio de pared ocupado por paneles fijos en los muros exteriores, pero excluyendo los paneles corredizos en los muros exteriores”.

En la Figura 5 se puede observar la manera en la cual se distribuyen los tomacorrientes en cierta área de la vivienda, las medidas están en pies, para realizar la conversión a metros se debe multiplicar el valor en pies por 0.3048 con esto se puede observar que las medidas de la imagen son las mismas medidas que están en la norma NTC 2050.

Figura 5. Distancias entre tomacorrientes.



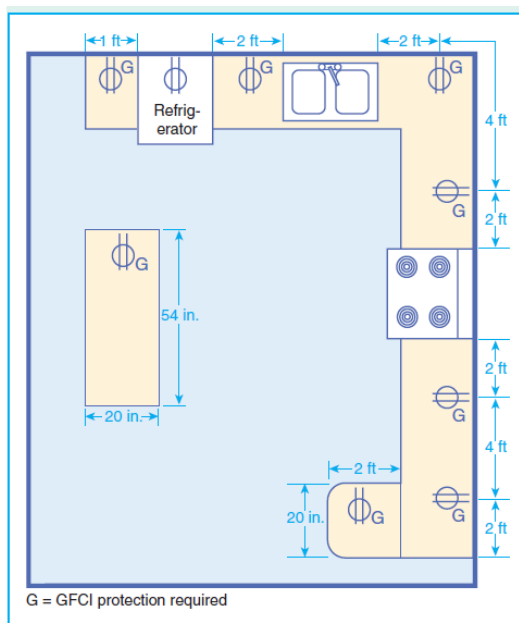
Fuente: NFPA<sup>17</sup>

- Tomacorriente normal: Es el tomacorriente más usado, su simbología es un círculo sin relleno el cual es atravesado por dos líneas paralelas entre sí.
- Tomacorriente GFCI: Cumple la misma función que el tomacorriente normal, pero con una característica especial que permite detectar la corriente eléctrica por un camino no deseado o por contacto con agua; al ocurrir esto se activará el elemento interrumpiendo el paso de la corriente, esto con el fin de proteger la instalación y garantizar la seguridad de las personas. Estos tomacorrientes son usados en el baño, donde se deben ubicar sobre lavamanos y en la cocina donde se deben instalar tomacorrientes de este tipo para alimentar artefactos situados en los mesones y ubicarlos a menos de 1,8 m del borde exterior del lavaplatos. Su simbología es igual a la del tomacorriente normal, esta se diferencia por la letra G que indica que es un tomacorriente GFCI.

<sup>17</sup> NFPA. National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association. 2005.

En la Figura 6 se puede observar la manera en la cual se distribuyen los tomacorrientes de este tipo en la cocina, las medidas están en pies y pulgadas, para realizar la conversión a metros se debe multiplicar el valor en pies por 0.3048 y el valor en pulgadas por 2.54. Al realizar las conversiones se puede observar que las medidas que se encuentran en la imagen son las mismas medidas que estipula la norma NTC 2050.

Figura 6. Disposición de tomacorrientes en la cocina.



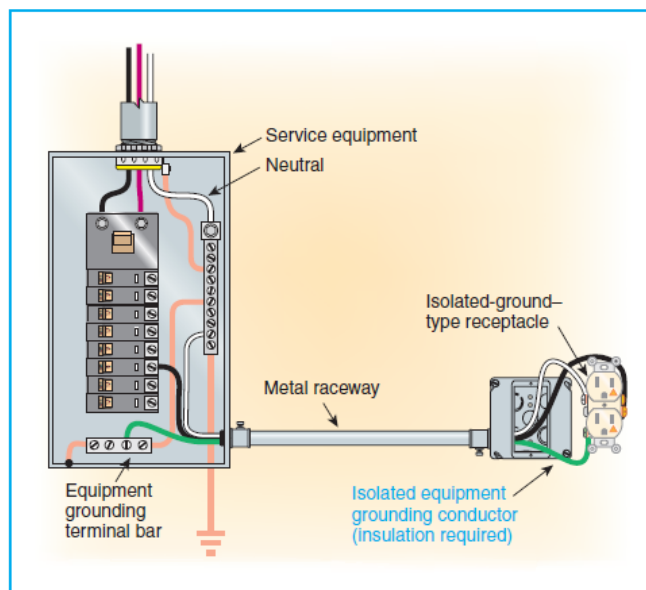
Fuente: NFPA<sup>18</sup>

- Tomacorriente dedicado: El tomacorriente dedicado cumple la misma función que el tomacorriente normal solo que tiene una capacidad de corriente mayor (20A) y generalmente es usado para circuito de lavado y planchado no debe estar a más de 1,8m del lugar de la lavadora.

<sup>18</sup> NFPA. National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association. 2005.

**1.2.6. Tablero de distribución.** De acuerdo a la norma NTC 2050 un tablero de distribución es “un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; está diseñado para ser instalado en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente”. En la Figura 7 se puede encontrar un ejemplo de tablero de distribución.

Figura 7. Tablero de distribución.



Fuente: NFPA<sup>19</sup>

- Tablero de distribución: La función del tablero de distribución es retener dispositivos de conexión, control, protección, señalización y distribución<sup>20</sup>. En el

<sup>19</sup> NFPA. National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association. 2005.

<sup>20</sup> RODRÍGUEZ, Raymond. Diseño de un sistema de monitoreo y control de los tableros eléctricos del complejo Teresa Carreño. (Tesis). Universidad Simón Bolívar. 2016. Sartenejas. Recuperado de: <http://159.90.80.55/tesis/000171094.pdf>

diseño de la IERI por lo general son instalados en paredes cercanas a la cocina o a un pasillo muy transitado.

Si se desea agregar algún otro elemento con su descripción al listado de simbología típica, es necesario seguir las recomendaciones que se encuentran al final de la Sección 4.5.

## **2. PRESUPUESTO, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)**

Para la ejecución de una obra se debe tener en cuenta el anteproyecto con el objetivo de identificar una o varias alternativas dentro de las cuales se deben tener en cuenta las características y necesidades de la obra, con el fin de seleccionar las más convenientes. Luego de realizar el anteproyecto se tienen en cuenta la totalidad de las características que deberán contener información pertinente para asociarlas al proyecto y finalmente ejecutar la obra<sup>21</sup>.

En el anteproyecto de una obra se debe estimar el presupuesto de inversión. El presupuesto es un costo estimado y anticipado de la obra, que tiene como fin, ser lo más cercano posible al costo que lleva la realización de la obra, se realiza de acuerdo al contrato estipulado entre el contratante y el contratista, los tipos de contratos se clasifican en: contratos por administración delegada, contratos a precio alzado o global y contratos a precios unitarios, estos serán descritos en seguida<sup>22</sup>.

### **2.1. CONTRATOS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA**

Según el Manual de referencia de tarifas de la contratación de servicios profesionales de ingeniería en Colombia<sup>23</sup>, “En este caso, el contratista actúa como representante o delegado del contratante y todos los gastos de la obra se hacen por cuenta y riesgo de este último. Así, el contratista debe pagar a nombre

---

<sup>21</sup> ACIEM. Manual de Referencias de Tarifas para la Contratación de Servicios Profesionales de Ingeniería en Colombia. Cundinamarca: Publicación Exclusiva de ACIEM. 2008.

<sup>22</sup> Procedimiento Elaboración de Presupuestos de Obra. Microproceso gestión de infraestructura Proceso ejecución, entrega y cierre de obras nuevas y remodelaciones. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2010.  
Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/documents/17504/4127283/IF-P12-PR03+Procedimiento+Elaboraci%C3%B3n+de+presupuestos+de+obra/b0a361f9-f0e1-44e8-b60d-1d510dbfb220?version=1.0>

<sup>23</sup> ACIEM, Op. cit.

y por cuenta de contratante, los materiales y elementos necesarios para la construcción, los suelos, salarios y todas las prestaciones sociales de todo el personal que se requiere para la obra, sea que preste sus servicios permanente o transitoriamente; impuestos, tasas y derechos relacionados con la instalación, primas, garantías, seguros, copias y planos, acarreos y fletes, instalaciones provisionales, alquiler o depreciación de herramientas y equipos, trabajos hechos por técnicos especializados, entre otros”.

## **2.2. CONTRATOS A PRECIO ALZADO O GLOBAL**

Para la descripción de esta sección se tiene en cuenta el manual de tarifas de ACIEM<sup>24</sup>, el cual indica “Se entiende por contratos a precio alzado, cuando después de un análisis de la obra a ejecutar se define entre las partes un precio único y global para la realización del trabajo.

En este caso el contratista asume con este precio único y global la ejecución del trabajo incluyendo materiales, transporte, herramienta y equipo, mano de obra, dirección técnica, administrativa; sus honorarios y su utilidad.”

## **2.3. CONTRATOS A PRECIOS UNITARIOS O ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

Se define como un proceso de estudio en el cual se deben tener en cuenta las características más importantes de una obra, haciendo una recolección de los recursos que se van a usar para luego modelar las unidades constructivas con

---

<sup>24</sup> ACIEM. Manual de Referencias de Tarifas para la Contratación de Servicios Profesionales de Ingeniería en Colombia. Cundinamarca: Publicación Exclusiva de ACIEM. 2008.

estos recursos y finalmente, hacer un estimado del presupuesto de inversión que se gastará en esta obra<sup>25</sup>.

Según el manual de tarifas de ACIEM<sup>26</sup>, “se entiende por contrato de ejecución de obra a precios unitarios, aquel por el cual se determinan los precios de cada unidad de la obra que deberá ejecutarse dependiendo de su volumen o cantidad. En este tipo de contrato el contratista asume la responsabilidad del costo de los precios unitarios pactados dentro de un rango de incremento o disminución del volumen o cantidad que requiere la instalación, debiendo incluir en ellos los valores de los honorarios y la utilidad.

El valor total del contrato se obtiene al multiplicar el precio unitario de cada unidad de obra, por el número total de unidades de obra realmente ejecutada y se agregara, además si fuese necesario, el porcentaje correspondiente a los trabajos que no se hayan pactado por el precio unitario.

En este tipo de contrato se debe acordar entre las partes una forma de reajuste de precios si se modifican las condiciones iniciales del contrato”

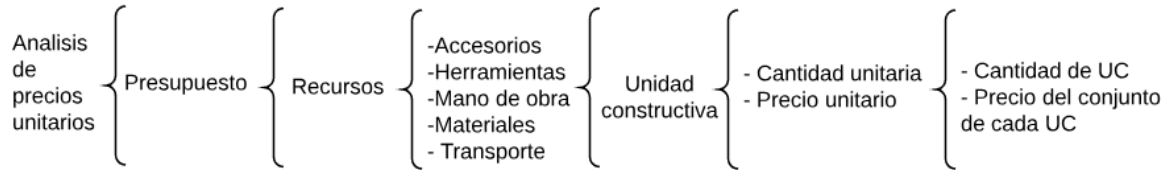
Para tener una idea más clara referente al análisis de precios unitarios (APU), en la Figura 8 se muestra la descomposición de este proceso y posteriormente su explicación.

---

<sup>25</sup> Procedimiento Elaboración de Presupuestos de Obra. Microproceso gestión de infraestructura Proceso ejecución, entrega y cierre de obras nuevas y remodelaciones. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2010.  
Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/documents/17504/4127283/IF-P12-PR03+Procedimiento+Elaboraci%C3%B3n+de+presupuestos+de+obra/b0a361f9-f0e1-44e8-b60d-1d510dbfb220?version=1.0>

<sup>26</sup> ACIEM. Manual de Referencias de Tarifas para la Contratación de Servicios Profesionales de Ingeniería en Colombia. Cundinamarca: Publicación Exclusiva de ACIEM. 2008.

Figura 8. Características APU.



## 2.4. PRESUPUESTO

Para obtener el presupuesto de una obra eléctrica, es necesario cuantificar el tipo de recursos y las cantidades a utilizar. Para facilitar esta cuantificación de los recursos se aprovecha que la instalación eléctrica se compone de partes con características definidas, las cuales en su conjunto formarán la instalación. Estas partes con características similares se pueden agrupar en lo que se denominan unidades constructivas (UC).

De acuerdo a las UC típicas se debe establecer una serie de características de los elementos que representan cada UC, tales como cantidades y precios de un presupuesto, esto con el fin de realizar el cálculo de presupuesto de inversión de la obra eléctrica.

## 2.5. RECURSOS

La cuantificación de los recursos, son la parte fundamental para la elaboración de una unidad constructiva. El tipo de recursos que se manejan generalmente en un presupuesto son herramientas, mano de obra, transporte y materiales. Para el desarrollo de este proyecto se trabaja con los recursos anteriormente nombrados; agregando otro tipo de recurso el cual llamaremos accesorios, siendo estos cinco

los recursos a utilizar en el diseño de una instalación eléctrica residencial interna<sup>27</sup>. A continuación se describe cada uno de estos para la elaboración de las unidades constructivas.

**2.5.1. Accesorios.** Los accesorios son una serie de elementos secundarios, empleados en la realización de actividades propias de la obra o montaje de diversos elementos como ductos, salidas eléctricas normales y reguladas, entre otros. En costo, es una fracción menor del costo de los materiales de cada unidad constructiva, no es adecuado que el valor de los accesorios indicado en un costo unitario sea alto o significativo, con respecto al valor de uno o varios materiales (recursos) de la misma unidad constructiva.

**2.5.2. Herramientas.** El costo unitario de las herramientas se puede estimar de forma global o individual. Hay que tener en cuenta que el valor de las herramientas no se debe calcular como si estas se adquirieran en su totalidad como herramientas nuevas, esto quiere decir, que se podrán usar herramientas adquiridas anteriormente teniendo en cuenta que el diseñador debe realizar el respectivo cálculo del deterioro de estas entre otras operaciones, con el fin de obtener un valor considerable<sup>28</sup>.

**2.5.3. Mano de obra.** La mano de obra es la encargada directamente de la relación de los trabajadores; el ente constructor hace una negociación con el contratista y este hace una negociación con un instalador. Todo lo que el ente constructor le paga al contratista es de acuerdo al formulario de cantidades y precios.

---

<sup>27</sup> PINEDA, J. A. SINCHI, J. S. Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. 2012. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3225/1/UPS-CT002515.pdf>

<sup>28</sup> *Ibíd.*

El contratista le puede pagar al instalador por administración o por punto, donde por administración se refiere a pagar una cuadrilla que puede constar de un oficial y un ayudante eléctrico. Mensualmente el salario de un oficial eléctrico es alrededor de \$COP 1'200.000 y el salario de un ayudante eléctrico es de un salario mínimo legal vigente que, al momento de la realización de este trabajo, es de \$COP \$781.242; ellos serían parte de la nómina. Pero si se desea pagar por punto a un subcontratista o instalador, a medida que este avanza se le va pagando y el ente constructor le paga al contratista conforme el instalador avanza. Según profesionales del sector, dentro de lo convencional se paga 30% ducto en placa, 30% ducto en muro, 20% alambrado, 15% aparato y 5% prueba. Para el contratista es más rentable pagar por administración siempre y cuando se mantenga un control adecuado de las actividades en obra.

**2.5.4. Transporte.** El transporte, son gastos que se utilizan para el desplazamiento de los materiales, herramientas o equipos necesarios para el cumplimiento de una obra eléctrica<sup>29</sup>.

Para el caso de una obra eléctrica se tendrán en cuenta varios aspectos; entre ellos se encuentra el tipo de transporte, la distancia que debe recorrer, el número de viajes necesarios, entre otros. En cuanto al tipo de transporte, este dependerá de los materiales que se usen en la obra eléctrica.

Para el cálculo del presupuesto que se invierte en el transporte, se debe realizar un estimado de la fracción de cada viaje o acarreo que se requiere para el transporte de algunos recursos para la elaboración de esta unidad constructiva.

---

<sup>29</sup> SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD. Manual de costos unitarios en distribución. Determinación de los costos unitarios de las unidades constructivas. Recuperado de: <http://sie.gob.do/images/sie-documentos-pdf/marco-legal/audiencias-publicas/reglamentodeaportes/2.3%20%20Quinto%20Manual%20de%20Costos%20Unitarios%20e n%20Distribucion.pdf>

**2.5.5. Materiales.** Como bien sabemos, en cualquier obra de construcción eléctrica, se usan diversos materiales, el valor de compra de dichos materiales será esencial al momento de realizar el análisis de costos. Dichos materiales deberán cumplir las especificaciones técnicas tanto de producción como de calidad<sup>30</sup>.

Se debe calcular la totalidad de materiales que se usan en cada unidad constructiva y de acuerdo al precio en el mercado se debe estimar el presupuesto de esta inversión para cada unidad constructiva. Cabe aclarar que la unidad para el cálculo de los materiales varía de acuerdo al material; al hablar de unidad se hace referencia a la unidad de medida de cada material<sup>31</sup>.

## **2.6. UNIDAD CONSTRUCTIVA (UC)**

Formalmente, una unidad constructiva (UC) se define como el conjunto de elementos compuesto por uno o varios ensambles o lista de recursos más el rendimiento que es un factor que permite proporcionar los recursos que no se tazan en la misma unidad de medida de la UC o del APU.

Según la CREG 015 de 2018 la UC se define como: *“conjunto de elementos que conforman una unidad típica de un sistema eléctrico, destinada a la conexión de*

---

<sup>30</sup> PINEDA, J. A. SINCHI, J. S. Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. 2012.  
Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3225/1/UPS-CT002515.pdf>

<sup>31</sup> SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD. Manual de costos unitarios en distribución. Determinación de los costos unitarios de las unidades constructivas.  
Recuperado de: <http://sie.gob.do/images/sie-documentos-pdf/marco-legal/audiencias-publicas/reglamentodeaportes/2.3%20Anexo%20Quinto%20Manual%20de%20Costos%20Unitarios%20en%20Distribucion.pdf>

*otros elementos de una red, al transporte o a la transformación de la energía eléctrica*<sup>32</sup>.

Referente a los elementos más usados en una instalación eléctrica residencial interna, nombrados en el capítulo anterior, se puede decir que cada uno de estos es una salida que forma parte de la UC, finalmente se debe tener en cuenta la cantidad unitaria y el precio unitario de cada uno de los recursos para así poder estimar la UC. Estos facilitan el diseño de las instalaciones eléctricas de una forma ordenada, sencilla y uniforme, como se puede ver en el ejemplo llamado “Parámetros de una UC”.

**2.6.1. Cantidad unitaria.** Para realizar la UC se debe tener en cuenta la cantidad unitaria de los recursos, según el manual de costos unitarios en distribución<sup>33</sup>, *“cuando se menciona la palabra unidad se hace referencia a la unidad de medida utilizada para cuantificar el recurso”*.

**2.6.2. Precio unitario.** El precio unitario es el precio por cada UC, depende de las situaciones o circunstancias propias de la obra eléctrica y de la cantidad unitaria, ya que esta varía en unidad de recurso<sup>34</sup>.

---

<sup>32</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Comisión de regulación de energía y gas. Resolución No. 015 de 2018 (CREG 015).

Recuperado de:

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/65f1aaf1d57726a90525822900064dac/\\$FILE/Creg015-2018.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/65f1aaf1d57726a90525822900064dac/$FILE/Creg015-2018.pdf)

<sup>33</sup> SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD. Manual de costos unitarios en distribución. Determinación de los costos unitarios de las unidades constructivas.

Recuperado de: <http://sie.gob.do/images/sie-documentos-pdf/marco-legal/audiencias-publicas/reglamentodeaportes/2.3%20Anexo%20Quinto%20Manual%20de%20Costos%20Unitarios%20en%20Distribucion.pdf>

<sup>34</sup> PINEDA, J. A. SINCHI, J. S. Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. 2012. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3225/1/UPS-CT002515.pdf>

El valor de cada unitario se verá afectado por la cantidad unitaria para así formar el precio unitario y su composición del precio unitario se basa en la suma del costo de sus recursos.

**2.6.3. Cantidad de unidad constructiva.** La cantidad de UC es la cantidad unitaria multiplicada por el número de UC de su misma naturaleza, por ejemplo si en una obra eléctrica se realiza una actividad mediante la modalidad de APU se debe expresar esta actividad como un conjunto de UC que se repite un número de veces.

**2.6.4. Precio del conjunto de cada unidad constructiva.** En este punto se debe tener en cuenta el precio unitario de cada una de las UC que se requieren para desarrollar la obra eléctrica y se multiplicara por la cantidad de UC, con ello finalizaría el proceso de estimación de costos por el método de APU.

## **2.7. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA EJECUCION DE ACTIVIDADES POR MEDIO DE APU**

Para realizar el cálculo del presupuesto, convencionalmente se realiza por medio de la herramienta Excel, independientemente de cuál sea el método utilizado para realizar esta tarea.

Para ejecutar un proyecto con la modalidad de APU, se debe tener en cuenta la composición de las UC que tiene cada actividad, generalmente cada diseñador monta su unidad constructiva y articula su costo unitario como conviene al proyecto y al proceso de seguimiento, con el fin de que al construirla no haya diferencia muy grande entre el costo real de la construcción y el costo previsto en el presupuesto de inversión.

Posteriormente se presentan los recursos de los elementos típicos en instalaciones eléctricas residenciales internas, estos se mostrarán en forma de unidad constructiva sin el rendimiento como se muestra en el ejemplo llamado “Recursos de la UC”, los cuales se clasifican en dos tipos: el primer tipo es de forma general y el segundo es de forma independiente.

**2.7.1. Primer tipo de UC (general).** Para calcular el presupuesto de una IERI por medio de análisis de precios unitarios (APU), hay que tener en cuenta la manera en la cual se agrupan los recursos en la unidad constructiva (UC).

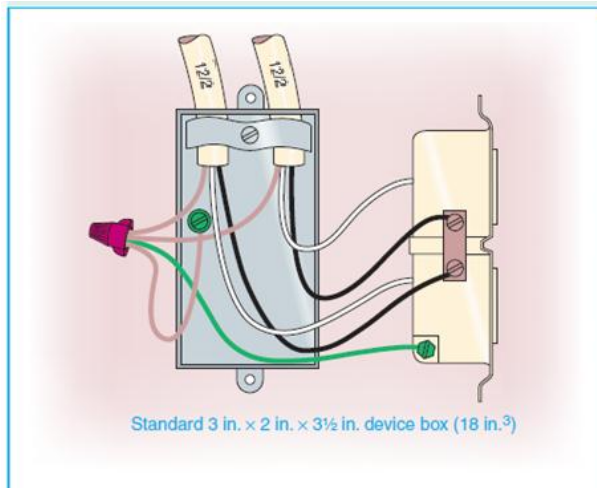
En este caso se describe el tipo de UC general, que hace referencia a la forma convencional en que se agrupan los recursos en la UC para la actividad de una obra de IERI. En este tipo de UC se agrupan los materiales de acuerdo a la actividad. Hay actividades que involucran alambrado y tubería como materiales que pertenecen a una UC, por ejemplo una UC realizada a partir de la salida de tomacorriente normal; esto no se hace siempre, pero como se dijo anteriormente en la industria es lo convencional.

Para el ejemplo de una salida de tomacorriente normal se pueden encontrar recursos unitarios que en este caso podría ser un tomacorriente de 15 A y recursos proporcionales como puede ser alambrado y tubería.

El tiempo de procesamiento y la rutina que se realiza en la plataforma en Excel (plantilla para el cálculo del presupuesto) de manera general, conlleva a un margen de error, el cual se puede ver reflejado en el cálculo del presupuesto y a calcular el alambrado que se utiliza en la UC esto hace que la plataforma en Excel pierda el objetivo de realizar el cálculo del presupuesto de una manera óptima.

En la Figura 9 se pueden observar materiales como tomacorriente, caja rectangular, alambrado y tubería agrupados en la misma UC.

Figura 9. Tomacorriente con materiales tipo UC general



Fuente: NFPA<sup>35</sup>.

**2.7.2. Segundo tipo de UC (independiente).** Existen diversas maneras de agrupar los recursos en la UC, esto depende de las actividades de la obra de una IERI y de la funcionalidad que se obtiene para esta. Por lo anteriormente expuesto, se puede decir que no siempre lo convencional es lo mejor (tipo de UC general).

En el tipo de UC general se calculan los materiales para cada UC, aquí se encuentra un inconveniente o limitación que hace el cálculo del presupuesto algo no tan práctico, ya que si las UC de dos actividades diferentes comparten materiales se deben proporcionar estos materiales en las dos UC; por ejemplo en un caso hipotético, un circuito de iluminación y un circuito de tomacorriente normal comparten la misma tubería, esto genera un cálculo adicional, en este caso se

<sup>35</sup> NFPA. National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association. 2005.

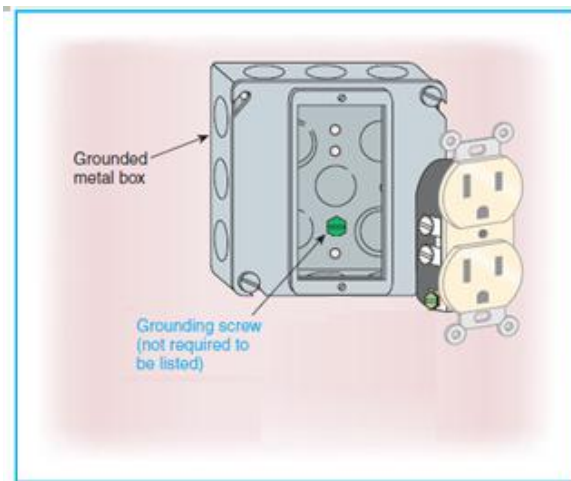
debe dividir la tubería entre estas dos actividades, lo cual hace que sea un proceso largo y de cuidado.

Para ello, se buscó una alternativa la cual se llama “tipo de UC independiente”, esta consiste en separar la tubería y alambrado como actividades independientes, dejándolas aisladas de las demás UC y de esta manera evitar este tipo de inconvenientes haciendo optimo el cálculo del presupuesto.

Puede que la forma independiente no sea la mejor manera de realizar el cálculo del presupuesto de inversión para la obra, esto depende del diseñador y de la obra, pero se considera que es más precisa la cuantificación de cantidades o la realización del diseño.

En la Figura 10 se puede observar el tomacorriente y la caja, los cuales hacen parte de los materiales del tipo de UC independiente (el alambrado y tubería, hacen parte de otra UC).

*Figura 10.* Tomacorriente con materiales tipo UC independiente.



Fuente: NFPA<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> NFPA (2005). National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association.

### 3. ALTERNATIVAS ADECUADAS PARA EL INTERCAMBIO DE DATOS ENTRE AUTOCAD Y EXCEL

Dentro del ámbito de intercambio de datos entre las herramientas AutoCAD y Excel, existen diversos tipos de alternativas para el desarrollo de actividades que involucran la interacción entre las dos herramientas<sup>37</sup>, esto depende de las necesidades y el tipo de información que se desea trabajar.

Como el trabajo de grado está enfocado a la realización de diseños de instalaciones eléctricas residenciales internas y al cálculo del presupuesto de obra por medio de la modalidad APU; se desea efectuar el intercambio de datos entre estos dos software, creando una herramienta de trabajo en la cual se usan datos de cantidades en AutoCAD llevándolos a Excel, con el fin de realizar en la hoja de cálculo el presupuesto de la obra.

Para intercambiar información entre AutoCAD y Excel existen diversos métodos los cuales varían de acuerdo a los datos que se requiere intercambiar, los métodos de intercambio de información fueron encontrados en el asistente de ayuda de AutoCAD, donde se encontraron 94 procesos de los cuales algunos de estos procesos son para el mismo método de intercambio de información.

Se identificaron dos métodos (extracción de datos y vinculación de datos) para poder hacer este proceso y se descartaron otros tipos de intercambio de datos, ya que no son adecuadas para el desarrollo de este proyecto, puesto que no usan intercambio de datos de la información con la que se desea interactuar.

---

<sup>37</sup> AUTODESK. AUTODESK UNIVERSITY. 2012.

Recuperado de: <http://au.autodesk.com/au-online/classes-on-demand/class-catalog/2012/autodesk-plant-design-suite/integraci-n-de-autodesk-plant-design-suite-con-microsoft-excel-microsoft-project-sap2000-y-otras-aplicaciones#chapter=0>

De las dos métodos principales nombradas anteriormente para el intercambio de datos entre las herramientas de AutoCAD y Excel, donde la primera alternativa consiste en extraer datos, información o atributos de los elementos del diseño, mientras que la segunda alternativa consiste en la vinculación de hojas de cálculo de Excel<sup>38</sup>.

Por lo anterior, se tuvieron en cuenta las dos maneras de intercambio de datos, pero por inconsistencias en la vinculación de datos y la ruta que esta supone, se encuentran errores al tratar de hacer un diseño nuevo, ya que la vinculación de datos se debe realizar nuevamente, es decir, hay que realizar este proceso varias veces y esta no es la idea, lo que se requiere es que esto se realice de una manera automática en lo posible. Se encontró una mejor manera de realizar la tarea que se quería hacer en un principio con la vinculación de datos, la cual consiste en una serie de procesos en hojas de cálculo de Excel, que finalmente llega a resultados parecidos, por esta razón se decidió quitar esta función.

### **3.1. EXTRACCIÓN DE DATOS**

Consiste en extraer información de distintas características del diseño de un plano o dibujo de AUTOCAD.

Al realizar este proceso, la información será extraída en una tabla con las características necesarias y será plasmada en el mismo plano, en una fuente externa como Excel o en ambas fuentes para su posterior uso<sup>39</sup>.

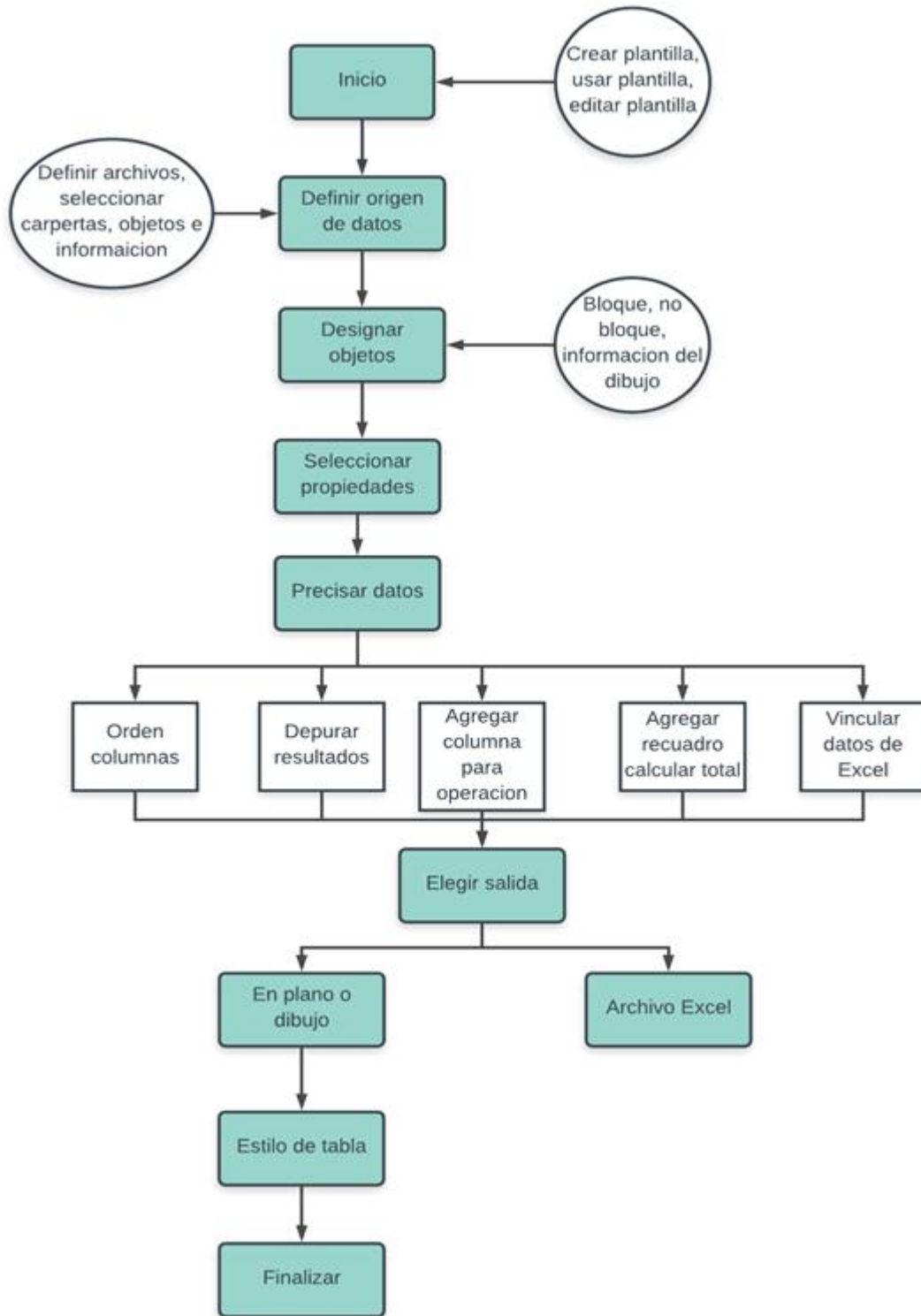
La composición de la esta alternativa se muestra en la Figura 11, posteriormente encontraremos su descripción.

---

<sup>38</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018

<sup>39</sup> *Ibíd.*

Figura 11. Diagrama de boques de Extracción de datos.



Para realizar la extracción de datos se deben seguir una serie de pasos únicamente en el software AutoCAD, estos se muestran a continuación:

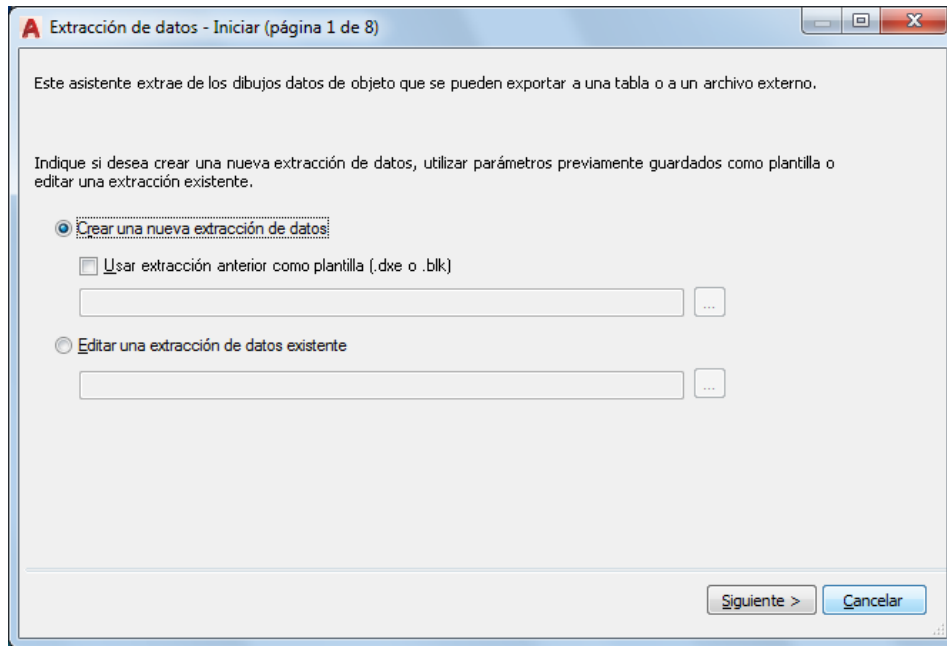
- Inicio
- Definir origen de datos
- Designar objetos
- Seleccionar propiedades
- Precisar datos
- Elegir salida
- Estilo de tabla
- Finalizar

**3.1.1. Inicio.** En el inicio del proceso se encuentran tres alternativas para extraer datos ya sea crear una nueva extracción de datos, usar una plantilla como extracción de datos y editar una extracción de datos<sup>40</sup>, como se muestra en la Figura 12 a continuación.

---

<sup>40</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018

Figura 12. Inicio extracción de datos.



Fuente: AUTODESK<sup>41</sup>.

**3.1.2. Definir origen de datos.** En este paso se definen los archivos del dibujo. Se seleccionan las carpetas, objetos del dibujo e información requerida para la extracción de datos<sup>42</sup>.

**3.1.3. Designar objetos.** El siguiente paso es seleccionar el tipo de objetos a extraer ya sean bloques, no bloques (figuras simples) o información del dibujo.

Se puede organizar el orden de las casillas y se puede editar el tamaño de las columnas. Las propiedades de los elementos a extraer se pueden observar en el menú seleccionar propiedades<sup>43</sup>.

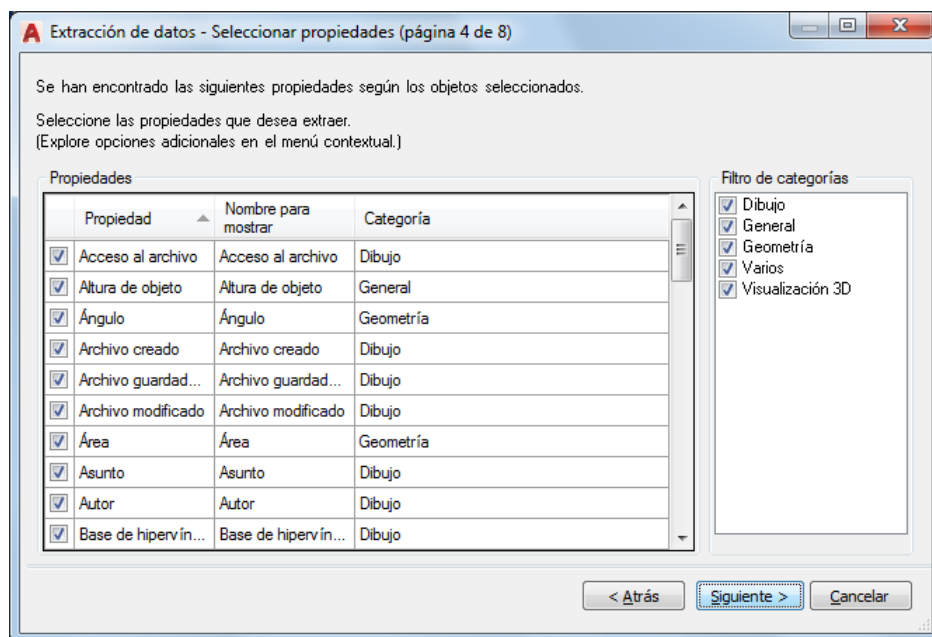
---

<sup>41</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018

<sup>42</sup> *Ibíd.*

**3.1.4. Seleccionar propiedades.** En este menú se determinan las propiedades o información de los elementos que se seleccionaron para hacer la extracción, donde aparecen las propiedades, nombre para mostrar y la categoría, allí se seleccionan las propiedades de los elementos a extraer, según lo desee el usuario<sup>44</sup> como se muestra en la Figura 13 que se muestra en seguida.

Figura 13. Seleccionar propiedades extracción de datos.



Fuente: AUTODESK<sup>45</sup>.

Se pueden realizar diferentes operaciones haciendo clic derecho sobre las columnas, como cambiar el nombre para mostrar entre otras operaciones para un mejor manejo de la información requerida.

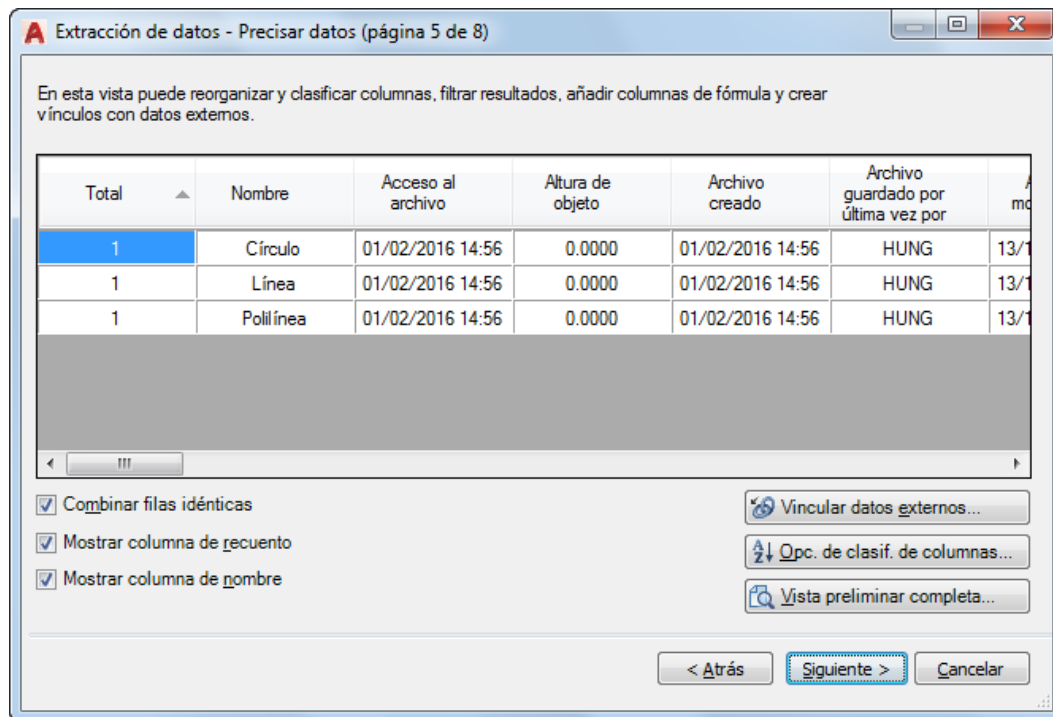
<sup>43</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018.

<sup>44</sup> Ibíd.

<sup>45</sup> Ibíd.

**3.1.5. Precisar datos.** En este paso se realizan diferentes funciones para organizar de manera adecuada la extracción de datos, ya sea el orden de las columnas, depurar resultados, agregar una columna para realizar operaciones simples, agregar un recuadro para calcular el total de la columna. También está la opción de vincular datos desde la herramienta Excel, para realizar operaciones con los datos de las dos herramientas de trabajo<sup>46</sup>. En la Figura 14 se puede observar las funciones anteriormente nombradas.

Figura 14. Precisar datos extracción de datos.



Fuente: AUTODESK<sup>47</sup>.

<sup>46</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018

<sup>47</sup> Ibíd.

**3.1.6. Elegir salida.** En cuanto a las salidas que se tienen para realizar la extracción de datos existen dos tipos: extracción de datos en el dibujo o plano y extracción de datos a un archivo externo de Excel, también se pueden hacer ambas extracciones al tiempo, estos dos tipos de extracción se tratan a continuación<sup>48</sup>:

- Extracción de datos en el dibujo o plano: crea una tabla con los datos a extraer en el dibujo o plano en el que se está trabajando, esto ayuda a un mejor manejo de los datos.
- Extracción de datos a un archivo externo de Excel: crea una tabla con los datos a extraer en la herramienta Excel o extrae los datos en otros tipos de formatos, de esta manera se pueden realizar operaciones complejas para diversas aplicaciones como presupuestos o costos como en este proyecto.

**3.1.7. Estilo de tabla.** Si se elige la opción de extracción de datos en el dibujo o plano en la página *Elegir salida*, se despliega esta página donde se configura el estilo, formato, estructura de la tabla, entre otros aspectos para la visualización de la tabla en el dibujo o plano.

**3.1.8. Finalizar.** Aquí se finaliza el proceso de extracción de datos según como se desee realizar el proceso, creando la tabla o las tablas requeridas en la página *Elegir salida*. Si se creó vínculo con datos externos con una hoja de cálculo de Excel, de igual manera se extraerán los datos que correspondan y fueron seleccionados.

Al finalizar el proceso se creará el tipo de tabla de extracción deseada en el formato correspondiente ya sea en el dibujo o en la fuente externa.

---

<sup>48</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018

Se implementaron los procedimientos para evaluar la manera adecuada con la cual se va implementar este proyecto de grado, los procesos que se evaluaron durante el transcurso del proyecto donde se involucra el paso a paso de estos con sus pantallas.

#### **4. IMPLEMENTACIÓN POR MEDIO DE EXTRACCIÓN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE UNA IERI**

En el proceso de implementación por medio de extracción de datos de AutoCAD hacia Excel se realizaron una serie de plantillas en AutoCAD y se agregaron hojas de cálculo las cuales fueron programadas con el fin de realizar una herramienta ordenada y de fácil entendimiento, que permita realizar la inclusión de elementos o componentes que conforman una instalación eléctrica, todo esto con el fin de hacer mucho más fácil su uso.

Se evidencian distintos procesos en el proyecto tales como la realización de bloques de una IERI, el uso de bloques en el diseño eléctrico, los listados de los recursos típicos de una IERI en hojas de cálculo de Excel, la extracción de datos hacia Excel para la obtención de cantidades de la IERI y el cálculo del presupuesto para la obra eléctrica por medio de la plantilla de Excel llamada "Calculo unidad constructiva", serán descritos a continuación.

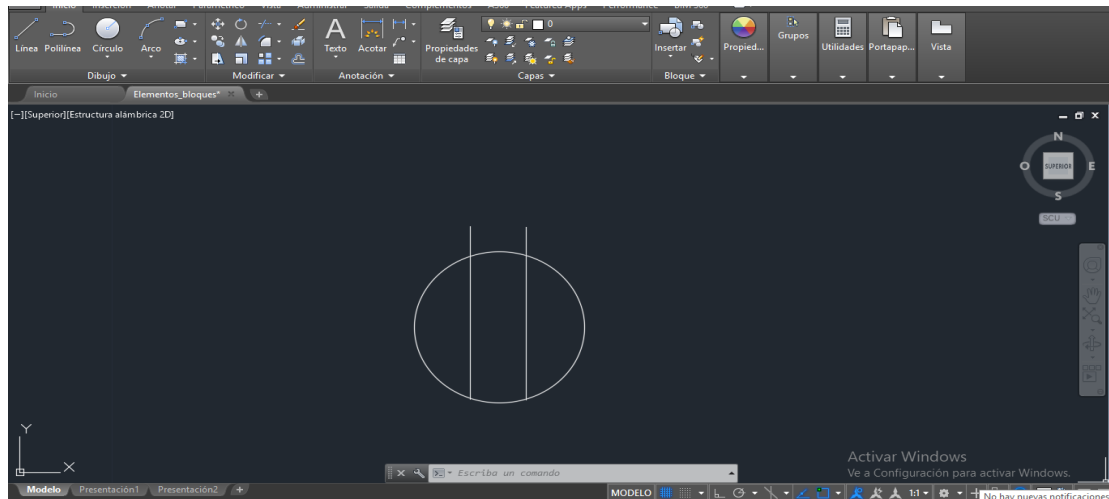
##### **4.1. REALIZACIÓN DE BLOQUES DE UNA INSTALACION ELÉCTRICA RESIDENCIAL INTERNA**

Por cada uno de los elementos más usados en una IERI, los cuales fueron mencionados en la Sección 1.2.12 se realizaron bloques que simbolizan a cada uno de ellos, con el fin de usarlos en el dibujo o diseño de la instalación.

Los pasos que se realizaron en el diseño de los bloques son:

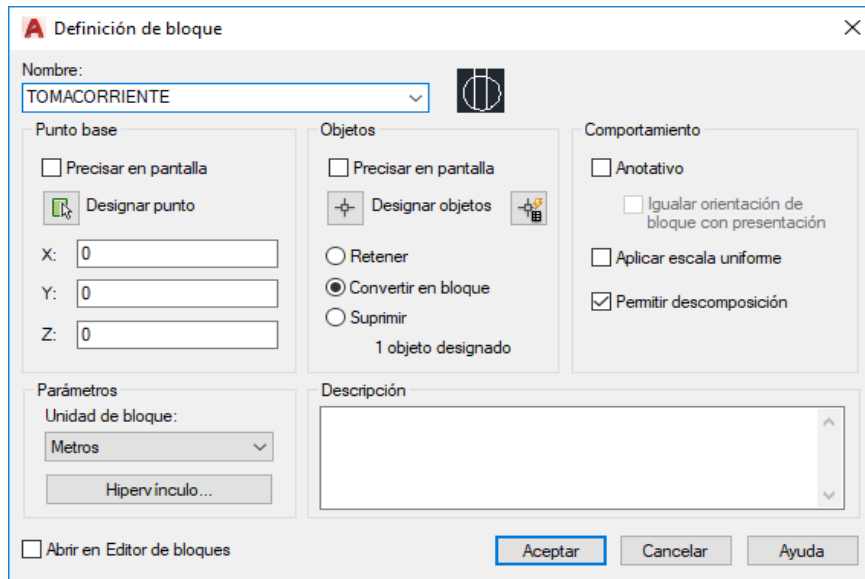
- Primero se realiza el dibujo o símbolo que se usara para el elemento, si el diseñador desea agregar otro elemento puede seguir estos pasos, se debe tener en cuenta que los bloques que se quieren agregar se deben realizar en el documento llamado “Elementos bloques” para tener control de todos los bloques en este documento o dibujo, en este caso para realizar el bloque de un tomacorriente se usaron un círculo y dos líneas, como se muestra en la Figura 15.

Figura 15. Bloque tomacorriente.



- El siguiente paso es convertir el dibujo en un bloque, esto se hace en el menú inserción en la opción crear bloque que despliega la siguiente página como se muestra a en la Figura 16.

Figura 16. Definición bloque.



Fuente: AUTODESK<sup>49</sup>.

- Aquí se nombrará el bloque como “TOMACORRIENTE” y se selecciona la opción de designar objetos, esto hace que se salga temporalmente de la página y se seleccionen los elementos que conforman el bloque, se presiona ENTER y por último aceptar, así quedara creado el bloque y se podrá usar cada vez que se desee.

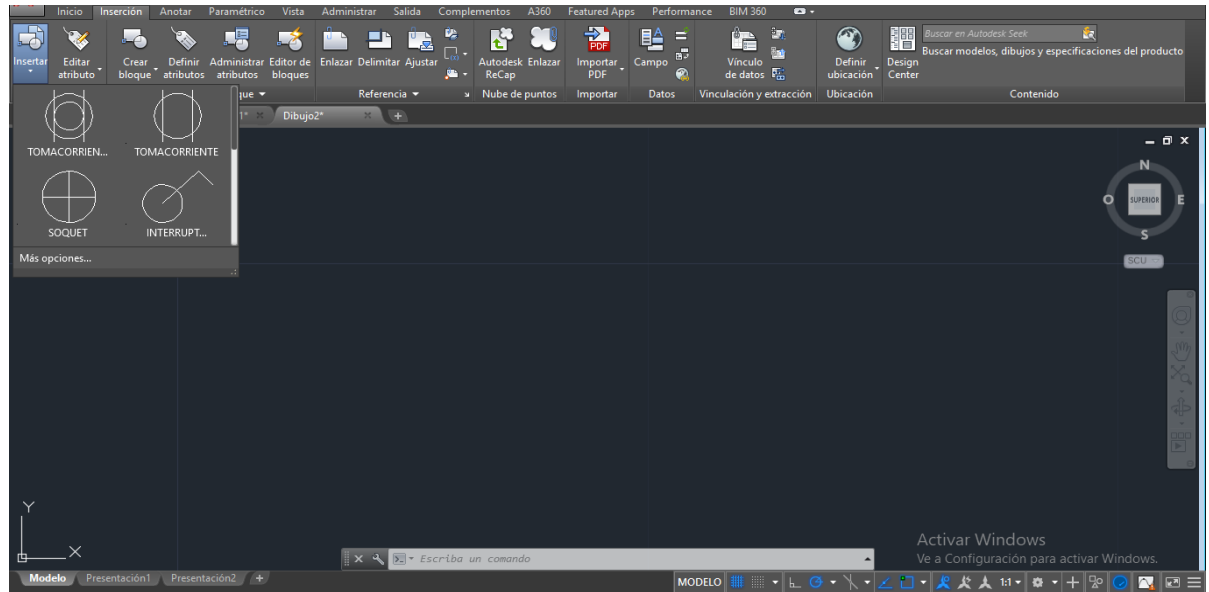
## 4.2. USO DE BLOQUES EN EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Luego de ser realizados los bloques que se usaran en el diseño de los planos eléctricos, el siguiente paso para poder utilizar los bloques en la realización del plano eléctrico es copiar estos bloques y pegarlos en el documento en el que se realizara el diseño, luego de esto se eliminan, pero los bloques ya quedaran activos en el diseño en el que se está trabajando, se encontrarán cada uno de los elementos con el respectivo nombre que se requiere en una IERI entrando a la

<sup>49</sup> AUTODESK. Autodesk AutoCAD. 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018

pestaña de inserción en la opción insertar como se muestra en la parte superior izquierda de Figura 17.

Figura 17. Ubicación de los bloques.



#### 4.3. LISTADOS DE LOS RECURSOS TÍPICOS DE UNA IERI EN HOJAS DE CÁLCULO DE EXCEL

Para la construcción del listado de elementos típicos que se encuentran en la hoja llamada “UC\_E” del archivo Excel “Calculo unidad constructiva” el cual se usará en el diseño de la IERI. Todos los procedimientos realizados en la hoja “UC\_E” se asemejan a los procedimientos de la hoja “UC\_T” y se encuentran en el mismo archivo de Excel, por esta razón solo se muestra la Tabla 5, que corresponde a los elementos de la hoja “UC\_E” y se deben hacer los mismos pasos en la hoja “UC\_T”, en la cual se tienen en cuenta los factores de cada columna.

Tabla 5. Elementos típicos de una IERI

| NOMBRES                         | DESCRIPCION | UN | V.UNITARO |
|---------------------------------|-------------|----|-----------|
| CAJA_ILUMINACION                |             |    |           |
| INTERRUPTOR CONMUTABLE          |             |    |           |
| INTERRUPTOR CONMUTABLE DE CRUCE |             |    |           |
| INTERRUPTOR CONMUTABLE DOBLE    |             |    |           |
| INTERRUPTOR DOBLE               |             |    |           |
| INTERRUPTOR SENCILLO            |             |    |           |
| PROTECCION ENCHUFABLE           |             |    |           |
| TABLERO DE DISTRIBUCION         |             |    |           |
| TOMACORRIENTE                   |             |    |           |
| TOMACORRIENTE DEDICADA          |             |    |           |
| TOMACORRIENTE GFCI              |             |    |           |
| TOMACORRIENTE TIERRA AISLADA    |             |    |           |

**4.3.1. Nombres.** En esta columna se debe especificar el nombre de los elementos típicos de una IERI que al mismo tiempo se usa en AutoCAD, ya que si se desea agregar un elemento se debe incluir en esta columna y debe tener el mismo nombre del bloque que lo representa en mayúsculas o minúsculas.

**4.3.2. Descripción.** En esta columna se debe incluir la descripción de cada elemento con el fin de tener una idea detallada del elemento que se usara.

**4.3.3. Unidad (un).** La unidad depende de cada uno de los materiales y de su composición puede ir expresada en metros, unidad, entre otras.

**4.3.4. Valor unitario (V.UNITARIO).** El valor unitario es muy importante a la hora de calcular el presupuesto, es por esto que se debe tener en cuenta a la hora de elegir los materiales que se desean usar, el valor en el mercado de estos elementos varían de acuerdo a la calidad, a los materiales que lo componen o a la función que cumplen.

#### **4.4. EXTRACCIÓN DE DATOS HACIA EXCEL PARA LA OBTENCIÓN DE CANTIDADES DE LA IERI**

La extracción de datos desde el software para dibujo AutoCAD se utiliza para trabajar desde una herramienta externa con parámetros guardados previamente ya sea extracción de datos o extracción de atributos.

Se puede hacer extracción de los datos de acuerdo a las necesidades o el trabajo a realizar, estos datos son propiedades de los elementos que se encuentran en el diseño a trabajar<sup>50</sup>.

Uno de los enfoques de este proyecto, es extraer los datos para trabajar con estos desde la herramienta Excel, con el fin de realizar el cálculo de las cantidades de obra y posteriormente el cálculo del presupuesto de una obra eléctrica.

Esto se realiza extrayendo los datos del diseño de una IERI con la información de los bloques correspondientes a cada UC.

De igual forma se requiere realizar el cálculo de la tubería y el alambrado que requiere la instalación. Ya que el cableado de una instalación está dividido en varios tramos hablando de un mismo circuito y estos tramos pueden tener un número variable de conductores eléctricos, esto hace que se deba trabajar con

---

<sup>50</sup> Cómo exportar datos a Excel de AutoCad. Aca Espacios Diseñando Espacios. Recuperado de: <http://acaespacios.com/exportar-datos-a-excel-autocad/>

cada tramo obteniendo la longitud de este con la extracción de datos y observando el número de conductores y su calibre para el posterior cálculo de presupuesto de cableado.

Por las razones anteriormente expuestas se deben realizar dos tipos de extracción de datos, una para los elementos que constituyen la instalación (los interruptores, tomacorrientes, tablero de distribución y caja iluminación), y otra para las longitudes de los tramos, para el cálculo de tuberías y para el alambrado del plano de la instalación.

En el diagrama de flujo de las Figuras 18, 19 y 20 que se muestran a continuación se puede observar el procedimiento para la extracción de datos, el cual se describe posteriormente para extracción de elementos y extracción de tramos.

Figura 18. Diagrama de flujo de extracción de datos - A.

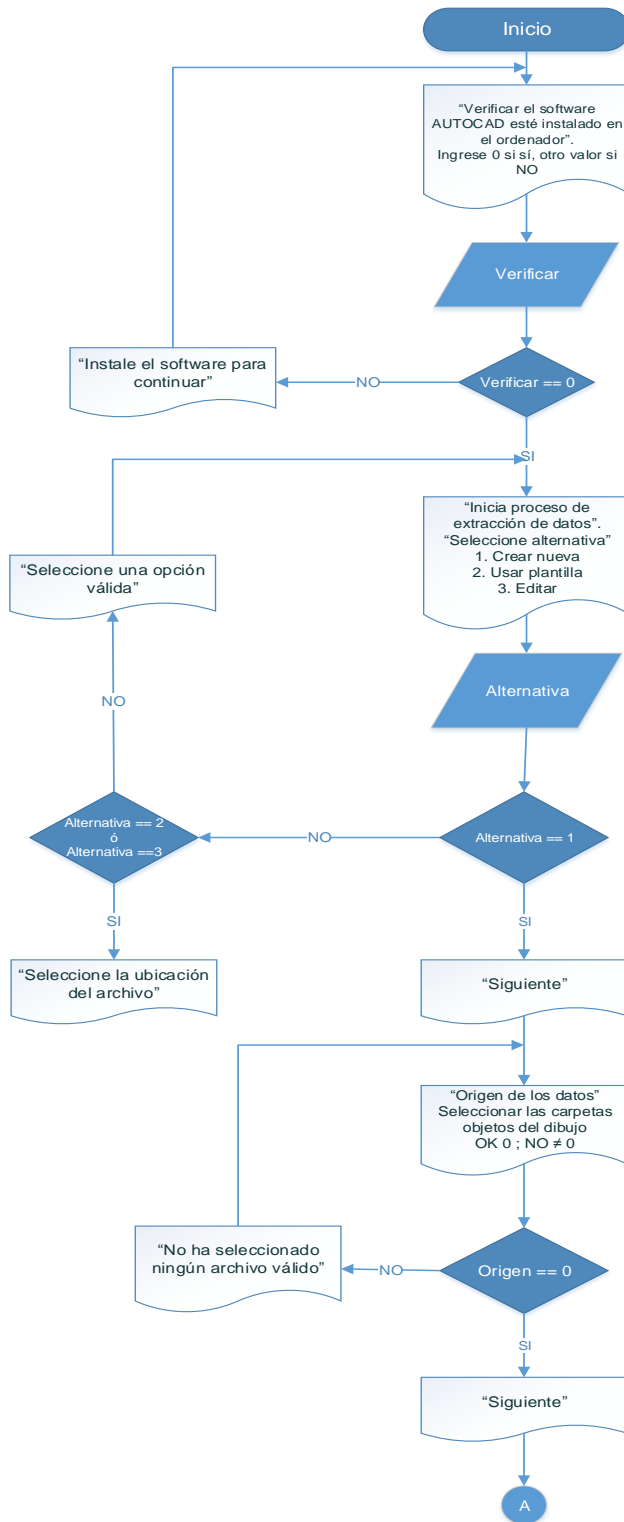


Figura 19. Diagrama de flujo de extracción de datos – B.

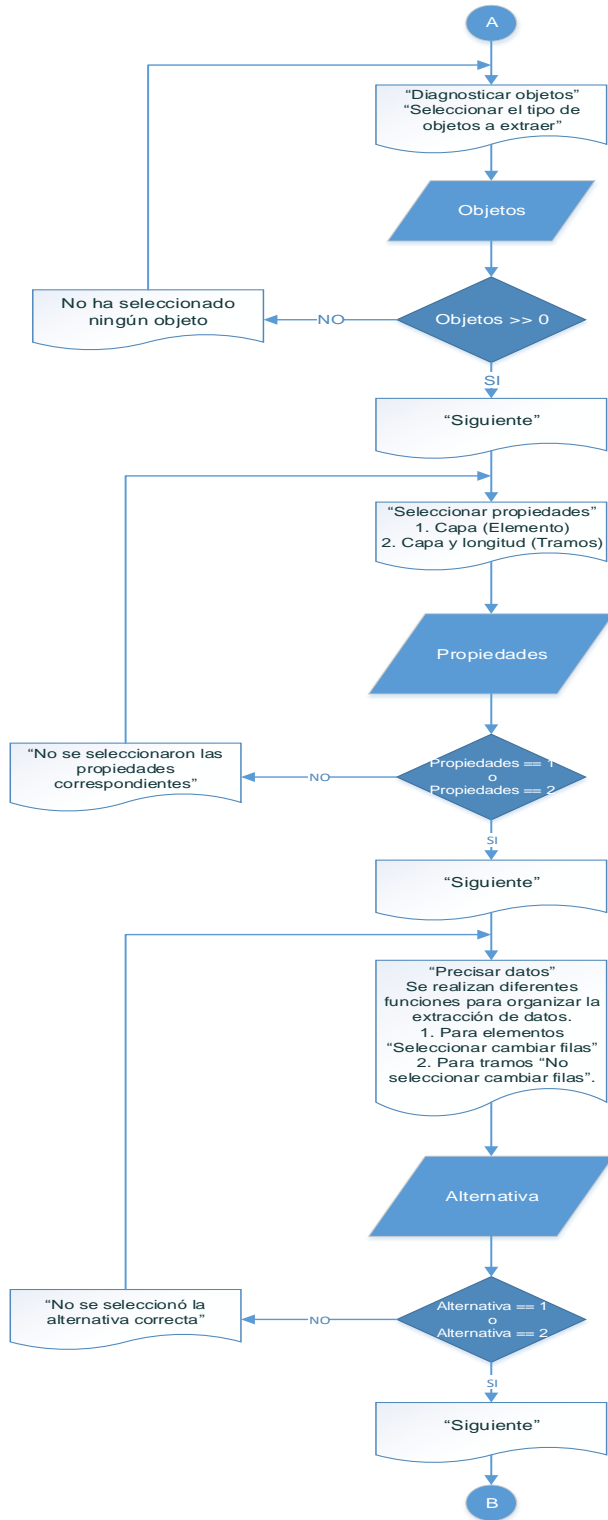
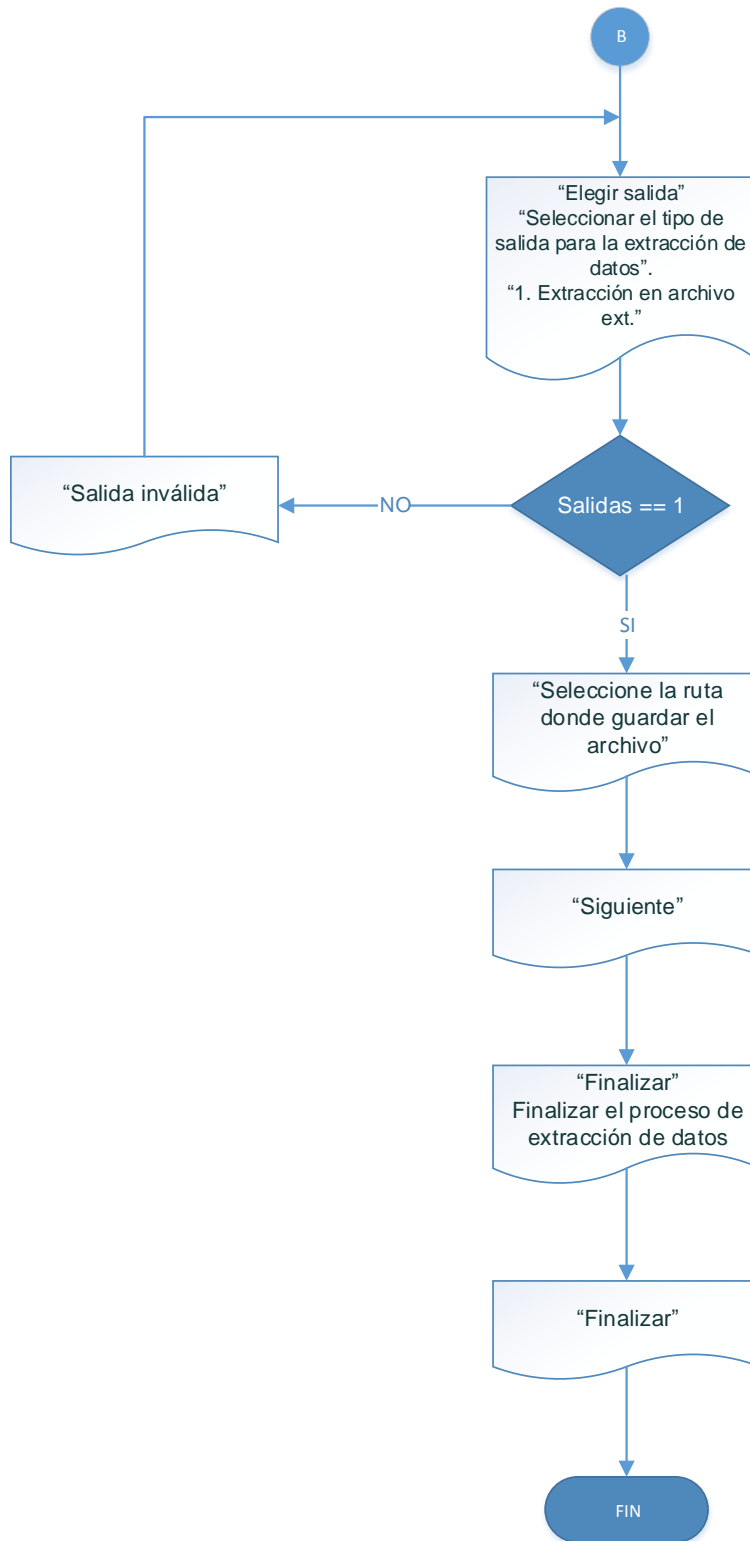


Figura 20. Diagrama de flujo de extracción de datos – C



**4.4.1. Extracción de datos de los elementos de una IERI.** De acuerdo al diagrama de flujo de las Figuras 18, 19 y 20, a continuación se describen los aspectos más importantes para la extracción de datos de los elementos.

1. La licencia de AutoCAD con la que se realizó el proyecto de grado es AutoCAD 2019 otorgada por la Universidad Industrial de Santander, se debe tener instalada esta versión o alguna versión anterior que sea compatible con la herramienta de extracción de datos.

2. Para iniciar el proceso de extracción de datos, se debe ingresar al menú inserción y dar clic en la opción extracción de datos, luego aparece la ventana principal en la cual se debe seleccionar la opción “crear una nueva extracción de datos”.

3. Lo anterior conduce a la opción “definir origen de datos” en la que se selecciona la casilla “incluir objetos del dibujo actual”.

4. Luego de esto se cliquea en “siguiente” y aparecerá la opción donde se debe tener en cuenta que todos los bloques típicos de una IERI usados en el diseño estén seleccionados y luego dar en “siguiente”.

5. El siguiente paso es seleccionar únicamente la opción “capa”, al ser esta la extracción de elementos y seleccionar la opción “siguiente”.

6. El paso anterior conduce al procedimiento de “precisar datos” donde debe seleccionar la opción “combinar filas idénticas”, esto con el fin de agrupar los elementos idénticos.

7. Una vez realizado el proceso anterior, se selecciona la opción “siguiente” y se selecciona las opciones de extracción deseadas.
8. Seguido de esto se guardan los cambios en la ruta correspondiente y se guarda el archivo llamándolo “Datos elementos extraídos”. De esta forma queda realizada la extracción de los datos de elementos en Excel.
9. Se selecciona “finalizar” y así concluye el proceso de extracción de datos.
10. Para verificar la extracción de elementos se abre el documento de Excel llamado “Calculo unidad constructiva” y se selecciona la opción “actualizar”, se ingresa en “E\_Diseño” y se verifica que coincidan las cantidades.

**4.4.2. Extracción de datos de los tramos de una IERI.** A continuación se describen los aspectos más importantes para la extracción de datos de los tramos.

1. Ahora se procede a efectuar la extracción de tramos. Hay tener en cuenta que solo deben estar visibles las capas de tuberías y que se deben realizar los tramos con polilíneas. Dichas polilíneas siempre tienen que cerrar o llegar al punto central de cada elemento o bloque para asegurar la exactitud de los cálculos.
2. Al igual que en la extracción de elementos, en la extracción de tramos, se tienen en cuenta la licencia de AutoCAD con la que se realizó el proyecto de grado (AutoCAD 2019 otorgada por la Universidad Industrial de Santander) y tener instalado AutoCAD en alguna versión compatible con la herramienta de extracción de datos.
3. Nuevamente se ingresa en el menú “inserción”, “extracción de datos” al igual que en la extracción anterior, seleccionando “crear nueva extracción de datos”

4. En la siguiente ventana se selecciona la opción “seleccionar objetos de dibujo actual” y se oprime el botón de la derecha que conduce al dibujo en el que se seleccionan todos los tramos, teniendo en cuenta que solo deben estar activas y visibles las capas que contienen los tramos de tubería. Se oprime la tecla “entrar” y aparece nuevamente la ventana donde daremos clic en la opción “siguiente”.
5. Ya que es una extracción de tramos, una vez se seleccione “siguiente” aparece un menú de “selección de propiedades”, se seleccionan las opciones “capa” y “longitud”. Clic en “siguiente”.
6. Lo anterior conduce a la opción “precisar datos”, no debe estar activa la casilla “combinar filas idénticas”, esto con el fin de no agrupar los tramos que son idénticos, ya que pueden coincidir dos o más tramos de igual longitud en un mismo diseño y los agruparía haciendo que los extraiga como un mismo tramo. En este punto aparecerá un listado con todos los tramos que se tienen, la capa y longitud del tramo.
7. Una vez realizado este proceso se selecciona la opción “siguiente” y en la ventana que posterior. seleccionar las opciones de extracción deseadas.
8. Se guarda la extracción en la carpeta de diseño y se nombra el archivo como “Datos tramos extraídos”, guardar y siguiente.
9. Podrá dar clic en “finalizar” y así concluir su proceso de extracción de datos.
10. Para verificar la extracción de tramos se abre el documento de Excel llamado “Calculo unidad constructiva”, se selecciona la opción “actualizar”, luego

se ingresa a la hoja de cálculo “T\_Diseño” y se observa que efectivamente la extracción se realizó.

#### **4.5. PROCESO PARA EL CÁLCULO DEL PRESUPUESTO PARA UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA RESIDENCIAL**

Para realizar el cálculo del presupuesto se utilizó la plantilla desarrollada por el MIE José Manuel Ortiz Rangel<sup>51</sup>. Se debe tener en cuenta que cada una de las hojas está ubicada en un orden estratégico, por lo cual se llenarán de ese modo y por ningún motivo se alterará su orden ni cambiará el nombre que se le asignó. La plantilla cuenta con un código sencillo de colores para facilitar su uso y de este modo evitar que se modifiquen las casillas que no son pertinentes, por ello se le designó el color verde claro a las casillas en las que se deben asignar las características necesarias por el usuario y el color naranja claro pertenece a las casillas que no se deben modificar de ninguna manera ya que poseen fórmulas o características ya establecidas.

Se debe tener en cuenta que la primera tarea después de realizar la extracción de datos de forma adecuada, es ingresar en las hojas de color negro que se encuentran al final del archivo de Excel llamado “calcula unidad constructiva”. La primera hoja a la que se debe ingresar es “UC\_E”, la siguiente es “UC\_T”, el procedimiento que se debe realizar en estas hojas fue descrito anteriormente en la Sección 4.3. donde debe suministrar la información correspondiente a la descripción, unidad y valor de todos los elementos que se encuentran enlistados; es de gran importancia que todos los datos de esta hoja se encuentren debidamente incorporados en la lista, para el correcto uso de la plantilla.

---

<sup>51</sup> ORTIZ, Manuel. Sistema Integrado de Información y de Procesos asociado al Sistema de Gestión de Calidad para una empresa del sector eléctrico dedicado a la formulación y ejecución de proyectos del área energía y telecomunicaciones. (Tesis de maestría). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2008.

Para realizar la extracción de datos anteriormente expuesta de manera correcta, se deben construir bloques que permitan establecer y utilizar las convenciones descritas en la Tabla 2, esto hará que automáticamente asigne las cantidades de obra ya que al hacer un bloque con los requerimientos necesarios, automáticamente va a enlistar los recursos en la hoja de Excel llamada "E\_Diseño". No se requiere suministrar ninguna información extra, se deben copiar las columnas descripción, unidad y V.Unitario y pegar esta información solo como texto en la hoja llamada "Recursos".

En la hoja "Tramos" se realizará la extracción de la longitud de cada tramo; aquí se debe hacer una tarea manual que consiste en indicar información en algunas celdas que se encuentran en la parte superior de esta hoja en color verde claro, las cuales indican longitud de tramos verticales, cable extra por tramo, cable para conexión extra en tablero de distribución, tubería extra por tramo como el cableado extra para las conexiones. Se puede ver que están llenas con un número el cual hace referencia a un valor de tipo estándar, si el diseñador considera que estos valores deben ser distintos debe ingresar la información que considera viable para su diseño. Seguido de esto se debe ingresar la información correspondiente a cada tramo y decir si es inicio de circuito o tramo hacia interruptor. Es trascendental ingresar esta información puesto que no fue tomada en cuenta antes, debido a que el plano se encuentra realizado únicamente en 2 dimensiones (eje X y Y). También se debe tener en cuenta en cada tramo el nombre del alambrado y tubería (nombre del bloque que se encuentra en la hoja "UC\_T" de alambrado y tubería), esto depende de la descripción del alambrado y tubería que se encuentra en ese tramo, se pueden realizar combinaciones con el fin de ingresar la totalidad de alambrado que pasa por ese tramo.

La siguiente hoja a ingresar es “T\_Diseño”, en donde se encontrarán los datos de las cantidades de alambrado y tubería en forma organizada. No se requiere suministrar ninguna información extra, se deben copiar las columnas descripción, unidad y V.Unitario y pegar esta información solo como texto en la hoja llamada “Recursos”.

Realizada esta serie de pasos se tiene la información que se necesita para el cálculo del presupuesto del diseño eléctrico. Posteriormente, se realizan los procesos en las otras hojas de la plantilla las cuales son tomas de la tesis “sistema integrado de gestión de información y de procesos asociado al sistema de gestión de la calidad para una empresa del sector eléctrico dedicada a la formulación y ejecución de proyectos del área energía y telecomunicación<sup>52</sup>. Cada quien trabaja el diseño como lo requiere la obra; la validez de la plantilla depende de cómo se utilice.

La forma en la que se calcula el presupuesto en este proyecto es solamente una alternativa para realizar una obra eléctrica, puede que no sea la mejor manera ya que depende de la obra a realizar y no es una norma que se debe cumplir.

En este proyecto no se solucionan todas las posibles actividades de obra pues está diseñado para los componentes genéricos o típicos. La herramienta que se diseñó no sirve para todo tipo de instalaciones pues hay detalles que deben implementarse a criterio del diseñador y la manera como incorpore los implementos adicionales dentro de una o varias UC.

---

<sup>52</sup> ORTIZ, Manuel. Sistema Integrado de Información y de Procesos asociado al Sistema de Gestión de Calidad para una empresa del sector eléctrico dedicado a la formulación y ejecución de proyectos del área energía y telecomunicaciones. (Tesis de maestría). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2008.

La descripción y simbología de los elementos anteriormente nombrados en la Sección 1.2.12 es usada para fines del proyecto, si se desea agregar algún otro elemento es necesario agregarlo en el archivo de AutoCAD llamado “Elementos bloques” que se encuentra en la carpeta del proyecto llamada “Diseño y presupuesto para una IERI”. Al mismo tiempo se debe agregar en la hoja de cálculo llamada “E\_Diseño” que se encuentra en el archivo de Excel llamado “Calculo unidad constructiva”, donde se deben ingresar los parámetros como nombre, descripción, unidad y valor unitario; adicionalmente se debe tener en cuenta que los nombres tanto del archivo de AutoCAD y el archivo de Excel deben coincidir en su totalidad para no tener problemas de acoplamiento entre los dos software.

Se podrá encontrar, el paso a paso de cómo utilizar las plantillas, los procesos realizados en AutoCAD y la plataforma en Excel, para el diseño y cálculo del presupuesto de una IERI.

## **5. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA PLATAFORMA EN EXCEL Y PROCESOS REALIZADOS EN AUTOCAD**

Respecto a la manera en la que fue desarrollado este proyecto de grado, se encontraron una serie de ventajas y limitaciones, para la obtención del presupuesto de una IERI. A continuación encontraremos la descripción de cada una de ellas:

### **5.1. VENTAJAS**

Dentro de las posibles ventajas que se encontraron al realizar el proyecto se encuentran:

- El diseñador tiene la ventaja de usar los bloques de los elementos típicos y con ello ahorrar trabajo y tiempo en el desarrollo de un diseño de un plano eléctrico.
- Para el cálculo del presupuesto es necesario realizar una extracción de datos hacia Excel, de esta manera se tienen los datos de cantidades de obra, longitud de tubería y alambrado. Con esta información se facilita la obtención del presupuesto realizando cálculos y estimando los costos totales de la instalación en Excel.
- Con la plataforma en Excel se pueden realizar operaciones como el cálculo de cantidades de obra de forma automática en lugar de ser realizadas de manera rudimentaria, es decir de forma manual o por conteo, esto hace que el diseñador tenga posibles errores en la cuantificación de las cantidades de obra, así mismo se realiza la cuantificación del alambrado y tubería, en este caso el diseñador puede variar la longitud vertical del cableado y la tubería en donde se necesita,

pero si lo desea, se realiza con el criterio óptimo que es la configuración por defecto.

- Como en AutoCAD se trabaja en dos dimensiones, esto limita el cálculo del alambrado y la tubería con las longitudes de tramo del circuito, ya que las fracciones del tramo que son verticales estarían en una tercera dimensión en la cual no se trabaja el plano de distribución de salidas y cableado en vista de planta, por ello y para no despreciar estas longitudes donde va tubería y alambrado, es necesario obtener estas longitudes de distinta forma y decir en cada tramo si este tiene una parte vertical que generalmente se encuentra en la salida del tablero de distribución y desde la salida de iluminación hacia el interruptor, esta tarea se realiza manualmente en la hoja del cálculo del presupuesto.

Para entender lo anteriormente dicho en la Figura 21 que se muestra a continuación, se puede observar que los tramos verticales ya sean inicio de circuito o salida de iluminación hacia el interruptor.

Para indicar si un tramo tiene segmento vertical, de acuerdo a la explicación del ejemplo que muestra en la figura anterior, se debe ingresar en la carpeta en la que se está trabajando el diseño, ingresar en el archivo de Excel llamado “Cálculo unidad constructiva”, luego en la hoja de cálculo llamada “Tramos” asignar el número uno (1), en la celda correspondiente como se muestra en la Figura 22 a continuación.



- Al implementar el tipo de unidad constructiva de manera independiente, el cálculo de alambrado y tubería se vuelve una actividad, por esto se simplifica el proceso ya que las demás UC no dependen del conteo de alambrado o tubería como se puede evidenciar en el ejemplo mostrado en la Figura 10 de la Sección 2.7.2 .

## **5.2. LIMITACIONES**

Dentro de las posibles limitaciones que se encontraron al realizar el proyecto se encuentran:

- La plataforma en Excel está realizada solo para instalaciones eléctricas residenciales internas ya que solo tiene elementos o bloques típicos de una IERI.
- Se crearon los bloques que simbolizan las salidas y elementos típicos de una IERI. Si se necesita un elemento que no esté en los típicos, este debe crearse.
- El cálculo del alambrado se debe realizar por tramos, ya que en la extracción desde AutoCAD hacia Excel es complejo integrar el número de fases, neutros o puesta tierra que pasan por cada tramo, por ello, se debe observar cuantos alambres pasan por el tramo y digitar el conjunto de alambres en la hoja del cálculo del presupuesto, esto hace que no sea una tarea totalmente automática.
- Algunas actividades de una IERI tienen bloques que representan la UC, otras actividades no tienen bloques que representen la UC, como puede ser Breaker de 15 [A], ya que en el diseño de una IERI no es necesario representar las protecciones, por esto no todas las UC se pueden visualizar en el diseño, así que

las actividades que no se puedan visualizar, se deben tener en cuenta por el diseñador en el cálculo del presupuesto.

Para visualizar los resultados que se pueden obtener al realizar el diseño por medio de la plataforma en Excel y actividades en AutoCAD (plantillas y diseño). Se puede encontrar la carpeta llamada "Ejemplo 1" que contiene un ejemplo del cálculo del presupuesto de una IERI realizado con la plataforma en Excel llamado "Ejemplo realizado con plataforma en Excel".

## 6. CONCLUSIONES

- Se logra desarrollar una herramienta que permite la obtención automática y semiautomática de las cantidades de obra. Mediante la extracción de datos de AutoCAD en la cual se puede cuantificar las cantidades de recursos y actividades, basándose en los diagramas y dibujos de diseño; se extraen elementos que hacen parte de los recursos de cada UC hacia un archivo de Excel, para finalmente realizar el cálculo del presupuesto de una obra eléctrica residencial interna.
- Los procesos esenciales para la elaboración del presupuesto de una instalación eléctrica residencial interna, son el desarrollo del diseño, la definición y cuantificación, tanto de las unidades constructivas como de las cantidades de obra relacionadas. Con base a esto, se establecieron de manera detallada los procesos y definiciones de las unidades constructivas y los bloques de elementos típicos, los cuales se implementaron en el diseño de las instalaciones eléctricas residenciales internas. Dichas unidades constructivas junto con sus características y elementos representativos, se trabajaron bajo la modalidad de análisis de precios unitarios APU.
- Al implementar las alternativas para la obtención de recursos; se decidió seleccionar como tipo de unidad constructiva la forma independiente, la cual consiste en separar la tubería y alambrado como actividades independientes, dejándolas aisladas de las demás UC. Aunque esto no es lo convencional, nos brinda una mejor cuantificación de cantidades al momento de realizar instalaciones eléctricas residenciales internas.
- Teniendo en cuenta las expectativas para el diseño de una instalación eléctrica residencial interna y partiendo del análisis del presupuesto de inversión, se

demuestra que el proyecto es viable para el diseño de las instalaciones eléctricas internas de una vivienda, ya que contiene elementos y bloques típicos con los cuales se cuantifican los recursos (de manera automática y semiautomática), se elabora el diseño de planos y se calcula el presupuesto, haciendo una optimización de los procesos de dicha instalación; sin embargo, si se deseara trabajar en otros parámetros, se tendrán que implementar los posibles elementos que se usen para dicha modificación. Además también se deberán cambiar aspectos como el diseño de la plataforma en Excel, el cálculo del presupuesto, entre otros.

## BIBLIOGRAFÍA

ACIEM. Manual de Referencias de Tarifas para la Contratación de Servicios Profesionales de Ingeniería en Colombia. Cundinamarca: Publicación Exclusiva de ACIEM. 2008.

AUTODESK. Autodesk AutoCAD 2018. Licencia otorgada a la Universidad Industrial de Santander. 2018.

AUTODESK. AUTODESK UNIVERSITY. 2012.

Recuperado de: <http://au.autodesk.com/au-online/classes-on-demand/class-catalog/2012/autodesk-plant-design-suite/integraci-n-de-autodesk-plant-design-suite-con-microsoft-excel-microsoft-project-sap2000-y-otras-aplicaciones#chapter=0>

CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma Técnica Colombiana 2050. NTC 2050. 1998.

Cómo exportar datos a Excel de AutoCad. Aca Espacios Diseñando Espacios. Recuperado de: <http://acaespacios.com/exportar-datos-a-excel-autocad/>

INPACO. Conductores eléctricos. Alambre y cable de cobre desnudo. Recuperado de: <http://www.inpaco.com.py/alambre-y-cable-de-cobre-desnudo/>

Instalación eléctrica a nivel comercial e industrial. Tesla. México. 2018. Recuperado de: <https://teslamexico.mx/comercial-industrial/>

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Comisión de regulación de energía y gas. Resolución No. 015 de 2018 (CREG 015). Recuperado de:

[http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/65f1aaf1d57726a90525822900064dac/\\$FILE/Creg015-2018.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/65f1aaf1d57726a90525822900064dac/$FILE/Creg015-2018.pdf)

NFPA. National Electrical Code. Massachusetts: Publicación Exclusiva de National Fire Protection Association. 2005.

ORTIZ, Manuel. Sistema Integrado de Información y de Procesos asociado al Sistema de Gestión de Calidad para una empresa del sector eléctrico dedicado a la formulación y ejecución de proyectos del área energía y telecomunicaciones. (Tesis de maestría). Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2008.

PINEDA, J. A. SINCHI, J. S. Manual para el cálculo de precios unitarios en instalaciones eléctricas residenciales. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. 2012.

Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3225/1/UPS-CT002515.pdf>

Procedimiento Elaboración de Presupuestos de Obra. Microproceso gestión de infraestructura Proceso ejecución, entrega y cierre de obras nuevas y remodelaciones. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. 2010.

Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/documents/17504/4127283/IF-P12-PR03+Procedimiento+Elaboraci%C3%B3n+de+presupuestos+de+obra/b0a361f9-f0e1-44e8-b60d-1d510dbfb220?version=1.0>

REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE). Resolución 9 0708. 30 de agosto de 2013.

RODRÍGUEZ, Raymond. Diseño de un sistema de monitoreo y control de los tableros eléctricos del complejo Teresa Carreño. (Tesis). Universidad Simón Bolívar. 2016. Sartenejas.

Recuperado de: <http://159.90.80.55/tesis/000171094.pdf>

SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD. Manual de costos unitarios en distribución. Determinación de los costos unitarios de las unidades constructivas.

Recuperado de: <http://sie.gob.do/images/sie-documentos-pdf/marco-legal/audiencias-publicas/reglamentodeaportes/2.3%20Anexo%20Quinto%20Manual%20de%20Costos%20Unitarios%20en%20Distribucion.pdf>